

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВСЕРОССИЙСКАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ - СПЕЦИАЛИСТУ НОВОГО ВЕКА**



**13 - 24 мая 2019 года**

Посвящается 150-летию открытия периодической  
таблицы химических элементов  
Д. И. Менделеева

**ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ивановский государственный химико–технологический университет»  
Совет молодых ученых ФГБОУ ВО «ИГХТУ»  
Российское химическое общество им. Д. И. Менделеева  
Ивановское региональное отделение Российского союза молодых ученых  
Вольное экономическое общество России. Ивановское региональное отделение

**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**«Фундаментальные науки –**  
**специалисту нового века»**

(СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА–КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ДНИ НАУКИ В ИГХТУ»)

**13 – 24 мая 2019 года**

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ**



Иваново 2019

## Секция «Аналитическая химия»

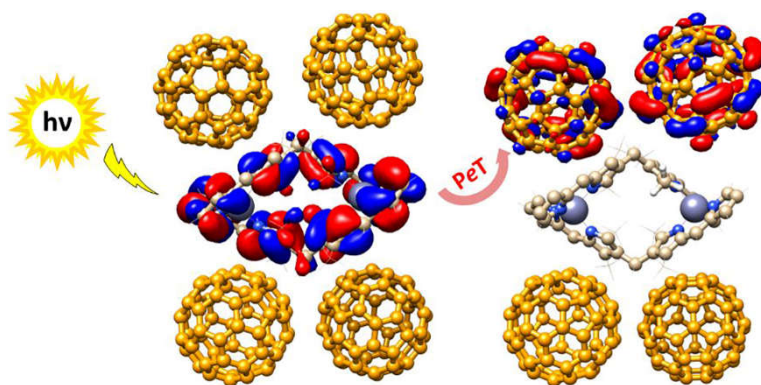
Lukanov M.M.<sup>1,2</sup><sup>1</sup>G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo, Russia<sup>2</sup>Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia

lukanov-9b@yandex.ru

Scientific supervisor: junior researcher Ksenofontov A.A.

Supramolecular complexes and structures based on fullerenes attract special attention due to the prospects for their use in photosynthetic and photonic devices. A large number of works are devoted to studies of hybrid supramolecules formed by metal complexes of porphyrins, phthalocyanines, and other chromophores covalently attached to fullerenes. Along with this in recent years another promising direction has been formed based on the supramolecular fullerene-containing systems self-assembly through the intermolecular interactions of various types. The main advantage of this approach is the simplicity of the synthesis of such non-covalent chromophore-fullerene supramolecular systems.

In this regard, one of the important tasks is the search of dyes and chromophores with powerful  $\pi$ -electron-donor systems to ensure an effective complex formation with fullerene molecules through the  $\pi$ -stacking. From this point of view the chromophores new class based on binuclear zinc(II) bis(dipyrrromethenate)s (with the composition [Zn<sub>2</sub>L<sub>2</sub>]) arouses considerable interest. Helicates ([Zn<sub>2</sub>L<sub>2</sub>]) are luminescent dyes with intense, clear, narrow bands in the absorption and emission spectra and high selectivity of the fluorescence characteristics to the medium properties to allow varying their quantum yield from 0 to 100%.



The report presents the results of the synthesis and experimental-theoretical study of supramolecular structures based on zinc (II) bis(dipyrrromethenate)s and fullerene C<sub>60</sub>. For the first time it have been shown that [Zn<sub>2</sub>L<sub>2</sub>] forms stable supramolecular complexes with C<sub>60</sub>. The reaction of supramolecular complexes formation has been studied by the molar ratios method in toluene at a constant helicate concentration using fluorescent titration. It should be noted that a gradual fluorescence

quenching of [Zn<sub>2</sub>L<sub>2</sub>] is observed at fullerene concentration increase. According to the fluorescent titration and quantum-chemical studies results the composition and the most probable formation mechanism of supramolecular complexes based on [Zn<sub>2</sub>L<sub>2</sub>] and C<sub>60</sub> have been substantiated. The characteristics of their absorption, fluorescence, IR and DOSY spectra have been obtained and analyzed. The obtained supramolecular systems prospect has been substantiated as components for photosynthetic and photonic devices.

# ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССОВ СМЕШАННОЛИГАНДНОГО КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КОБАЛЬТА(II) С ТРИГЛИЦИНОМ И L-ГИСТИДИНОМ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Горбашова Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
gevgeniyay@mail.ru

Научные руководители: к.х.н., доцент Горболетова Г. Г., к.х.н., м.н.с. Бычкова С.А. (ИГХТУ)

Система  $\text{Co}^{2+}$ – триглицин – L-гистидин представляет интерес как с точки зрения большой вероятности ее существования в живых организмах, так и в связи с присущими ее компонентам биохимическими и фармакологическими особенностями. Метод прямой калориметрии может играть существенную роль в понимании процессов, протекающих в растворах биологически важных лигандов. Однако в литературе, как правило, отсутствуют термодинамические данные о реакциях образования смешаннолигандных комплексов аминокислот и пептидов с ионами переходных металлов. В настоящей работе проведено потенциометрическое и калориметрическое изучение процессов комплексообразования  $\text{Co}^{2+}$  с триглицином ( $\text{L}^-$ ) и L-гистидином ( $\text{Y}^-$ ).

Состав и устойчивость смешаннолигандного комплекса определяли из потенциометрических измерений. Суммарная концентрация лигандов изменялась от  $2.4 \cdot 10^{-2}$  до  $5.0 \cdot 10^{-2}$  моль/л. Исследования проводили при соотношениях  $\text{Co} : \text{L} : \text{Y} = 1 : 2 : 1; 1 : 4 : 1; 1 : 5 : 1$  ( $I = 0.2$ ). Потенциометрическое титрование проходило по стандартной методике. Раствор, содержащий нитрат кобальта(II), триглицин и L-гистидин, помещали в ячейку и титровали 0.1М раствором КОН в токе инертного газа.

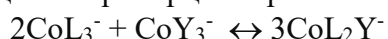
Экспериментальные данные обрабатывали по универсальной программе «PHMETR», предназначенной для расчета констант равновесия с произвольным числом реакций по измеренной равновесной концентрации одной из частиц. Критерием адекватности выбранной модели служили различия между рассчитанными и экспериментальными величинами рН. Они были знакопеременными и не превышали погрешности эксперимента.

Расчеты показали, что в системе  $\text{Co}^{2+}$  – триглицин – L-гистидин происходит образование смешанного комплекса состава  $\text{CoL}_2\text{Y}^-$ . Полученные при разных соотношениях триглицина и L-гистидина значения  $\lg\beta$  хорошо согласуются между собой.

Для измерения тепловых эффектов смешения растворов  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  с растворами триглицина и L-гистидина использовали метод прямой калориметрии. Опыты проводили при температуре 298.15 К в интервале значений ионной силы от 0.2 до 1.0 ( $\text{KNO}_3$ ) и соотношении  $\text{Co} : \text{L} : \text{Y} = 1 : 4 : 1$ . Были измерены также теплоты разведения растворов  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$  в растворах фонового электролита. Энтальпии образования комплекса  $\text{CoL}_2\text{Y}^-$  рассчитывали по универсальной программе «HEAT».

Экстраполяцией на нулевую ионную силу получена величина стандартного теплового эффекта образования комплекса кобальта(II) с триглицином и L-гистидином в водном растворе. Рассчитаны значения стандартных термодинамических характеристик ( $\Delta_r H^\circ$ ;  $\Delta_r G^\circ$ ;  $\Delta_r S^\circ$ ) процесса комплексообразования.

Смешанный комплекс  $\text{CoL}_2\text{Y}^-$  устойчив к диспропорционированию, т.к. логарифм константы реакции сопропорционирования:



больше нуля. Большая положительная величина изменения энтропии, связанная видимо с высвобождением молекул воды из координационных сфер однородных комплексов, при этом отрицательное изменение энтальпии в рассматриваемой реакции сопропорционирования может свидетельствовать об устойчивости комплекса  $\text{CoL}_2\text{Y}^-$  к распаду на однородные.

# КООРДИНАЦИОННЫЕ РАВНОВЕСИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ(II), КОБАЛЬТА(III), МЕДИ(II) С ОСНОВАНИЯМИ ШИФФА ПИРИДОКСАЛЬ-5-ФОСФАТА В НЕЙТРАЛЬНОМ ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Завалишин М. Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
zavalishin00@gmail.com

Научный руководитель: Гамов Г. А.

Определение ионов тяжелых металлов в почве и воде является важной практической проблемой. Расширение спектра соединений, чувствительных к присутствию тяжелых металлов в растворе, представляет большой интерес. Гидразоны, благодаря их хелатирующим свойствам, могут применяться в качестве индикаторов на ионы металлов. Целью настоящей работы являлось исследование устойчивости комплексов ионов  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$  с гидразонами, образованными пиридоксаль-5-фосфатом и 2-фуругидразидом (**2FH**), тиофен-2-карбогидразидом (**T2H**) в водном растворе при pH 7,4, температуре 298,2 К и ионной силе 0,25 М. Условные константы устойчивости и стехиометрия координационных соединений ионов  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$  и оснований Шиффа пиридоксаль-5-фосфата и гидразидов 2-фуранкарбоновой, 2-тиофенкарбоновой кислот при pH 7.4 были определены спектрофотометрическим методом (Таблица 1)

Таблица 1. Константы устойчивости и стехиометрия комплексов оснований Шиффа пиридоксаль-5-фосфата и 2-фуругидразида (**2FH**), тиофен-2-карбогидразида (**T2H**) с ионами  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$  при pH 7.4,  $I = 0,25$  М,  $T = 298,2$  К.

M	L	$\lg \beta_2'$	Число экспериментов
$Ni^{2+}$	<b>PLP-2FH</b>	10.45±0.20	4
	<b>PLP-T2H</b>	10.70±0.32	3
$Co^{3+}$	<b>PLP-2FH</b>	14.75±0.06	5
	<b>PLP-T2H</b>	15.19±0.32	4
$Cu^{2+}$	<b>PLP-2FH</b>	10.71±0.23	4
	<b>PLP-T2H</b>	11.01±0.11	5

Спектрофотометрически установлено, что ион кобальта(II) в комплексе относительно быстро окисляется растворенным кислородом, образуя комплекс кобальта(III). Ионы кобальта(III) вследствие гидролиза относительно слабо связываются исследованными гидразонами. Все комплексы имеют стехиометрический состав 1:2. Гидразоны, выступающие в качестве комплексообразователей, являются тридентатными лигандами. В комплексообразовании с ионом металла принимают участие гидроксильная группа в остатке пиридоксал-5-фосфата, атом азота (=N-) и карбонильная группа гидразидного остатка.

# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ЩЕЛОЧНОМ РАСТВОРЕ НИТРОЗАМЕЩЕННЫХ ПОРФИРИНОВ

Кокорин М.С.

Научные руководители: д.х.н., проф. Базанов М. И., к.х.н., доц. Березина Н.М. (ИГХТУ)  
Ивановский государственный химико-технологический университет,  
bazanov@isuct.ru

В настоящее время изучение физико-химических и каталитических свойств макрогетероциклических соединений порфиринового ряда представляет большой научный и практический интерес. Среди них особое место могут занять нитрозамещенные. Отличительной особенностью исследованных соединений являлось то, что нитрогруппы располагались как в периферийных заместителях, так и непосредственно в порфириновом макрокольце.

В атмосфере аргона для нитрозамещенных порфиринов (рис1.) определены области редокс-потенциалов, связанных с электровосстановлением  $\pi$ -электронной системы макроцикла и нитрогруппы .

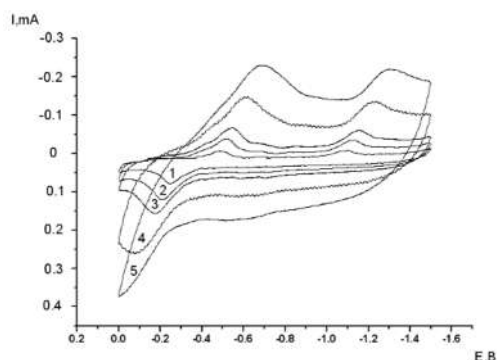


Рис.1. Влияние скорости сканирования на I,E-кривые при введении в электролит аргона для электрода с соединением 10,15(20)-динитро-5-фенил-2,3,7,8,12,13,17,18-октаметилпорфин.

V, мВ/с: 1-5; 2-10; 3-20; 4-50; 5-100

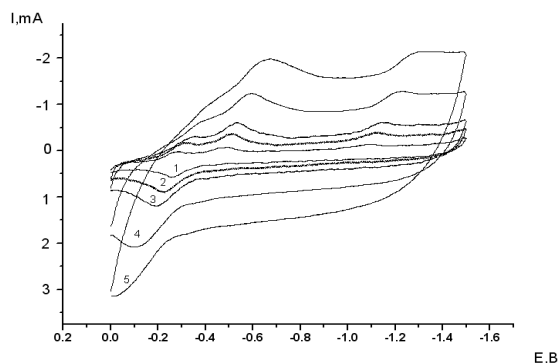


Рис.2. Влияние скорости сканирования на I,E-кривые при введении в электролит газообразный кислород для электрода с соединением 10,15(20)-динитро-5-фенил-2,3,7,8,12,13,17,18-октаметилпорфин.

, мВ/с: 1-5; 2-10; 3-20; 4-50; 5-100

Как видно из полученных данных на I.E-кривых наблюдается ряд катодных и анодных максимумов, положение которых зависит от скорости сканирования (V). С увеличением V положение катодных максимумов сдвигается в область отрицательных значений потенциала , а анодных – в область положительных. При этом значение редокс потенциалов (полусумма катодных и анодных максимумов) изменяется незначительно. Дополнительное введение в электролит газообразного кислорода (рис.2) приводит к возникновению дополнительного максимума в области потенциалов (-0.1 ÷ -0.4 В), который связан с процессом электровосстановления молекулярного кислорода. Последующая обработка экспериментальных данных позволила рассчитать эффективное число электронов для процессов электровосстановления нитропроизводных порфиринов и молекулярного кислорода. Высказаны соображения о взаимосвязи химического строения исследованных соединений и их электродокаталитической активности.

# СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ТЕТРАПИРИДИЛПОРФИНА В ВОДНО-ЩЕЛОЧНОМ РАСТВОРЕ

Максимова А. А.

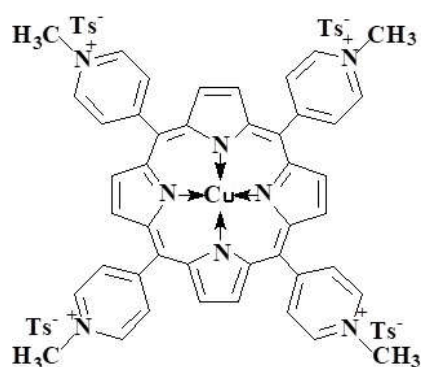
Ивановский государственный химико-технологический университет

[maksimova-sasha@mail.ru](mailto:maksimova-sasha@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Березина Н. М.

Изучение электрохимических и электрокаталитических свойств металлопорфиринов имеет большое научное и практическое значение, поскольку позволяет разрабатывать новые каталитические системы, получать вещества, обладающие уникальными светочувствительными, полупроводниковыми свойствами, а также глубже понять природу и механизм окислительно-восстановительных процессов, в которых они участвуют.

В работе синтезированы Co- и Cu комплексы 5,10,15,20-тетракис(1'-метил-пирид-4 и 3-ил)порфина тетратозилаты и Fe-комплекс 5,10,15,20-тетракис(1'-метил-пирид-4-ил)порфина тетраиодида. Соединения охарактеризованы методами электронной спектроскопии и масс-спектрометрии.

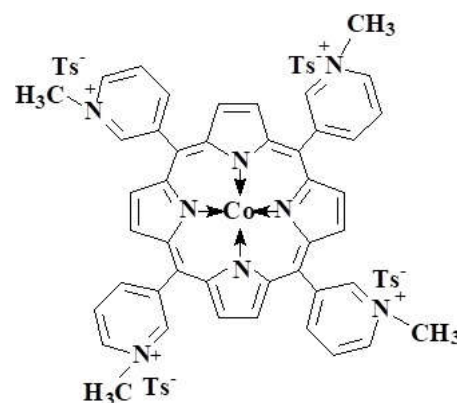


Методом циклической вольтамперометрии изучены электрохимические свойства и электрокаталитическая активность металлокомплексов тетрапиридилпорфина в реакции электровосстановления O<sub>2</sub> в 0,1М КОН. Определено влияние положения гетероатома в пиридинных фрагментах, влияние природы металла в молекуле порфирина на характер циклических, значения редокс-потенциалов и электрокаталитическую активность соединений.

В атмосфере аргона металлокомплексы подвергаются трем электрохимическим превращениям по макроциклу: первый связан с электровосстановлением π-сопряженной системы и образовании анион-радикала, второй — соответствует локализации второго электрона в π-электронной системе макроцикла, третий — с дальнейшим электровосстановлением макроцикла. Для комплексов также зафиксирован дополнительный электронный переход, связанный с процессом окисления (восстановления), локализованный на атоме металла. Влияние изомерии пиридинного заместителя соединений проявляется в смещении редокс-потенциалов процессов восстановления по макроциклу.

Рост каталитической активности исследуемых соединений приводит к эффекту деполяризации, проявляющемуся в смещении волны электровосстановления O<sub>2</sub> и потенциала полуволны  $E_{1/2}(O_2)$  в область положительных значений по сравнению с системой без катализатора, что свидетельствует об участии изученных комплексов в электрокатализе рассматриваемого процесса.

Деполяризационный эффект  $\Delta E_{1/2}(O_2)$  для Co(1'-метил-Ру-3)<sub>4</sub>P (Ts<sup>-</sup>)<sub>4</sub> и Co(1'-метил-Ру-4)<sub>4</sub>P (Ts<sup>-</sup>)<sub>4</sub> составляет 0,14 и 0,16 В, соответственно, что немного выше, чем для незамещенных комплексов Co(Ру-3)<sub>4</sub>P (0,15 В) и Co(Ру-4)<sub>4</sub>P (0,12 В); для Cu(1'-метил-Ру-3)<sub>4</sub>P (Ts<sup>-</sup>)<sub>4</sub> и Cu(1'-метил-Ру-4)<sub>4</sub>P (Ts<sup>-</sup>)<sub>4</sub> составляет 0,10 В, для незамещенных комплексов Cu(Ру-3)<sub>4</sub>P (0,11 В) и Cu(Ру-4)<sub>4</sub>P (0,14 В); для Fe(1'-метил-Ру-4)<sub>4</sub>P(I<sup>-</sup>)<sub>4</sub>  $\Delta E_{1/2}(O_2)$  составляет 0,05 В. Из вышесказанного следует, что Co- и Cu-комплексы, представляют собой достаточно эффективные системы, которые могут представлять интерес при использовании их в качестве гетерогенных и гомогенных катализаторов окислительных процессов с участием молекулярного кислорода.



*Работа выполнена в рамках НИИ Макрогетероциклических соединений.*



# СТАНДАРТНЫЕ ЭНТАЛЬПИИ ОБРАЗОВАНИЯ D,L-3-АМИНОМАСЛЯННОЙ КИСЛОТЫ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ДИССОЦИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Смирнова Д.К.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [hcc@isuct.ru](mailto:hcc@isuct.ru)  
Научный руководитель: д.х.н., профессор Лыткин А.И., к.х.н., н.с. Крутова О.Н. (ИГХТУ)

Аминокислоты относятся к биологически активным веществам, которые используют в качестве модельных соединений белков при изучении различных биохимических процессов. Каждая молекула аминокислоты обладает боковыми радикалами, различающимися по наличию в их структуре заряженных, полярных или гидрофобных групп. Важную роль в биохимических процессах, протекающих в жидких средах, играют гидрофобные взаимодействия.

Полученные новые данные по энтальпиям растворения аминокислот и пептидов в воде могут служить базовой термодинамической информацией, дающей вклад в понимание взаимодействий растворенное вещество-растворитель в биохимических системах.

Определены тепловые эффекты растворения кристаллической аминокислоты в воде и в растворах гидроксида калия при 298,15К прямым калориметрическим методом. В работе использовали препарат D,L-3-аминомаслянной кислоты фирмы «ТСИ» Япония содержание основного вещества 98,0%. Исследуемое вещество перед взятием навесок высушивали при температуре 110°C в сушильном шкафу. Измерения теплот растворения кристаллической D,L-3-аминомаслянной кислоты проводили на калориметре с изотермической оболочкой и автоматической записью кривой температура-время. Работа калориметрической установки была проверена по общепринятым калориметрическим стандартам – теплоте растворения кристаллического хлорида калия в воде. Согласование экспериментально полученных теплот растворения  $KCl_{(к)}$  в воде с наиболее надежными литературными данными свидетельствует об отсутствии заметной систематической погрешности в работе калориметрической установки.

Рассчитаны стандартные энтальпии образования кристаллической D,L-3-аминомаслянной кислоты и продуктов ее диссоциации в водном растворе, они являются ключевыми величинами в термохимии D,L-3-аминомаслянной кислоты, открывают возможности проведения строгих термодинамических расчетов в растворах этого соединения. Приведенные значения термодинамических характеристик существенно пополняют банк термохимических данных для аминокислот. Полученные нами величины создают фундамент практического использования, изучаемых соединений в медицине, позволяет создать композиции с заданными свойствами, модифицировать технологические процессы в нужном направлении, разрабатывать новые лекарственные и диагностические средства.

# ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ТРИГЛИЦИНА С КОБАЛЬТОМ(II) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Фролова К.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
ksenya.fr.good98@gmail.com

Научный руководитель: к.х.н., доцент Горболетова Г. Г. (ИГХТУ)

Комплексы переходных металлов с аминокислотами и пептидами представляют особый интерес, так как они участвуют в транспортировке ионов металлов в живых организмах, а также могут служить моделями металлопротеинов. В последнее время металлокомплексы с аминокислотами и короткими пептидами все чаще используются в фармацевтике как диагностические агенты или химиотерапевтические препараты. Кобальт в биологических системах служит катализатором окислительно-восстановительных реакций.

Ранее потенциометрическим методом было изучено взаимодействие триглицина с ионами  $\text{Co(II)}$  в широком интервале концентрационных соотношений при  $T=298.15 \text{ K}$  и  $I=0.2 \text{ (KNO}_3\text{)}$ . Было установлено существование частиц  $\text{CoL}^+$ ,  $\text{CoH}_1\text{L}$ ,  $\text{CoL}_2$ ,  $\text{CoH}_2\text{L}_2^{2-}$ ,  $\text{CoL}_3^-$ ,  $\text{CoH}_3\text{L}_3^{4-}$  и получены их константы устойчивости.

В настоящей работе прямым калориметрическим методом определены тепловые эффекты реакций образования комплексов  $\text{CoL}^+$ ,  $\text{CoH}_1\text{L}$ ,  $\text{CoL}_2$ ,  $\text{CoH}_2\text{L}_2^{2-}$ ,  $\text{CoL}_3^-$  в водном растворе при температуре  $298.15 \text{ K}$  и ионной силе  $0.2, 0.5, 1.0 \text{ (KNO}_3\text{)}$ . Были измерены энтальпии смешения растворов  $\text{Co(NO}_3\text{)}_2$ , помещенных в ампулу, с находящимися в реакционном стакане растворами триглицина, содержащими фоновый электролит.

Оптимальные пределы изменения концентрации лиганда, а также pH растворов, находили для каждого комплекса путем моделирования системы с помощью программы RRSU. Исследования проводили при соотношениях  $\text{Co} : \text{L} = 1 : 1; 1 : 3; 1 : 5$ . Были измерены также теплоты разведения растворов  $\text{Co(NO}_3\text{)}_2$  в растворах фонового электролита.

Энтальпии образования изучаемых частиц рассчитывали по универсальной программе «HEAT». Были определены стандартные термодинамические характеристики ( $\Delta_r H^\circ$ ,  $\Delta_r G^\circ$ ,  $\Delta_r S^\circ$ ) процессов комплексообразования в исследуемой системе.

Анализ величин изменения энтальпии в процессах комплексообразования иона  $\text{Co}^{2+}$  с триглицином позволяет предположить бидентатную координацию лиганда в моно-, бис- и трискомплексах. Координация осуществляется через атом азота аминогруппы и атом кислорода пептидной группы с образованием пятичленного хелатного кольца. При этом в моно- и бискомплексах лиганд координируется в экваториальном положении, в трискомплексе - в аксиальном положении.

В щелочной среде происходит депротонирование и координация азота пептидной группы триглицина и образование частиц  $\text{CoH}_1\text{L}$  и  $\text{CoH}_2\text{L}_2^{2-}$ . Суммарные процессы диссоциации и комплексообразования характеризуются положительными величинами изменения энтальпии. Следовательно, эндоэффект процесса диссоциации NH-группы триглицина значительно превышает экзоэффект образования связей иона кобальта(II) с азотом аминогруппы и азотом пептидной группы. Величины изменения энтропии в реакциях образования частиц  $\text{CoH}_1\text{L}$  и  $\text{CoH}_2\text{L}_2^{2-}$  отрицательны.

Результаты настоящего исследования показывают, что в процессах взаимодействия  $\text{Co(II)}$  с триглицином участвуют атомы кислорода и азота пептидной группы. Это существенно изменяет термодинамику процессов комплексообразования коротких пептидов по сравнению с аминокислотами. Полученные в настоящей работе величины могут составить основу для обобщений, касающихся строения и поведения низкомолекулярных пептидов в растворе, а также использованы для дальнейших исследований.



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРЕБРЕНИЯ И ЗОЛОЧЕНИЯ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ОПРАВЫ ЯПОНСКОГО МЕЧА

Баранова Ю.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
*yuliya\_baranova\_1997@mail.ru*

Научный руководитель: к. т. н., доцент Шеханов Р.Ф. (ИГХТУ)

Современные технологии художественной обработки металлов и сплавов на их основе настолько хорошо развиты, что могут заменить многие традиционные методы отделки поверхности. Так они свободно заменяют инкрустацию другими металлами, создание мелко- и крупнофактурной поверхности. При этом, существуют такие методы обработки, как химическая и электрохимическая обработка, которые позволяют работать с мелкими и сложнопрофильными изделиями. Современная электрохимическая обработка поверхности заменяет многие методы декоративной отделки металлических изделий, например окрашивание, полирование, инкрустацию. Кроме того, гальванические покрытия несут в себе не только декоративные, но ещё и антикоррозионные свойства, которые отсутствуют у многих металлов. Благодаря этому, существенно снижается стоимость изделий, облегчается технология изготовления и отделки изделия, появляется множество сочетаний декоративной и защитной отделки поверхности.

Основными металлами, которые в настоящее время используются в изготовлении ювелирных изделий, сувенирно-декоративной продукции и бижутерии являются сплавы золота, серебра, и сплавы на основе меди. Электрохимические методы обработки позволяют снизить стоимость изделий и придать им совершенно иной цвет, например, отлитые из бронзы элементы металлической оправы японского меча, могут приобрести благородные серебряные и золотые цвета. Что так же повысит и их стойкость при использовании в солёной воде. [1]

Изготовление художественных изделий начинается с изготовления восковой модели изделия, которая является прообразом готового изделия. Затем эту модель формуют в опоку и заливают расплавленным металлом. Литьё по выплавляемой модели является самым чистым из методов литья и позволяет изготовить мелкие сложнопрофильные изделия, которые не может сделать ни один другой метод обработки металлов. [2] Следующим этапом изготовления оправы будет доработка поверхности. Она включает в себя удаление литниковой системы, зачистка краёв от литейного брака, создание текстуры в некоторых местах поверхности, проработки тонких линий, шлифовку и полировку. [3]

Подготовка поверхности изделия включает в себя не только доведение поверхности до зеркального блеска, но и химическое и электрохимическое обезжиривание, что является одним из важнейших этапов перед нанесением гальванических покрытий. Оптимальным способом очистки поверхности будет электрохимическое обезжиривание.

Придание декоративных и защитных свойств поверхности заключается в осаждение на поверхности изделий покрытий из серебра и золота из цианистых электролитов. Эти электролиты наиболее устойчивы и дают стабильный результат при осаждении. Нанесение данных покрытий заменит использование вставок из драгоценных металлов, что значительно упростит технологию изготовления и удешевит производство. При работе с данными электролитами следует чётко контролировать параметры, которые повлияют на толщину и качество получаемого покрытия и его колористические характеристики. Завершает процесс создания оправы меча нанесение защитного покрытия [4] и сборка по традиционной технологии.

1. Баженов А. Г. История японского меча. — СПб., ТПП «Атлант», «Издательский дом “Балтика”»: 2001.—264 с, с илл.
2. Зотов Б. Н. Художественное литьё: Учеб. пособие для учащихся средних профессионально-технических училищ. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 288 с., ил.
3. Буткарев А. И. Полировка. – М., «ИФ АБ Универсал»: 2001. – 53 с., ил.
4. Румянцева, К.Е. Антикоррозионная защита металлов: учеб.-практ. пособие / К.Е. Румянцева; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2017. – 188 с.

## ПОДГЛАЗУРНАЯ РОСПИСЬ КЕРАМИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ

Богданова Е.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[bogdanova.evgeniya.ru@mail.ru](mailto:bogdanova.evgeniya.ru@mail.ru)

Научные руководители: к.х.н., доцент Филатова Н.В., ст. пр. Ленивцева Е.А.

В керамической промышленности большая часть пигментов – это оксиды разных металлов. В зависимости от металла, его валентности, атомной массы и химической активности краски бывают совершенно разных цветов. Использование чистого оксида кобальта для окрашивания глазурей, использования в качестве пигмента для подглазурной росписи очень нежелательно из-за выделения кислорода при разложении  $\text{Co}_3\text{O}_4 \rightarrow 3\text{CoO} + 1/2\text{O}_2$ . Разложение оксида происходит в области высоких температур, когда глазурь уже частично расплавлена. В итоге – пузыри на поверхности, избавиться от которых практически невозможно. Поэтому оксид кобальта в состав декоративных покрытий вводят через его силикат –  $\text{CoSiO}_4$  или применяют алюмокобальтовую шпинель. На цвет пигмента так же влияют температура и среда обжига.

Кобальтовые пигменты имеют синий цвет, однако, несмотря на это, с их помощью можно создавать объемные, глубокие, много-тоновые работы.

Керамическая краска из оксида кобальта предназначенная для росписи керамики, относится к подглазурным краскам и имеет специфический синий цвет. При этом непосредственно синий цвет проявляется только после политого обжига, а в момент нанесения он имеет серовато-черный оттенок.



Рис. 1 Роспись оксидом кобальта по неглазурованному утельному черепку

В зависимости от концентрации раствора красителя, можно получить различные оттенки после обжига – от светло-голубого до темно-синего. Поэтому сам рисунок составляется путем чередования мазков красителя с разной концентрацией. Такой стиль изображения напоминает графику.

Кроме концентрации раствора красителя так же можно изменять форму кисти и саму форму мазка, в итоге получая разнообразные эффекты и формы.



Рис. 2 Готовое изображение после политого обжига

После декорирования изделие подвергается глазурованию методом окунания и второму политому обжигу. Настоящий цвет красителя проявляется только после политого обжига.

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО ПАННО ИЗ ПОЛУФАРФОРА МЕТОДОМ ПЕРЕГОРОДЧАТОЙ ТЕХНИКИ

Бугрова Ю.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[julitj@list.ru](mailto:julitj@list.ru)

Научные руководители: к.х.н., доцент Филатова Н.В., ст. пр. Ленивцева Е.А.

Один из способов декорирования, использующийся для работы с цветными глазурями – это перегородчатая техника. Для этой техники применимы как бесцветные, так и цветные глазури. Но именно использование цветных глазурей позволяет создавать неповторимые высокохудожественные работы. Керамическое панно выполнено в перегородчатой технике из полуфарфора интересно тем, что рисунок получается с четкими линиями одной толщины, а глазурь заполняет все пространство в контуре.



Рис. 1 Панно «Локи и Сигюн»

Технологический процесс создания изделия начинается с производства гипсовой формы. На стекле размечают размеры пласта и в углы устанавливают планки, смоченные гипсовым раствором.

Начинающий схватываться гипс выкладывают в центр разметки, так чтобы в центре гипс был выше разметных планок. Сверху прижимается второе стекло, и гипсовое тесто заполняет пространство между двумя стеклами, высота которого регулируется планками. Излишки гипса срезаются и удаляются шпателем. Пласт просушивается, а после гравировается по эскизу. Следует соблюдать четкость линий и их глубину.

Для подготовки шликера берется сухая готовая полуфарфорная масса (ПФЛ), вода и электролиты. Компоненты смешиваются в пропелерной мешалке. Полученный шликер выстаивается в течение недели. Перед литьем в гипсовую форму шликер пропускается через сито. Процесс литья осуществляется вручную, наливным методом. В подготовленную гипсовую форму шликер наливается в центр тоненькой, непрерывной струей. Далее изделие на сутки оставляется в форме. Примерная влажность на данном этапе – 14-15%. Затем изделие извлекается из формы и зачищается, исправляются дефекты литья. Сушка производится на стеллажах, скорость сушки должна быть такой, чтобы не происходило коробления пласта. Для этого его края обкладываются, например, влажными газетами. Благодаря этому сушка производится более равномерно.

Обжиг изделия проводят в два этапа.

Первый обжиг – уфельный, производится при 1120° С в течение 20-ти часов. Печь выключается и охлаждается еще 24 часа. По окончании обжига изделия извлекаются и сортируются.

Панно, методом ручной росписи, декорируется цветными глазурями, аккуратно заполняя пространство между перегородками глазурной сспензией. Заливку глазурью можно производить с помощью груши или кисти. На этом этапе следует соблюдать аккуратность и предотвращать смешивание глазурей разных цветов.

Второй, политой обжиг производится при температуре в 960°С в течение 12-ти часов. Печь вновь остужается, изделия извлекаются, сортируются и комплектуются.

## ДЕКОРИРОВАНИЕ КЕРАМИКИ В ТЕХНИКЕ «BUBBLES»

Герасимова А.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
katrina150588@yandex.ru  
Научные руководители: к.х.н., доцент Филатова Н.В., Ленивцева Е.А.

Популярным направлением дизайнерской мысли в области керамики на данный момент является стилизация керамики под различные природные материалы, такие как дерево, камень, мрамор. Благодаря современным технологиям, текстура и рисунок на керамических изделиях зрительно неотличимы от структуры среза различных минералов или дерева разных пород. Стремление к стилизации происходит из-за относительно низкой стоимости керамики, по сравнению с природными материалами. Многие производители предлагают некоторые коллекции сразу в нескольких цветовых решениях, причём для каждого варианта можно подобрать уникальные декоративные элементы.



Рис. 1 Изделия в технике «bubbles»

Керамика, расписанная в технике «bubbles», внешне напоминает структуру мрамора. Для достижения эффекта «мраморной поверхности» необходимо соблюдать насыщенность пигмента в растворе и толщину слоя на поверхности изделия.

Для проведения росписи в данной технике необходимо в емкости смешать керамический пигмент и небольшое количество жидкого мыла или средство для мытья посуды (в качестве керамического пигмента с наилучшей стороны зарекомендовали себя ангобы и подглазурные краски). Далее в нее опускается соломинка, с помощью которой методом раздува создается желаемое количество мыльной пены. Именно эта пена и позволит в дальнейшем получить красивый визуальный эффект.

Перед декорированием необходимо проверить чтобы поверхность керамического изделия была сухой, в противном случае раствор будет стекать и не образовывать потеки. При соприкосновении окрашенной мыльной пены и керамического черепка на поверхности изделия появляются красивые тонкие узоры, которые создают уникальный неповторимый рисунок. Данные действия повторяются столько раз, сколько потребуется, пока не появится ожидаемый узор. Если использовать несколько цветов, то работать с ними нужно поочередно. Чтобы избежать смешения цветов, каждый последующий слой наносится на высушенную поверхность. Когда все пузыри лопнут и красочный слой на поверхности изделия высохнет, приступают к глазурованию и последующему обжигу.

Декорирование данным методом позволяет создавать изделия с уникальным рисунком. Данным способом можно получать как посуду, так и декоративные изделия для интерьера.

# ХУДОЖЕСТВЕННОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШКАТУЛКИ

Емельянова Ю. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

E-mail: Emelyanova.julia@mail.ru

Научный руководитель: аспирант, Шибаев Б.А.

В каждом доме есть предметы быта и декора, не только для хранения ценных вещей и украшений, но и для создания изысканного интерьера. Одним из таких предметов является шкатулка, которая предназначена не только для удобства хранения, но и является предметом искусства. В настоящее время в современном интерьере шкатулка не потеряла актуальности и значительно расширила ассортимент изделий. В последние годы дизайнерские направления в сфере разработки как в аксессуарах, так и в интерьере связаны с применением стекла и металла. Металл олицетворяет надежность, стабильность и прочность, а стекло напротив – легкость и невесомость.

Для формы корпуса шкатулки были взяты лаконичные, строго геометричные пропорции. Такая минималистичная форма характерна для многих современных образцов.

Общий вид изделия близок к стилю классицизм, который позаимствовал свое начало из греческого и римского стиля, но не копируя полностью обретает статичность и четкие линии и не перегружает композицию. Прямоугольная форма с утонченным каркасом и фасетными стеклами напоминает сдержанность и порядок, что свойственно этому стилю.

К дополнению к минималистичной формы было принято решение выполнить более развернутую композицию в виде замка, который берет свое начало в греческой классике. Для реализации проекта был выбран такой металл как медь, так как она обладает низкой температурой плавления, высокой пластичностью. [1] Изделие имеет сложный профиль и с большое количество мелких деталей и завитков поэтому выбор был сделан в пользу художественного литья по выплавляемым моделям.

Выполненный с помощью техники литья, медный корпус и замок, в последующем будут обработаны электрохимическим анодным полированием. Для того, что бы придать изделию законченный декоративный вид, было решено сделать химическое оксидирование, имитирующим состаренную медь. Избирательное удаление окрашенного слоя производят механическим полированием. [2] После завершающей операции декорирования, изделие дополнительно защищается лаком.

## Литература

1. Бошин С. Н. Металлы и сплавы для художественных изделий. Кострома: КГТУ, 1997.
2. Юдина Т.Ф. Специальные технологии художественной обработки материалов: покрытия: Учебное пособие / Иван.гос.хим. - технол. ун-т. – Иваново, 2003. – 168 с. ISBN 5-230-01610-8.



## ПОДГЛАЗУРНАЯ РОСПИСЬ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛАНШЕТОК ПО УТЕЛЬНОМУ ЧЕРЕПКУ

Ковалева А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[bolotnoreflectorniyytrup@mail.ru](mailto:bolotnoreflectorniyytrup@mail.ru)

Научные руководители: к.х.н., доцент Филатова Н.В., ст. пр. Ленивцева Е.А.

Подглазурные краски – это смесь пигментов с флюсом. Пигменты в состав подглазурных красок вводят с помощью цветных шпинелей, а также в виде смеси оксидов металлов с добавлением каолина, оксида алюминия и других компонентов, придающих краскам устойчивость. Применяются они при подглазурной росписи фарфора, фаянса и других изделий тонкой керамики и для изготовления декалькомании.



Рис. 1 Подглазурная роспись по утелю

Существует несколько вариантов подглазурной росписи:

- по сырому изделию;
- по воздушно-сырому изделию;
- по утелю.

Наиболее распространенный из них – живопись по утелю. Когда краски наносятся непосредственно на изделие, прошедший утельный обжи и уже после росписи поверхность с рисунком покрывается глазурью.

Подглазурная роспись чрезвычайно сложна в исполнении. Художник не имеет право ни на малейшую ошибку, поскольку неправильно нанесённые мазки и линии стереть сложно – краска моментально впитывается в шершавый обожжённый керамический черепок.

По технологии мастер наносит краску либо по карандашному контуру, либо сразу кистью. В отличие от других техник, этот способ росписи изделия требует от мастера большей сноровки.

Готовая подглазурная роспись имеет очень мягкие и плавные линии, если глазурь наносится ещё на невысохшую краску. Рисунок получается очень нежным. Листва, вода, шерсть животных чаще всего передаются с помощью такой подглазурной росписи. Более чёткий рисунок получается при нанесении глазури уже на высохшую краску.

Оттенки при росписи и при глазуровании могут зависеть так же и от технологического режима обжига: краски для фарфора обжигают при 1320 – 1410 °С, а для фаянса – при 1140 – 1200 °С.

Костерина И. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[kosterinai@yandex.ru](mailto:kosterinai@yandex.ru)

Научный руководитель: к. т. н., доцент Румянцева К. Е.

Мебель занимает ведущее место в жизни человека из огромного количества предметов и вещей, которые он использует. Ныне, наравне с деревянной и пластиковой мебелью, весомую популярность завоевала мебель из металла. Металлическая мебель прочна, неприхотлива в уходе, экологически безопасна, а также создает определенный стиль. Одним из видов мебели является консольный стол. *Это узкий стол (рис.1), который выглядит как выступ на стене, служащий в качестве подставки под различные предметы.*

*Консольный стол – это элемент интерьера с индивидуальным дизайном, который придает ощущение теплоты и уюта, при этом он очень надежен и основателен. Отличительной особенностью является его уникальность, а также универсальность, так как консоль может располагаться во многих интерьерах.[1]*



Рис.1 Консольный стол

Консоли могут быть разнообразных конструкций, а также различных стилей. Проектируемая консоль разработана с элементами стиля модерн. Характерными чертами этого стиля являются выразительность силуэта и прихотливость извивающихся контуров, пластичность форм и плавность линий.

Такие столы изготавливают не только из дерева и стекла, но и из металла, например, стали. *Она обладает высокой прочностью при доступности сырья и высокой износостойкостью по сравнению с другими материалами. Столешница консольного стола - стеклянная. В этом случае используется контраст материалов.* Блеск стеклянной детали и надежность металла создают устойчивое впечатление воздушности, поставленной на прочную основу.

Консоль выполнена методомковки, преимуществами которой являются надежность, неповторимость каждого проекта. Соединение деталей изделия проводится путем сварки.[2]

*Для защиты изделия от коррозии, создания поверхностного слоя, обладающего хорошими электроизоляционными характеристиками и придания декоративных свойств, целесообразно проводить оксидирование стали. Основой процесса является реакция взаимодействия металла со щелочью и окислителями при нагреве.[3]*

*В завершении предусмотрена дополнительная обработка покрытия акриловым лаком, обладающим такими свойствами, как антикоррозийные свойства, термостойкость и хорошая адгезия, что значительно повышает его защитную способность.*

Таким образом, комбинируя эстетичные качества и функциональность, консоль, выполненная методомковки, с легкостью добавит новые нотки даже в самый простой интерьер.

#### Список литературы:

1. Консольный стол [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://womanadvice.ru/konsolnyy-stolik>
2. Художественная ковка [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://wikimetall.ru/metalloobrabotka/hudozhestvennaya-kovka.html>
3. Химическое оксидирование [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://prodnisha.ru/galvanika/80-khimicheskoe-oksidirovanie.html>

# ДЕКОРИРОВАНИЕ ФАРФОРА МЕТОДОМ НАДГЛАЗУРНОЙ РОСПИСИ

Кузнецова В.А

Ивановский государственный химико-технологический университет

[1160626@isuct.ru](mailto:1160626@isuct.ru)

Научные руководители: к.х.н., доцент Филатова Н.В., ст. пр. Ленивцева Е.А.

Надглазурные краски представляют собой тонкие смеси керамических пигментов с легкоплавкими стеклами, называемыми флюсами. Чаще всего они применяются для декорирования фаянса и фарфора прошедших политей обжиг

По чистоте красок и прозрачности надглазурная живопись напоминает акварельную. Для выполнения рисунка «Поползни» была выбрана фарфоровая глазуванная тарелка. На поверхность наносится надглазурная краска, путем кистевой росписи и тампонирования.



Рис 1. Надглазурная роспись

На первом художник готовит надглазурную краску: флюс смешивается с красителем, полученным из смеси оксидов металла (выбор оксида определяется желаемым цветом) или шпинелей. Для получения интересных редких оттенков допустимо смешивание готовых порошков разных цветов, однако в этом случае необходимо знать свойства соединений, входящих в состав порошков. Смешивать краски, предназначенные для обжига при разных температурах, не допустимо. Предварительно следует создать палитру необходимых красок, где следует заранее опробовать различные варианты смешения пигментов, в противном случае при обжиге полученный цвет может значительно отличаться от задуманного.

Декорирующее изделие, должно помнить о том, что надглазурные краски до обжига имеют тон и интенсивность, которые могут значительно измениться после обжига.

При росписи также необходимо учитывать температуру обжига каждой используемой краски (вначале следует наносить краски с более высокой температурой плавления, например пурпурные) во избежание выгорания легкоплавких красок при декоративном обжиге.

До проведения обжига на декорируемом изделии можно сделать все необходимые исправления (в случае неудачного нанесения рисунка) вплоть до снятия живописного слоя целиком при помощи смоченного в скипидаре тампона. После завершения декоративного обжига живопись также исправляют, повторив её в выгоревших местах, усиливая интенсивность звучания, прописав ещё раз полностью, а затем проведя повторный обжиг. Таким способом можно так же устранить некоторые виды брака, не все.

Завершив роспись, надглазурные краски для закрепления обжигают в муфельной печи. Этот процесс необходимо выполнять при температуре, не превышающей 850 С. Нагрев должен быть постепенным, иначе краски могут вскипеть. Надглазурная роспись после обжига характеризуется чёткостью, выпуклостью рисунка, а также большим разнообразием палитры (оттенков) красок и более интенсивным их звучанием.

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ДЕКОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ КОЖАНОГО БРАСЛЕТА С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ВСТАВКОЙ

Марусенко Л. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

e-mail: mill-will-coffee@yandex.ru

Научный руководитель: Ершова Т. В., Художественный руководитель: Клеменко С.Н.

В последние годы дизайн украшений характеризуется разнообразием художественных решений. Дома моды предлагают большой выбор аксессуаров, подчеркивающих индивидуальность человека. Не так давно в моду вернулась такая деталь гардероба, как кожаный браслет. Среди всех вариантов исполнения особо выделяются изделия из кожи с ювелирной частью. Такие современные украшения подходят и для повседневной жизни, и для особых случаев.

Изначально браслет был сугубо мужским предметом. В период неолита мужчины перетягивали запястье полоской кожи, благодаря этому кисть выдерживала большую нагрузку при метании копья, и это позволяло избежать ряда травм. Браслет также использовался древним человеком в качестве оберега. С многовековым изменением моды браслет потерял свое утилитарное назначение и стал элементом декора.

Развитие производства, технологической оснащенности ювелирных предприятий, использование высокопрофессиональных инструментов привело к снижению стоимости ювелирных изделий и они стали доступны практически всем слоям общества. Это стимулировало к созданию новых направлений изготовления ювелирных изделий. Одним из нововведений в дизайне считается разноцветная гальваника золотыми покрытиями: это красивое и простое изделие с определенной степенью изысканности.

Разработка кожаного браслета с металлической вставкой проходила с учетом новых тенденций. Металлическая вставка выполнена из серебра методом литья по выплавляемым моделям. Форма изделия похожа лист дерева. Его визуально делят на четыре горизонтальные части. Сверху поверхность декорируется разноцветными покрытиями. Электрохимическим осаждением желтого золота получаем желтый цвет на нижней части вставки, и гальваническим осаждением розового золота делаем цвет розового золота на следующей части. Делаем пропуск серебряной части, и на последней верхней части получаем черный цвет оксидированием серебра. Этими процессами добиваемся интересного перехода цвета на форме. Кожаный браслет делается из темно-коричневой натуральной кожи с оттиском небольшого орнамента на поверхности браслета. Крепление металлической вставки получаем методом клепания. Ремешок браслета фиксируется с помощью замка.

Данное изделие современное и имеет свою индивидуальность. Себестоимость изделия согласно выполненным расчетам не высока, но внешний вид будет дорогостоящим. Кожаный браслет с металлической вставкой будет актуален на рынке ювелирных изделий.

1. Куманин, В. И. Материалы для ювелирных изделий/В.И. Куманин, В. Б. Лившиц; под ред. д-ра техн. наук И. В. Голубятникова. - Москва: Астрель; Кладезь - 2012 - 224

2. Флеров А. В. Материаловеденье и технология художественной обработки металлов. Учебник. - М.: Издательство В. Шевчук - 2001. - 288

# ХУДОЖЕСТВЕННОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРЬЕРНОЙ ВЫВЕСКИ

Мильков А.С., Виноградова Е.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

e-mail: [milkov-anton97@mail.ru](mailto:milkov-anton97@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н. доцент Румянцева К.Е.

Различного рода вывески были в ходу ещё в древности, а в настоящее время их актуальность только увеличилась, поэтому данное направление является весьма востребованным. В ходе изучения аналогов вывесок рассмотрены как интерьерные, так и наружные с различным сочетанием материалов. В основном вывески производятся с использованием нескольких материалов: металл, дерево, стекло, пластик или каких-либо их комбинаций. В результате решено скомбинировать два материала с акцентом на один из них. Основной конструкции выбрана сталь, из которой выполнены основные элементы вывески. Фоновые элементы выполнены из оргстекла.

В ходе разработки проанализированы различные формы изделия и цветовое решение для фоновых деталей и накладок, подобран шрифт для надписи и её расположение на вывеске. Отдельно шла разработка второстепенных элементов, которые дополняли бы основные наклейки и являлись связующей составляющей между ними.

Металлы – в наибольшей степени распространенные и широко используемые материалы в производстве и в быту человека. Для изготовления основных деталей выбрана сталь 3(ст3сп), так как она применяется в качестве основы при изготовлении большого количества различных заготовок. Это связано с ее с уникальными физическими и механическими свойствами: она имеет высокую прочность и значительную пластичность, хорошо обрабатывается, в частности, лазерной резкой резка, которая подходит и по технологическим, и по экономическим параметрам.

Для предотвращения коррозии стали предусмотрено нанесение защитно-декоративных покрытий, обладающих необходимыми оттенками. Для придания поверхности тёмных оттенков проводится химическое оксидирование, для светлых – матовое электролитическое никелирование. Химическое оксидирование стали позволяет получать сплошные слои с малой пористостью и хорошей адгезией, которые имеют защитные свойства в атмосфере с низкой степенью коррозионной агрессивности. Покрытие лаком увеличивает защитные характеристики. Матовый никель отличается меньшей пористостью, высокой пластичностью, меньшей хрупкостью и высокой коррозионной стойкостью по сравнению с другими видами никелевых покрытий.

1. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений. Б.Н. Арзамасов и др.; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова.-2-е изд., испр. и доп.- М: Машиностроение, 1986.- 384 с.

2. Материаловедение и технология металлов: учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. – М.: Издательство Оникс, 2007. – 624с.

3. Дасоян, М.А. Технология электрохимических покрытий : Учеб для средних специальных учебных заведений/М. А. Дасоян, И. Я. Пальмская, Е. В. Сахарова. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 391 с.: ил.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ БРОШЕЙ

Михеева Е.А.

Руководитель: к.т.н., доцент Шеханов Р.Ф.

Ивановский государственный химико-технологический университет.

[lisamik20@gmail.com](mailto:lisamik20@gmail.com)

Представлен проект, целью которого является разработка коллекции брошей и технология изготовления.

Брошь - является одним из видов древних украшений. Со временем данное изделие претерпело множество изменений и через эпоху возрождения приобретает привычный для нас современный образ. В наши дни, стало актуально украшать одежду самыми разнообразными брошами. В брошах есть большой потенциал для выражения авторской идеи. [1].

Основными тенденциями будущего года являются: большие и громоздкие броши, анималистические броши и в виде цветов, стиль поп-арт, handmade и стиль минимализм.[2].

Сохраняя тенденцию минималистических украшений было, решено выбрать для разработки своей коллекции стиль минимализм, сочетающий в себе эффект каллиграфии, так же был разработан и включен шрифт. Идея шрифта была разработана на основе шрифта уличного художника Покраса Лампаса. Данная коллекция брошей имитирует технику рисунка «monoline», которая встречается достаточно редко в нашей стране.[3].

Данная коллекция выступает в поддержку компании UNICEF. Из всех направлений компании наиболее интересным является «Поколение без границ», которая в 2017 году запустила новый проект под названием «Love myself». Компания «Love myself» утверждает мысль, что весь потенциал человека проистекает из любви и уважению к себе.[4].

Украшения выполнены из серебра. В качестве дополнительной защитой серебра от потемнения используется родиевое покрытие. [5]. Для изготовления изделий была выбрана технология литья по выплавляемой модели. На современном рынке этот способ широко распространен для художественного литья. Традиционная технология отливки по выплавляемым моделям сегодня усовершенствовалась, что позволяет снизить последующую механическую обработку.[6,7].

Считаем данный проект актуальным, так как люди, нуждающиеся, в помощи есть всегда. Нося данные украшения, мы в негласно призываем людей оставаться не равнодушными к проблемам людей.

1. Ювелирные изделия: Иллюстрированный типологический словарь, автор-составитель Ванюшова Р.А., Ванюшов Б.Г., Санкт-Петербург, 2000
2. Тенденции брошей.-<https://milady-24.ru/info/ee-velichestvo-brosh.html>
3. 10 фактов о Покрасе Лампаса. Esquire.- <https://esquire.ru/articles/41982-10-facts-pokras-lampas/> - Проверено 21 октября 2018
4. UNICEF #ENDviolence.- <https://www.unicef.org/end-violence>
5. Чукуров П. М. Серебро // Химическая энциклопедия: в 5 т / Зефирова Н. С. (гл. ред.). — М.: Большая Российская энциклопедия, 1995. — Т. 4: Полимерные—Трипсин. — С. 323. — 639 с. — 40 000 экз. — ISBN 5-85270-039-8.; "Неорганические синтезы" сб.1 М.: ИИЛ, 1951 стр. 10
6. Материаловед/ Учебники/ Основы литейного производства/ 3. Способы изготовления отливок. Технологические особенности литья в песчаные формы / 3.6. Заливка литейной формы
7. И. Кремень, В.Г. Юрьев, А.Ф. Бабошкин. Технология шлифования в машиностроении. — Санкт-Петербург: Политехника, 2007. — 425 с. — ISBN 978-5-7325-0517.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКТА НАГРАДНЫХ СПОРТИВНЫХ МЕДАЛЕЙ

Попова Д.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

popova.dasha-2013.ru@yandex.ru

Научный руководитель: к. т. н., доцент Шеханов Р.Ф.

Любая медаль — это годы упорных тренировок. Несколько десятков грамм металла – это десятки литров пота, тысячи часов занятий и тренировок, это характер и талант. И медаль должна быть достойна достижения своего владельца.

Разрабатывается комплект наградных медалей за спортивные заслуги в конкретном виде спорта-восточные единоборства. На аверс медали принято решение изобразить силуэты борцов в боевой позе, а также на фоне будет изображен пейзаж, иероглифы означающие ояма – карате и знак канку. На реверсе будет изображена гора и по кругу предполагается нанесение названия федерации. Медаль имеет круглую форму.

Медаль выполнена из латуни, так как это прочный материал, устойчив к коррозии, достаточно упруг, что позволяет изготавливать продукцию различных форм. Металл легко подвергается обработке резкой, литьем и давлением.[1] Для медалей используется метод литья по выплавляемой модели. Преимущества данного метода являются высокая производительность, высокая точность формы и размеров, низкая шероховатость поверхности.[2]

После литья необходимо подготовить поверхность (механически и химически) перед нанесением покрытия. Для придания поверхности латуни декоративного вида используем железистосинеродистороданистый электролит серебрения. Из электролита осаждаются светлые мелкокристаллические покрытия, обладающие высокой прочностью сцепления с основным металлом, в частности с медью и ее сплавами, без какой-либо специальной обработки. Такой электролит по всем показателям не уступает цианистому и вместе с тем по профессиональной вредности несравненно безопаснее его.[3]

Завершающей операцией производится дополнительная обработка серебряного покрытия от потемнения. Для данного изделия используется родирование. Оно позволяет не только защитить изделия от повреждений, позволяет достичь максимальной прочности изделий, но и придать им изысканный блеск. Блеск пресущ любой победе – это то, ради чего все спортсмены ведут упорные тренировки и вырабатывают выдержку на протяжении всей жизни. Многогранность и значимость спортивных наград заставляет спортсменов идти на большие жертвы, но, тем не менее, они остаются мечтами и грёзами всех, без исключения, борцов за лидерство.

Список литературы.

1. Латунь [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://chem21.info/info/1293052/>
2. Технология литья по выплавляемой модели [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://studfiles.net/preview/1864613/page:17/>
3. Ямпольский А.М. Электролитическое осаждение благородных металлов и редких металлов. Издание 4-е, переработанное и дополненное Л., «Машиностроение» (Ленинградское отделение), 1977 г.

## ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДСВЕЧНИК ИЗ МАЙОЛИКИ

Самойленко Д.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[dashulya9614@mail.ru](mailto:dashulya9614@mail.ru)

Научные руководители: к.х.н., доцент Филатова Н.В., Ленивцева Е.А.

Тематический подсвечник является заказом ООО «Ярославская керамическая мануфактура» на тему «Новый год и Рождество». Опираясь на школу «Ярославской мануфактуры» и их работу с формой и цветом, была проведена работа по созданию внешнего вида изделия.



Рис. 1 Готовый тематический подсвечник

Для изготовления гипсовой формы для шликерной отливки изделия необходимо сделать эскиз будущего изделия. Затем, по эскизу из пластилина вылепливается модель. Главное, на этой стадии работы является то, чтобы все углубления имели сечения открытого усеченного конуса. Это важно при изготовлении самих гипсовых форм и для легкого извлечения будущего изделия. Далее готовую модель заглаживают и изготавливают по ней форму, т.е. делают с неё гипсовый оттиск.



Рис. 2 Гипсовая форма (абажур и основание)

Для изготовления полного комплекта подсвечника потребовалось создать две формы абажур и основание. Так же были изготовлены керамические игрушки для украшения елки.

Для декорирования изделия применялась техника надглазурной росписи по сырой глазури.

Для надглазурной росписи характерна интенсивная яркость красок и большое количество оттенков. Еще одна особенность – рисунок после обжига выпуклый, рельефный, что особенно заметно при соприкосновении с изделием. Эта выпуклость рисунка связана с тем, что краска не покрывается ровным слоем глазури, который скрадывает едва заметные шероховатости, а наносится на ее поверхность.

Композиция изделия выражена в насыщенности цветов и мелких деталей, что позволяет не только в ночное, но и в дневное время суток привлечь внимание окружающих.



## КОЛЛЕКЦИЯ СУВЕНИРНЫХ ТАРЕЛОК «ИГХТУ» ИЗ ФАРФОРА

Сольхуа Д.А

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[diana\\_rose96@mail.ru](mailto:diana_rose96@mail.ru)

Научные руководители: к.х.н., доцент Филатова Н.В., Ленивцева Е.А., Чайка М.С.

Сувенир означает «память», разнообразие сувениров не имеет границ, их можно разделить на промо – сувениры, бизнес – сувениры, VIP – сувениры, праздничные – сувениры и др. Сувенирная коллекция относится к группе изделий плоской керамики и представлена в виде тарелок с изображением символики университета ИГХТУ.



Рис. 1 Коллекция тарелок

Идея создания коллекции возникла на основе исторического факта, а именно, празднования 100-летия университета: от раннего социалистического периода становления вуза с 1918 года и с течением времени преобразованного в университет в наши годы. Точкой опоры для создания коллекции послужило одно из направлений постмодернистского искусства стиль соц – арт.

Данные изделия отображают дух студенчества, творчества, современности в соединении настоящего с социалистической эпохой. В коллекции каждая из тарелок имеет символический смысл. А именно: красный цвет; пятиконечная звезда; серп и молот. В современном мире мы связываем эти символы с получением знаний, как основным трудом студентов, объединение учащихся из разных стран, укрепление дружбы и сотрудничества между всеми студентами университета.

Для коллекции был выбран декор в виде деколи, как наиболее современный вид декорирования. Деколь является недорогим и доступным методом декорирования, обладающим яркой цветовой гаммой и устойчивым к механическим воздействиям. В макетах эскизов просматриваются мелкие детали, толщина линий, четкость контуров фигур и шрифта.

Для изготовления деколей используются надглазурные керамические краски. В процессе высокотемпературного обжига органические компоненты полностью сгорают, а неорганические красители фиксируются в верхнем слое керамической поверхности.

Деколь разрабатывается в графическом редакторе, после чего отправляется в печать. Керамический лазерный принтер распечатывает изображение на специальной гуммированной бумаге, которая покрывается специальным флюсо-содержащим лаком и сушится. Для отделения от бумаги изображения замачиваются на несколько минут в небольшом количестве воды. Из-за использования декстриновой или желатиновой пропитки гуммированной бумаги рисунок способен легко отделиться от основы, а нанесенный при печати деколи лак обеспечивает надежную клейкость с предметом деколирования. После достижения заданных параметров разбухания бумажной основы изображение переносят на изделия: накладывают на выбранную поверхность и аккуратно, не допуская пузырьков воды и воздуха, заломов и трещин, разглаживают губкой или валиком. Профессионально выполненный ракелют – уничтожение посторонних водных и воздушных примесей – важное условие для того, чтобы в партии деколированных изделий не было брака. Декорированные изделия далее обжигают в муфельных электрических печах.

## Секция «Электрохимические технологии»

# ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ СТАЛИ

Антонова А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
koshka13.26@yandex.ru

Научный руководитель: к.т.н. доцент Ершова Т. В.

Гальванические покрытия применяются практически во всех отраслях промышленности для защиты деталей от коррозии и получения новых функциональных свойств: повышенных поверхностной твёрдости, износостойкости, антифрикционной способности и т.п.

Одним из способов получения таких покрытий является химическое никелирование. Химическое никелирование достаточно широко внедряется в гальванотехнику благодаря ценным свойствам покрытия: высокой равномерности, большой твердости, значительной коррозионной стойкости и износостойкости.

Существующие в настоящее время методы химического никелирования обладают определёнными недостатками, в частности, большинство электролитов можно использовать только один раз. В связи с этим, проявляется интерес к способам модификации покрытий и технологических процессов их нанесения. К наиболее перспективным направлениям такого усовершенствования можно отнести электролиты многоразового использования.

Целью настоящей работы является изучение эффективности применения различных комплексообразователей и буферных добавок в составе электролита.

На данном этапе проводилось исследование возможности многоразового использования щелочного электролита химического никелирования.

Для нанесения покрытия применяли раствор, содержащий следующие компоненты: хлористый никель 20-30 г/л, лимоннокислый натрий 45-55 г/л, гипофосфит натрия 20-30 г/л, аммиак водный 25 %-ый. Установлено, что возможно многоразовое использование электролита при условии его корректировки аммиаком.

Полученный результат может стать основой для разработки новых электролитов многоразового использования, более экологичных, с низкой себестоимостью.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ ИГОЛЬЧАТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

Белова В. С., Носков А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
valeria\_bel@mail.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Балмасов А. В.

В данной работе проведено исследование потенциометрических игольчатых электродов для медицинской электромиографической диагностики различных производителей с целью определения наиболее важных критериев качества с целью дальнейшей разработки технологии производства их основных конструктивных элементов. Данная технология будет предполагать замену драгоценных металлов, используемых в качестве материала центрального электрода, на менее дорогостоящие коррозионностойкие материалы, обеспечивающие сохранение эксплуатационных характеристик.

В настоящее время в мире лучшие игольчатые электроды выпускаются несколькими производителями: ALPIN bioMed, Viasys Healthcare, Spes Medica, EBNeuro, изделия этих производителей имеют хорошие технические показатели записи сигнала.

Исследованные в рамках проекта электроды были проанализированы по следующим показателям: стабильность измеряемого потенциала за время исследования 30-60 минут, уровень шумов при регистрации сигнала, электрический импеданс, пропускная способность электрода, площадь поля записи сигнала.

Лучшие результаты по всем исследованным показателям были получены у электродов марки ALPIN bioMed, которые являются эталоном качества. Электроды ALPIN bioMed обеспечивают стабильность измеряемого потенциала  $\pm 5$  мВ за время исследования 30-60 минут, уровень шумов при регистрации сигнала не превысил 20 мкВ, электрический импеданс иглы составил не более 50 кОм, пропускная способность электрода составила 20-2000 Гц, площадь поля записи сигнала 0.07 кв. мм. При этом в данных иглах в качестве центрального электрода используется палладий, что значительно увеличивает их стоимость, из всех исследованных электродов они имеют самую высокую стоимость.

После анализа полученных данных нами была разработана технология, которая предусматривает замену дорогостоящих материалов на более дешёвые. Разработанные по нашей технологии электроды не уступают лучшим мировым образцам по всем показателям, при этом уровень шумов при регистрации сигнала не превысил 15 мкВ и электрический импеданс иглы составил не более 30 кОм, что лучше зарубежных аналогов.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ГРАФИТА

Братков А.В., Мельников А.Г.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[goalkeeper37ru@gmail.com](mailto:goalkeeper37ru@gmail.com)

Научный руководитель: к.т.н., профессор Юдина Т.Ф.

В связи с бурным развитием техники возрастает востребованность в химических источниках тока, обладающих высокими эксплуатационными характеристиками, такими как удельная емкость, способность к большому количеству циклов заряда/разряда с сохранением характеристик, высокой скорости заряда.

Литий-ионные аккумуляторы нашли применение в набирающих популярность гибридных автомобилях, робототехнике мобильной электронике благодаря высокой плотности энергии, быстрому процессу заряда батарей, высокому показателю ресурса, а также низкому показателю саморазряда.

Несмотря на перечисленные достоинства ЛИА, современная промышленность требует удешевления стоимости источника тока, а также увеличение скорости заряда ИТ, увеличение плотности накапливаемой энергии и количества жизненных циклов заряда/разряда ХИТ. Решение этих задач может быть достигнуто в новом типе метал-ионных вторичных источников тока – алюминий ионных аккумуляторах (АИА).

Недавние исследования [1] показали перспективность использования графена в качестве катодного материала для АИА. Для промышленного использования необходимо создать простую и дешевую схему получения графена.

В данной работе исследован процесс получения наночастиц графена методом электрохимического диспергирования графита в серной кислоте. Данный способ характеризуется простотой, отсутствием потребности в использовании агрессивных реагентов (таких как  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})}$ ), возможностью повторного использования электролита, высокой производительностью и потенциальной возможностью крупномасштабного производства графена по сравнению с другими способами. Рассмотрено влияние концентрации серной кислоты на степень окисления поверхности образующихся наночастиц графена, а также влияние ПАВ и условий проведения процесса на выход наночастиц и их концентрацию в растворе.

Методами ИК-Фурье спектроскопии и термогравиметрического анализа установлено, что увеличение концентрации серной кислоты приводит к росту содержания поверхностных кислородсодержащих групп, но при этом увеличивается выход наночастиц. Применение анионоактивного ПАВ на стадии ультразвуковой обработки повышает выход и концентрацию наночастиц в растворе, увеличение концентрации ПАВ до значения критической концентрации мицеллообразования позволяет достичь максимального выхода наночастиц.

В результате работы, выход наночастиц при использовании ПАВ составил 25 %, максимальная концентрация наночастиц в растворе 2,4 мг/мл, без использования ПАВ 18% и 1,8 мг/мл соответственно. Средние латеральные размеры частиц по методу динамического рассеивания света (DLS) составили 200...400 нм. Средняя толщина графеновых пластин по данным рентгеноструктурного анализа составила 1,4 нм. Предварительная оценка себестоимости (исходное сырье и энергоресурсы) получения раствора наночастиц данным способом показала, что для получения водного раствора с концентрацией наночастиц 2,5 мг/мл себестоимость составит ~ 15 руб/л.

1. Mckerracher R.D. Comparison of carbon materials as cathodes for the aluminium-ion battery / R.D. Mckerracher, A. Holland, A. Cruden, R.G.A. Wills // Carbon. – 2019. – V. 144. – p.333-341.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КВАЗИТВЕРДЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГЛИН И ИОННОЙ ЖИДКОСТИ ДИЦИАНАМИДА 1-БУТИЛ-3- МЕТИЛИМИДАЗОЛИЯ

Вагин К.В

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН  
Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[www.isc-ras.ru](http://www.isc-ras.ru), [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [wagin\\_konstantin@mail.ru](mailto:wagin_konstantin@mail.ru)

Научный руководитель: д.т.н., доцент Гришина Е.П (ИХР им. Г.А. Крестова РАН, ИГХТУ)

Создание твердоподобных материалов с ионной проводимостью на основе ионных жидкостей является перспективным направлением исследования в области хранения электрической энергии. Это связано с тем, что большинство устройств с электрохимическими составляющими имеют сравнительно низкий порог высоких температур при эксплуатации. При нарушении герметичности устройства жидкий электролит на основе органических растворителей легко испаряется или вытекает. Ионная жидкость, благодаря высокой термической устойчивости и низкому давлению паров, позволяет создавать устройства, устойчиво работающие в условиях высоких (до 200<sup>0</sup>С) температур, поэтому существует интерес к созданию квази-твердых электролитов, исключаящих вытекание ионпроводящего компонента. Использование глин в качестве загустителя/пористой матрицы не только снижает вероятность утечки ионной жидкости, но и повышает механическую прочность изделия.

Цель данной работы – получение и исследование физико-химических свойств гибридных наноматериалов на основе ионной жидкости дицианамид 1-бутил-3-метилимидазолия ([BMIm][CN)<sub>2</sub>N]) и природных глинистых минералов бентонита (необработанная гидрофильная глина, Sigma-Aldrich), монтмориллонита K10 (кислотно активированный, AcrosOrganics) и галлуазита (Sigma-Aldrich).

Механохимическим способом (путем прямого смешивания с применением вибротамбора и ультразвука) были получены нанокомпозитные материалы на основе соли [BMIm][CN)<sub>2</sub>N]/монтмориллонит K10 (молярное соотношение 2:1), [BMIm][CN)<sub>2</sub>N]/галлуазит (молярное соотношение 2:1) и [BMIm][CN)<sub>2</sub>N]/бентонит (молярное соотношение 1:1). В результате иммобилизации ионной жидкости поверхностью глин было отмечено частичное или полное затвердевание ИЖ в результате межмолекулярных взаимодействий, способствующих образованию квазитвердого тела.

Электропроводность ионной жидкости и ионпроводящих композитов на ее основе измеряли в герметичной кондуктометрической ячейке с гладкими платиновыми электродами при помощи измерителя иммитанса Е 7-20 в диапазоне частот переменного тока 1-100 кГц, напряжение на ячейке 40 мВ, точность измерения не ниже 0.2%. Постоянную кондуктометрической ячейки определяли с использованием 0.01 М раствора KCl. Измерение электропроводности проводили в диапазоне от 253 до 353 К (с шагом в 10 К), температуру в ячейке поддерживали при помощи жидкостного криотермостата LIOP FT с точностью ±0.2 К. Перед измерением образцы термостатировали в течение получаса (для температур свыше 273 К), при температуре от 273 К и ниже термостатирование длилось около часа.

Методом термогравиметрического анализа была исследована термическая устойчивость полученных композитов, проведено исследование нанокомпозитов методом электронной сканирующей микроскопии.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-12012.*

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ХУДОЖЕСТВЕННАЯ РАЗРАБОТКА БРОШИ

Вишнёва Л.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет, факультет неорганической химии и технологии, Иваново, Россия

E-mail: [fevadnya@mail.ru](mailto:fevadnya@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н. доцент Ершова Т.В.

Брошь из металла является стильным и модным аксессуаром с далёкой древности и по сей день, которое не остаётся без внимания окружающих. Брошь оказывает большое влияние на модный мир.

Есть много литературных данных об истории возникновения броши и до наших дней, о различных модных тенденциях. Мною проведён анализ аналогов, рассмотрены варианты по цветовому решению и по форме изделия. В результате было разработано небольшое ювелирное изделие-брошь с природными мотивами для повседневного ношения. Она украсит как деловой костюм, так и повседневную летнюю одежду.

Традиционным материалом для изготовления броши является металл. Прочность, металлический блеск, а также большое количество вариантов электрохимического декорирования позволяет разнообразить выбор цвета и текстуры. Для удобства ношения брошь имеет небольшой вес, а для гармоничности изделия на носимой одежде я выбрала классический серебристый оттенок.

Из множества известных методов изготовления ювелирных изделий я выбрала наиболее распространенный и широко используемый современный метод вакуумного художественного литья. Он позволяет точно передавать форму и фактуру изделия и обеспечивает высокое качество отливки при минимальном количестве дополнительных механических обработок. Изделие изготавливается из серебра, выбор которого обусловлен высокими литейными и декоративными свойствами. Для защиты серебра от потемнения, а также придания изделию голубовато-серебристого оттенка наносится слой родия.

# ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАСТВОРА НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПОЛИРОВАНИИ ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Вячина В.А., Шибаетов Б.А

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
e-mail: [vvyachina@bk.ru](mailto:vvyachina@bk.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Балмасов А. В. (ИГХТУ)

Целью исследований является определение состава растворов для электрохимического полирования конструкционных легированных сталей, обеспечивающих получение высококачественной обработанной поверхности.

Для сравнения использовали следующие электролиты: широко применяемый на практике электролит на основе фосфорной, серной и хромовой кислот, содержащий (% масс.):  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – 65,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 15,  $\text{CrO}_3$  – 5,  $\text{H}_2\text{O}$  – 15 [1], сернофосфорнокислый электролит с добавкой триэаноламина (ТЭА) состава (% масс.):  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – 65,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 15,  $\text{H}_2\text{O}$  – 10, ТЭА – 10, растворы с добавкой 1,4-бутандиола разной концентрации:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – 65%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 15%,  $\text{H}_2\text{O}$  – 10%,  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$  – 10% и  $\text{H}_3\text{PO}_4$  – 65%,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – 15%,  $\text{H}_2\text{O}$  – 15%,  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$  – 5%.

Введение в полирующий раствор добавок органических растворителей, имеющих высокую вязкость, таких как многоатомные спирты и аминоспирты, позволяет уменьшить величину рабочей плотности тока при электрохимическом полировании большого числа металлов. Аминоспирты оказывают на поверхность активирующее действие, т.к. способны к образованию комплексных ионов с металлами, входящими в состав сплавов.

Выявлено, что в результате повышения температуры до 65-70°C достигается наилучший внешний вид образцов из приведенных сталей. Повышенные температуры облегчают процесс химического растворения оксидного слоя, что способствует увеличению выхода по току реакции анодного растворения металла. При этом следует учитывать, что формирование оксидных слоев на поверхности металла при анодной поляризации или воздействии окислителей является одним из важных условий сглаживания микрорельефа [2,3].

Внешний вид поверхности образцов после электрополирования в растворах с органическими добавками лучше, чем при использовании хромсодержащего раствора. В фосфорносернохромовокислом электролите для получения блестящей поверхности необходимо применение более высокой плотности тока – порядка  $3 \cdot 10^4 \text{ А/м}^2$ . Кроме того, этот раствор имеет высокую экологическую опасность.

Применение фосфорносернокислого электролита с добавкой ТЭА взамен фосфорносернохромовокислого представляется перспективным, т.к. позволяет в 2 раза уменьшить шероховатость обработанной поверхности и снизить рабочую плотность тока.

1. Грилихес С.Я. Электрохимическое и химическое полирование: Теория и практика. Влияние на свойство металлов. 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. 1987. 232 с
2. Шибаетов Б.А., Белова В.С., Балмасов А.В. Влияние условий обработки на показатели процесса электрохимического полирования легированных сталей // Известия высших учебных заведений. серия: химия и химическая технология том: 61 номер: 4-5 год: 2018 страницы: 64-71. DOI: 10.6060/tcct.20186104-05.5665.
3. Донцов М.Г., Балмасов А.В., Семенова Н.В. Химическое и электрохимическое полирование меди – сходства и различия. II. Влияние поверхностных слоев. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2008. Т. 51. Вып. 12. С. 54-58.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*



## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ НАСТЕННОГО СВЕТИЛЬНИКА В ФОРМЕ ГИТАРЫ

Дороднова Е.А.

Ивановский Государственный Химико -Технологический Университет, Иваново, Россия,  
Dorodnova-katya@mail.ru.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент Ершова Т.В.

Консультант: старший преподаватель Клименко С.Н.

В настоящее время стало очень популярным преобразование старых вещей. На данный момент популярна естественность линий и цветов, которые являются характерными чертами стиля модерн. Стиль модерн очень близок с музыкальной тематикой, множество музыкальных инструментов выполнены в данном стиле. Подобные изделия украшают музыкальные залы, студии, классы музыкальных школ. Было принято решение изготовления светильника в стиле модерн с присутствием музыкальной тематики. Проводился анализ аналогов светильника, с учетом последних тенденций и разнообразных коллекций, в результате которого были выбраны материалы для изготовления - дерево и металл. Так же подобраны цвета для стиля - черный, коричневый, серый. Главной особенностью изделия будут - металлические накладки в форме цветов и листьев плавно переплетающихся между собой, выполненные с помощью лазерной резки. Для придания накладкам нужного черного цвета и стойкости к коррозии в атмосферных условиях использовалось химическое оксидирование. Перед оксидированием деталь шлифуется на шлифовальном станке и полируется. После механической подготовки накладки обезжириваются в органическом растворителе. Затем следуют стандартные операции подготовки поверхности: обезжиривание в щелочном растворе, активирование в 3-10% растворе  $H_2SO_4$ . Деталь оксидируют в растворе едкого натра. Обработывают хромпиком для улучшения защитных свойств покрытия и закрытия пор. Для повышения срока службы изделия и улучшения его внешнего вида накладки покрывают бесцветным лаком. Сборка изделия заключается в креплении органического стекла к верхней крышке гитары, подводке лампочек внутрь самой гитары.

Список литературы:

1..Юдина, Т. Ф. Основы технологических процессов нанесения защитно-декоративных покрытий металлами и сплавами Учебное пособие / Иван. гос. хим. – технол. ун – т. – Иваново, 2003. – 128 с.

2. История стиля модерн. [Электронный ресурс]. <https://studfiles.net/preview/2010488/page:3/> - статья из интернета.

# ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ ОЛОВО-НИКЕЛЬ ИЗ ОКСАЛАТНО-АММОНИЙНЫХ И ФТОРИД-ХЛОРИДНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Камышева К. А., Матвеева Э. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[zaikakse@yandex.ru](mailto:zaikakse@yandex.ru)

Научные руководители: к.т.н., доц. Шеханов Р. Ф., к.х.н., доц. Гридчин С. Н.

Для защиты черных металлов от коррозии традиционно применяются гальванические покрытия изделий цинком, кадмием, оловом. При этом введение в состав антикоррозионных покрытий металлов подгруппы железа позволяет существенно увеличить срок их защитного действия против коррозии.

В настоящей работе исследованы процессы электролитического осаждения олова, никеля и их сплавов из оксалатно-аммонийных и фторид-хлоридного электролитов сталь 08КП. Поляризационные кривые снимали с помощью потенциостата Р-30J «Элинс» при скорости развертки потенциала 5 мВ/с. Рассеивающую способность электролитов определяли с использованием щелевой ячейки. Внутренние напряжения покрытий оценивали методом гибкого катода. Суммарный коррозионный ток исследуемых двухэлектродных систем определяли по методу Розенфельда. Микрорельеф поверхности исследовали с помощью атомно-силового микроскопа Solver 47 Pro. Атомно-абсорбционным методом установлен химический состав сплавов олово-никель. При осаждении из оксалатно-аммонийных электролитов содержание никеля составило 23%, а из фторид-хлоридного 30%.

Оксалатно-аммонийные электролиты для получения сплавов олово-никель характеризуются высокой поляризуемостью в рабочем интервале плотностей тока, которая наряду с высокой поляризацией, способствует образованию мелкокристаллических осадков сплава олово-никель. Максимальный наклон поляризационных кривых, полученных в оксалатно-аммонийных электролитах соответствует интервалу катодной плотности тока 0.12-1.0 А/дм<sup>2</sup>. Исследование рассеивающей способности показало, что у фторид-хлоридного электролита она достаточно низкая и составляет 9.9%, тогда как для оксалатно-аммонийных электролитов осаждения сплавов олово-никель эта величина возрастает почти в четыре раза и достигает 37.2%. Высокая рассеивающая способность оксалатно-аммонийных электролитов дает возможность нанесения покрытий олово-никель на сложнопрофильные изделия. Кроме того, при использовании фторид-хлоридного электролита наблюдалось растрескивание покрытия в процессе электролиза с увеличением его толщины, свидетельствующее о высоких внутренних напряжениях. С ростом толщины покрытия внутренние напряжения в осадках, полученных из оксалатно-аммонийных электролитов, увеличиваются незначительно по сравнению с покрытиями, осажденными из фторид-хлоридного электролита. Коррозионные испытания показали, что в 3% растворе хлорида натрия защитная способность олово-никелевых покрытий, полученных из оксалатно-аммонийных электролитов в 3 раза выше стойкости аналогичных покрытий из фторид-хлоридного электролита. Повышение поляризации при электроосаждении сплавов из оксалатно-аммонийных электролитов обеспечивает увеличение микротвердости и коррозионной устойчивости гальванических покрытий.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ВЗАМЕН КАДМИЕВЫХ.

Капустина А.В.

Ивановский химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [anuta\\_kap@mail.ru](mailto:anuta_kap@mail.ru)  
Научный руководитель: к.т.н. доцент Ершова Т.В. ( ИГХТУ)

Уровень развития современной промышленности предъявляет высокие требования к изделиям, которые эксплуатируются в жестких климатических условиях. Распространенным способом обеспечения высоких антикоррозионных свойств в таких условиях является нанесение кадмиевых покрытий. Однако, процесс кадмирования часто сопровождается наводороживанием стальных изделий, которое создает угрозу преждевременного выхода изделий из строя, а медики и биологи предупреждают о вреде кадмия здоровью человека и окружающей среде.

Работа посвящена исследованию возможности замены процесса кадмирования конкретных деталей на другие более экологически безопасные процессы и повышения скоростей нанесения гальванопокрытий при одновременном снижении удельных материало - и энергозатрат.

Одним из эффективных методов улучшения функциональных свойств гальванопокрытий является электроосаждение сплавов.

Анализ современных литературных данных показал целесообразность исследования для достижения указанной выше цели покрытий олово-цинковыми сплавами и сплавами на основе каждого из этих металлов.

Такие покрытия обладают преимуществами по сравнению с покрытиями, образованными только одним из металлов, и по сравнению с кадмиевыми покрытиями. Их целесообразно использовать взамен кадмирования, например, для предотвращения такого опасного явления, как внезапные и перемежающиеся отказы, а также для снижения объема использования цинковых покрытий, защищающих сталь от атмосферной и микробной коррозии.

Выбраны составы растворов для осаждения сплава олово-цинк. Покрытия наносили на образцы из ламельной ленты. Подготовку поверхности осуществляли стандартным методом с использованием растворов щелочного обезжиривания и активации в разбавленной серной кислоте. Проведен анализ качества покрытий путем осмотра внешнего вида и оценки сцепления покрытий с основой. Доброкачественные, светлые, ровные, полублестящие покрытия получены из электролита, содержащего: хлорид олова - 30 г/л, оксид цинка - 2,5 г/л, молочная кислота (80% р-р) - 50 мл/л, рН - 2.5. Проводятся исследования коррозионной стойкости покрытий.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО СЕРЕБРЕНИЯ

Куканова Н.В.

Ивановский государственный химико – технологический университет,

[kukanova.nataliya@bk.ru](mailto:kukanova.nataliya@bk.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ершова Т.В.

(ИГХТУ)

В настоящее время изделия из пластических масс и композитов в целом ряде отраслей промышленности постепенно вытесняют традиционные конструкционные материалы благодаря малому весу, легкости изготовления и дальнейшей обработки. Однако в ряде случаев возникает необходимость придания поверхности такого рода материалов специальных функциональных свойств, например, электропроводности, стойкости к коррозии в определенных средах и т.п. С этой целью на поверхность диэлектриков наносят слои металлов.

Целью данной работы является получение качественного серебряного покрытия на поверхности АБС – пластика.

На основании анализа современной литературы для исследования были выбраны классические методы предварительной обработки поверхности пластика – обезжиривание, травление, сенсбилизация, активирование и химическое осаждение серебра. Для обезжиривания поверхности использовали стандартный электролит, имеющий в своем составе тринатрийфосфат, кальцинированную соду и едкий натрий. Второй технологической операции – травлению, мы уделили большее внимание, так как на данном этапе снимается корка, образовавшаяся при изготовлении изделия литьем; создается шероховатость поверхности, обеспечивающая сцепления покрытия с основой; формируются активные поверхностные группы. Состав раствора травления будет оказывать влияние на свойства поверхности и качество покрытия. Поэтому, при исследовании процесса травления рассматривали целый ряд растворов и выбрали состав, обеспечивающий наиболее высокое сцепление. Сенсбилизацию проводили в классическом растворе двухлористого олова и соляной кислоты. Активацию выполняли в кислом растворе соли серебра. Для химического серебрения использовали аммиакатный электролит.

По выбранной технологии были получены равномерные, светлые серебряные покрытия, имеющие удовлетворительное сцепление с основой, оцененное методом нанесения сетки царапин.

# КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОЛОВЯНОЙ МАТРИЦЕ С УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕЙ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ

Магомедов Ш.Р. , Кириллов А.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
shamil10.02.1994@gmail.com

Научный руководитель: к.т.н., доц. Ершова Т.В.

Создание композиционных электрохимических (КЭП) покрытий является одним из перспективных направлений современной гальванотехники. КЭП, включающие частицы дисперсной фазы из различных неметаллических материалов, могут обладать новыми уникальными свойствами – повышенной твердостью или пластичностью, износостойкостью, повышенным или пониженным коэффициентом трения, специфическими каталитическими свойствами и т.д.

В последние годы повышается интерес исследователей к использованию в качестве дисперсной фазы наноразмерных углеродсодержащих частиц, таких как нанотрубки, графен, фуллерены и другие модификации графита.

В работе исследована возможность получения композиционных электрохимических покрытий (КЭП) из станнатного электролита оловянирования. Состав электролита: станнат натрия - 45-90 г/л; едкий натр (свободный) - 9-17 г/л; уксуснокислый натрий - 15 г/л. В качестве дисперсной фазы были использованы наноразмерные частицы оксида графена, полученного по технологии, разработанной на кафедре ТЭП ИГХТУ. Дисперсную фазу вводили в электролит в виде водной суспензии. Для повышения устойчивости к суспензии добавляли сульфанол. Суспензию вводили в готовый электролит оловянирования в количестве 1,5мл/л. Осаждали КЭП на образцы из ламельной ленты, размером 2,0 см x 2 см.

Из электролита без добавки дисперсной фазы в рабочем диапазоне плотностей тока 0,5-2,0 А/дм<sup>2</sup> получают хорошо сцепленные с основой покрытия, однако, на краях образцов наблюдаются рост небольших дендритов.

Поляризационные исследования показали, что введение дисперсной фазы оксида графена приводит к повышению катодной поляризации при осаждении покрытия. Из электролита с дисперсной фазой при плотности тока 1,5 А/дм<sup>2</sup> покрытия имеют более светлую и блестящую поверхность и дендриты по краям практически отсутствуют.

В настоящее время проводятся исследования шероховатости и коррозионной стойкости КЭП из станнатного электролита с суспензией оксида графена.

# ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ ЦИНК-ЖЕЛЕЗО ИЗ АММОНИЙНО-СУКЦИНАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Мокрецов Н. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[mnike96@mail.ru](mailto:mnike96@mail.ru)

Научные руководители: к.т.н., доц. Шеханов Р. Ф., к.х.н., доц. Гридчин С. Н.

Вследствие высокой катодной поляризации и незначительного перенапряжения водорода процессы электролитического осаждения никеля и других металлов подгруппы железа весьма чувствительны даже к небольшим изменениям кислотности. Низкая растворимость гидроксидов металлов подгруппы железа существенно ограничивает область допустимых значений pH электроосаждения и вынуждает использовать кислые электролиты, обладающие низкой рассеивающей способностью и выходом по току. Перспективным способом увеличения рабочего интервала pH может служить введение в электролит соединений, способных образовывать с ионами d-металлов устойчивые комплексы, препятствующие выпадению соответствующих гидроксидов. Эффективным источником лигандов, в частности, могут служить соли дикарбоновых кислот. Немаловажными достоинствами этих соединений являются также дешевизна и возможность их разложения в сточных водах.

В настоящей работе исследованы процессы электролитического осаждения цинка и железа из аммонийно-сукцинатных электролитов, и разработан электролит для получения двойного сплава цинк-железо. При экспериментальном исследовании процессов электроосаждения сплавов цинк-железо начальная концентрация  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  варьировала от 0 до 30 г/л,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  – от 0 до 30 г/л,  $H_2C_4H_4O_4$  – от 50 до 120 г/л, KCl – от 0 до 10 г/л, 25% раствор аммиака – до необходимого значения pH (в интервале от 3.0 до 8.0). Диапазон температуры составлял от 18 до 60°C. Покрытия осаждали с помощью лабораторного блока питания MPS-3005L-3 Matrix. Для поддержания температуры электролита использовался термостат UTU-2. Для анализа структуры покрытий использовали метод сканирующей электронной микроскопии, прибор SOLVER 47 PRO (режим полуконтактный). Структуру и состав сплавов изучали на приборе PHENOM PRO X – настольный сканирующий электронный микроскоп с интегрированной системой EDS (энерго-дисперсионный спектральный анализ). Покрытия осаждали на предварительно подготовленные (обезжиренные и активированные) образцы из ламельной ленты (сталь 08кп). Процесс осаждения проводился при катодной плотности тока 1 А/дм<sup>2</sup>. Исследование электрохимического осаждения сплавов цинк-железо проводили путем снятия катодных поляризационных кривых из сукцинатных электролитов. Потенциодинамические кривые снимали с использованием потенциостата Р-30J «Элинс» со скоростью развертки потенциала 5 мВ/с. Результаты выполненных исследований показывают, что введение в электролиты янтарной кислоты обеспечивает получение равномерных мелкокристаллических покрытий сплавами цинк-железо, имеющих хорошее сцепление с основой и характеризующихся высокой микротвёрдостью и коррозионной стойкостью.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Носков А. В., Белова В. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[whitedrunya@gmail.com](mailto:whitedrunya@gmail.com)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Балмасов А. В.

В данной работе проведено исследование зависимости потенциала от времени и коррозионной устойчивости различных металлов, применяемых в медицине для электромиографических измерений. Целью исследования являлся выбор электродных материалов для разработки принципиально новой технологии производства основных элементов концентрических игольчатых электродов. Поскольку игольчатые электроды содержат большое количество драгоценных металлов (платина, золото, палладий) и являются при этом одноразовым изделием, актуальной задачей является нахождение более дешевых материалов, имеющих при этом высокую коррозионную стойкость и обеспечивающих стабильность измеряемых потенциалов, а также низкий уровень шумов при регистрации сигнала при снижении себестоимости их производства.

Для оценки коррозионной устойчивости электродных материалов были проведены хроновольтамперметрические исследования различных металлов в 0,9% растворе NaCl, который моделирует биологическую среду человека. Измерения проводили с помощью потенциостата Elins P30J в режиме линейной развертки потенциала со скоростью 5 мВ/с. Установлено, что для платины и хромоникелевых сталей в интервале потенциалов до 0,5 В анодные токи имеют низкие значения, что свидетельствует о высокой коррозионной стойкости этих материалов. В случае серебра на анодных поляризационных кривых наблюдается максимум тока, обусловленный протеканием процесса образования хлорида серебра на поверхности электрода.

Хронопотенциометрические исследования, проведенные в растворе хлорида натрия при бестоковом потенциале, показали, что из всех исследуемых металлов стабильнее всего ведет себя серебро – изменение потенциала за время эксперимента составило всего 2 мВ. В случае хромоникелевых сталей изменение потенциала составляет 5-7 мВ, при этом наблюдаются осцилляции потенциала с амплитудой до 10 мВ. Потенциал платинового электрода сильно зависит от наличия микропримесей в растворе и за 10 минут эксперимента его изменение может составлять до 70 мВ.

Стабильность электродных потенциалов может быть повышена с помощью электрохимической обработки металлов путем за счет формирования на их поверхности электроактивных слоев.

# БЛЕСТЯЩЕЕ НИКЕЛИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

Царев А.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет,

[pusha\\_3@inbox.ru](mailto:pusha_3@inbox.ru)

Научный руководитель: к.т.н. Ершова Татьяна Вениаминовна

Алюминий – один из наиболее распространенных в природе элементов. Это широко применяющийся конструкционный материал, обладающий небольшой плотностью, легкостью, хорошей теплопроводностью, высокой электрической проводимостью, пластичностью и другими ценными свойствами. Часто на него наносят гальванические покрытия, которые позволяют рационально сочетать ценные свойства основного металла и металла покрытия. В ряде случаев покрытия должны обладать декоративным внешним видом, высоким коэффициентом отражения света. Так как алюминий тяжело поддается механической обработке, целесообразно наносить на него с этой целью блестящие покрытия. Высокое сродство алюминия с кислородом, присутствие на его поверхности оксидной пленки, сильно отрицательный потенциал алюминия после активации который способствует выделению контактного металла, и вызывают трудности в получении доброкачественных покрытий.

Существует много способов модифицирования алюминия: предварительная пескоструйная обработка; двойная цинкатная подготовка и т.д.

У каждого метода есть свои недостатки: например, пескоструйная обработка создает проблемы при получении блестящих покрытий; технологическая схема двойной цинкатной обработки предполагает большое количество операций.

Есть метод непосредственного нанесения никелевых покрытий на алюминий, разработанный на кафедре ТЭП ИГХТУ, обеспечивающий получение прочно-сцепленных с основой матовых покрытий.

Целью работы является исследование возможности получения качественных блестящих никелевых покрытий на алюминий непосредственным способом без специальных операций модифицирования его поверхности.

Для исследования были выбраны сульфатный и сульфаматные электролиты непосредственного никелирования алюминия. В качестве блескообразующих добавок вводили глицерин, сахарин, 1,4 – бутиндиол. С помощью угловой ячейки Халла исследован диапазон рабочих плотностей тока в указанных электролитах. Установлено что при комнатной температуре доброкачественные покрытия в электролите без добавок получаются при низких плотностях тока 0,1-0,5 А/дм<sup>2</sup>. В процессе электролиза наблюдается выделение водорода. При плотностях тока выше 0,5 А/дм<sup>2</sup> получают пригары и осадок приобретает зеленоватый оттенок за счет образования гидроокиси никеля в прикатодном слое. Введение 1,4 - бутиндиола или сахарина приводит к сужению диапазона рабочих плотностей тока до 0,1 – 0,3 А/дм<sup>2</sup>. Добавка глицерина, наоборот способствует к некоторому сдвигу верхней границы диапазона в сторону повышенных плотностей тока.

Дальнейшие исследования предполагают поиски блескообразователей, обеспечивающих более широкий диапазон рабочих плотностей тока и высокий коэффициент отражения поверхности.





# СУШКА ФОРПОЛИМЕРА ПОЛИАКРИЛАМИДА, СОВМЕЩЕННАЯ С ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ

Бобкова Ю. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[yulkaBobkova-97@mail.ru](mailto:yulkaBobkova-97@mail.ru)

Научный руководитель: к. т. н., доцент Липин А. А.

В работе исследовался процесс терморadiационной сушки форполимера полиакриламида, совмещенный с полимеризацией. Целью работы являлось установление влияния параметров процесса (плотности теплового потока от ИК-излучателя, толщины слоя форполимера) на скорость его протекания и свойства получаемого полимера. Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке (рис.1.) по следующей методике. Полученный полимеризацией в концентрированном (20-30 %) водном растворе акриламида форполимер полиакриламида разливался в металлические кюветы, которые помещались под ИК-излучатель. Плотность теплового потока от излучателя регулировалась путем изменения расстояния между образцом форполимера и ИК-излучателем. В ходе сушки через определенные интервалы времени измерялись температура и масса форполимера. Кроме того, через каждые 20 минут отбирались пробы для измерения вязкости. Температура внутренних слоев образца форполимера измерялась с помощью термopар, температура поверхности образца – с помощью пирометра. В опытах варьировалась величина плотности теплового потока от излучателя и толщина слоя образца форполимера.

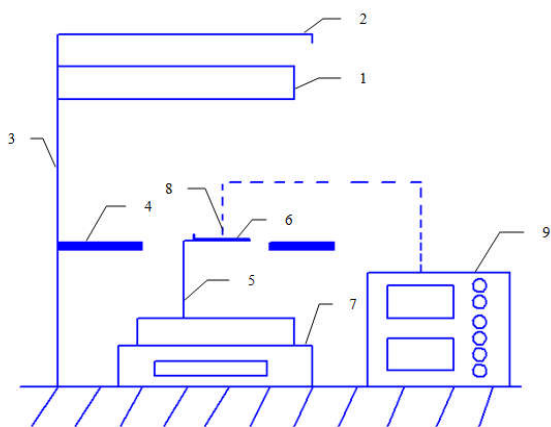


Рис.1. Схема экспериментальной установки: 1 – ИК-излучатель; 2 – отражатель; 3 – штатив; 4 – термозащитный экран; 5 – подставка; 6 – металлическая пластина; 7 – весы; 8 – термopар; 9 – цифровой измеритель.

В результате экспериментальных исследований были получены кривые сушки, температурные кривые и кривые изменения вязкости 1% раствора полиакриламида. Обнаружено наличие значительных температурных градиентов по толщине образцов, достигающих 60-70 °С. Причем вследствие прозрачности форполимера температура внутренних слоев всегда выше, чем наружных. Выявлено, что уменьшение толщины слоя позволяет сократить продолжительность сушки. Однако при синтезе форполимера в 30 %-м растворе мономера не удавалось получить слой толщиной меньше 2 мм. Уменьшение концентрации реакционной массы до 20% позволило получить более текучий форполимер, а вместе с тем меньшую толщину его слоя.

Установлено, что увеличение плотности теплового потока в 1,7 раза при одной и той же толщине образца значительно сокращает продолжительность сушки, однако при этом внутренние слои форполимера нагреваются до 160 °С, что приводит к протеканию побочных реакций сшивки. Это вызывает образование нерастворимого полимера. Об изменении молекулярной массы полимера судили по величине вязкости его 1%-го раствора. Выявлено, что вязкость в процессе сушки возрастает в 3,5 раза. Это свидетельствует о протекании совместно с сушкой процесса полимеризации. Разработано математическое описание процесса терморadiационной сушки форполимера полиакриламида, совмещенного с полимеризацией. Система уравнений математического описания включает уравнения кинетики полимеризации, массоотдачи и теплового баланса. Таким образом, предложенная модель позволяет прогнозировать изменение степени конверсии мономера, влажности и температуры форполимера.

## АДСОРБЦИЯ ВОДЯНЫХ ПАРОВ В СФЕРИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕ ЦЕОЛИТА

Основной причиной образования тумана в производстве серной кислоты является нарушение технологических параметров процесса осушки атмосферного воздуха, осуществляемого в сушильной башне. Так как, в качестве абсорбента в ней выступает агрессивная среда - концентрированная серная кислота, то абсорбер представляет собой сложную конструкцию насадочного аппарата с внутренней футеровкой корпуса. Внутренние устройства башни: колосниковая решетка, система желобов распределения серной кислоты и патронного брызгоуловителя также выполнены из кислотостойкого сплава  $ZrCoCr-Z$ . Несмотря на это, сезонные колебания относительной влажности атмосферного воздуха могут привести к разогреву абсорбента, возрастанию давления насыщенных паров кислоты на выходе из слоя насадки и при контакте с поступающим холодным воздухом повышению вероятности образования тумана.

В работе, на основании обзора литературных источников по сорбционной емкости водяных паров различными сорбентами рис.1, выполнен анализ возможности использования цеолитов с целью осушки технологического воздуха:

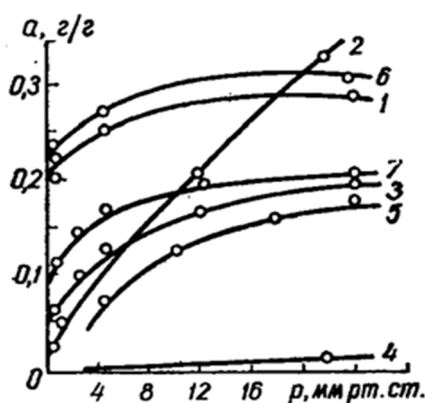


Рис.1. Изотерма адсорбции водяного пара на различных адсорбентах: 1,3-молекулярные сита типа А; 2,4-силикагель; 5-алюмогель; 6,7-цеолит CaNaA.

Изучена кинетика процесса адсорбции водяных паров на сферической частице цеолита 4А диаметром 3мм, выполнено моделирование процесса с расчетом коэффициента массопроводности. Проведенные расчетно-экспериментальные исследования позволили оценить время полного насыщения парами частицами, находящимися в лобовом сечении слоя ( $\tau=5$  с.) и осуществить расчет динамики процесса адсорбции с определением необходимой высоты слоя ( $H=4$ м), загрузки адсорбента ( $201 \text{ м}^3$ ), определить рабочий цикл работы двух абсорберов ( $\tau=22$  часа), установленных в технологической схеме параллельно.

Расчет проводился при расходе технологического воздуха  $150\,000 \text{ м}^3/\text{час}$  в сушильной башне диаметром 8 м при фактивной скорости газовой фазы  $0,8 \text{ м/с}$ . Анализ полученных расчетных данных позволил рекомендовать внесение некоторых изменений в схему сушильно-абсорбционного отделения производства.

## МЕТОДЫ ГРАНУЛИРОВАНИЯ

Болотова О. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
oxbolotova@yandex.ru

Научный руководитель: к. х. н. Романенко Ю. Е.

Грануляция – направленное укрупнение частиц, процесс превращения порошкообразного материала в зерна определенной величины. Грануляция применима для улучшения сыпучести материала. Суммарная поверхность частиц значительно уменьшается при слипании их в гранулы, что приводит к уменьшению трения между частицами при движении.

Различают несколько способов грануляции: влажная, сухая и структурная.

Метод влажного гранулирования предполагает формирование гранул путем продавливания или протирания увлажненных масс через сита. Процесс состоит из следующих последовательных операций: смешивание основных и вспомогательных веществ, увлажнение гранулирующими жидкостями, протирание или продавливание, сушка и опудривание. Данному способу гранулирования подвергаются порошки, имеющие плохую сыпучесть и недостаточную способность к сцеплению между частицами.

Полученные гранулы сушат в сушилках различных типов. Наиболее перспективна сушка в псевдооживленном слое. В некоторых аппаратах операции гранулирования и сушки совмещены. Опудривание гранулята осуществляется свободным нанесением тонкоизмельченных веществ на поверхность гранул с целью предотвращения дальнейшего слипания частиц.

Сухая грануляция – это способ, при котором порошкообразный материал подвергается уплотнению с получением гранулята. Основные стадии процесса сухой грануляции: смешивание порошков, компактирование, измельчение, просеивание, опудривание, прессование. Некоторые стадии могут отсутствовать.

Сухая грануляция применяется в тех случаях, когда влажная грануляция влияет на стабильность или физико-химические характеристики вещества, а также когда вещества после проведения процесса влажной грануляции плохо сжимаются. В настоящее время, применяя способ сухой грануляции, в состав таблетлируемой массы вводят сухие связующие вещества (например, микрокристаллическую целлюлозу, полиэтиленоксид), обеспечивающие под давлением сцепление частиц как гидрофильных, так и гидрофобных.

Структурная грануляция предполагает распыление суспензии основного вещества и увлажнителя или увлажнение порошков связывающим веществом через форсунку. При этом все процессы: смешивание, увлажнение, грануляция, сушка и внесение опудривающих веществ – протекают в одном аппарате.

В настоящее время существует три способа в фармацевтическом производстве: грануляция в дражировочном котле, грануляция распылительным высушиванием, гранулирование в условиях псевдооживления.

Жидкости с содержанием твердой фазы, например растворы, суспензии или расплавы, распыляются в установке псевдооживленного слоя. Вследствие активного теплообмена вода и органические растворители мгновенно испаряются, а образовавшиеся при этом твердые частицы становятся центрами гранулообразования. Они смачиваются новыми порциями жидкости, которая в свою очередь испаряется, образуя новые слои прочной оболочки вокруг исходного центра.

Частицы порошков слипаются между собой, высушиваются теплым воздухом и в результате трения приобретают приблизительно одинаковую, округлую форму. Такие гранулы имеют хорошую сыпучесть и прессуемость. Используют при производстве антибиотиков, ферментов, продуктов из сырья животного и растительного происхождения.

# ОЧИСТКА ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЭЛЕКТРОМЕМБРАННОМ АППАРАТЕ

Василенко К.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[ksushenka1234@mail.ru](mailto:ksushenka1234@mail.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Липин А. Г. (ИГХТУ)

Работа посвящена исследованию процесса электродиализа промывных вод технологической системы нанесения никелевых покрытий. Промывные воды имеют смешанный состав и содержат ионы никеля, натрия, хлорид ионы и сульфат ионы. Электродиализ - перспективное направление реализации безотходных технологий, так как позволяет получать концентрат, используемый как вторичный сырьевой поток и дилуат, подходящий к применению в качестве технической воды в том же технологическом цикле. Исследования проводили на лабораторном трехкамерном электромебранном аппарате. Использовались гетерогенные ионообменные мембраны МА-40 и МК-40. Процесс организован по циркуляционной схеме рис.1. При наложении электрического поля катионы  $I^+$  переносятся из средней камеры через катионообменную мембрану МК-40, одновременно анионы  $R^-$  через анионообменную мембрану МА-40 в анодную камеру. В средней камере аппарата в результате этих процессов происходит снижение концентрации электролита.

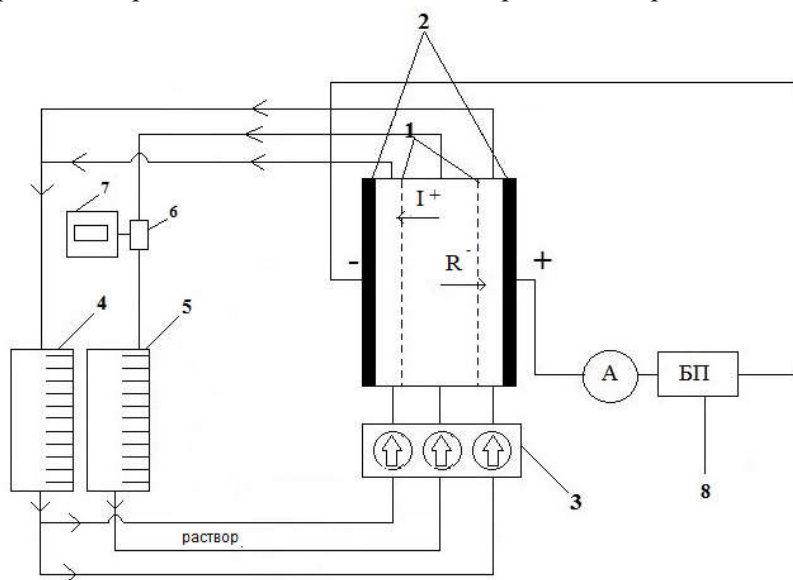


Рис. 1. Схема лабораторной установки: 1 – мембраны, 2 – электроды, 3 – перистальтический насос, 4 – ёмкость концентрата, 5 – ёмкость с исходным раствором, 6 – кондуктометрический датчик, 7 – анализатор жидкости АЖК-3101, 8 – блок питания

Были выполнены эксперименты по исследованию влияния режимных параметров на процесс концентрирования раствора электролита никелирования. Перерабатываемый раствор

подавался в среднюю камеру на обессоливание, через анодную и катодную камеры так же циркулировал раствор аналогичного элементного состава. Опыты проводились с одинаковыми концентрациями исходного раствора, но с различными его объемами в потенциостатическом режиме. Объем обрабатываемого раствора в емкости 5 от опыта к опыту увеличивался. Начальный объем раствора в емкости концентрата 4 не увеличивался, поэтому степень концентрирования от опыта к опыту возрастала. С увеличением объема перерабатываемого раствора усредненное значение концентраций растворов в камерах обессоливания и концентрирования повышаются, что приводит к увеличению как максимального, так и среднего значения плотности тока.

# РАСЧЕТ СТЕПЕНИ РАЗЛОЖЕНИЯ ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ В ЕМКОСТНЫХ РЕАКТОРАХ

Гацына М. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

gatsyna@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Исаев В.Н.

В работе с целью обеспечения наиболее полного разложения фосфатного сырья кислотами предлагается осуществлять расчет степени разложения и необходимого объема оборудования, с учетом интегральной функции распределения времени пребывания (РВП)  $I(\theta)$ , характеризующей доли элементов потока, время пребывания которых внутри аппарата находится в определенных интервалах времени. Тогда масса вещества с временем пребывания в аппарате от  $\tau$  до  $\tau+d\tau$  с учетом разложения определится по выражению (1):

$$M(\tau, \tau + d\tau) = M^H \cdot \int_{\theta}^{\theta+d\theta} I(\theta)d\theta - W(\tau) \cdot d\tau, \quad (1)$$

а количество вещества в произвольный момент времени по уравнению (2)

$$M(\tau) = M^H - \sum_0^N W(\tau) \cdot d\tau, \quad (2)$$

где:  $\int_{\theta}^{\theta+d\theta} I(\theta)d\theta$  - доля вещества, время пребывания которого в аппарате находится в пределах  $(\theta, \theta+d\theta)$ ;

$\theta = \tau / \bar{\tau}$  - безразмерное время;  $W(\tau)$  - скорость растворения, кг/с;  $N$  - количество интервалов функции  $I(\theta) = f(\theta)$  при изменении безразмерного времени от 0 до 1.

Скорость растворения фосфатов [1] может быть определена по уравнению:

$$W(\tau) = k(t) \cdot F(\tau) \cdot C_{H^+}, \quad (3)$$

где:  $C_{H^+}$  - концентрация водородных ионов, моль/л;  $F(\tau)$  - поверхность растворения,  $m^2$ ;  $k(t)$  - константа растворения, зависящая от температуры процесса  $t$  ( $^{\circ}C$ ),  $kg/(c \cdot m^2 \cdot моль/л)$ .

Для определения значения константы растворения фосфатного сырья использовались опытные данные работы [1] по зависимости степени растворения от времени процесса. Идентификацию константы осуществляли из условия достижения степени растворения 98% для частиц размером 0,1 мм за 2 часа. Расчет проводили для каскада реакторов разложения, работающего в производственных условиях, состоящего из двух аппаратов с рабочим объемом 84  $m^3$  и с непрерывным массовым расходом апатита и кислоты 30,5, и 81,5 т/час соответственно. Результаты расчета позволили сделать следующие выводы:

- расчеты степени превращения по условному времени пребывания дают завышенные результаты и могут привести к потерям сырья;

- использование режима идеального перемешивания во втором реакторе каскада нецелесообразно. Более предпочтительным, по нашему мнению, является использование реакторов со структурой потоков приближенной к режиму идеального вытеснения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Широков, Ю.Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ: сборник лабораторных работ с применением ЭВМ / Ю.Г. Широков, Н.Н. Смирнов, В.Ю. Прокофьев; ГОУВПО Иван. гос. химико - технол. ун-т.- Иваново, 1999.- 200с.

# РАСЧЕТ КРИСТАЛЛИЗАТОРА С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ ДЛЯ ОСАЖДЕНИЯ ДИГИДРАТА КАЛЬЦИЯ

Горбунов А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[syaninets@mail.ru](mailto:syaninets@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Исаев В.Н.

Экстракционный способ получения фосфорной кислоты основан на разложении природных фосфатов смесью серной и фосфорной кислоты с осаждением солей сульфата кальция. Основной трудностью такого процесса является возможная кристаллизация кальция на поверхности зерен фосфатов при их растворении и трудность получения крупнокристаллического, хорошо фильтруемого кристаллического осадка.

В работе, с целью разделения процессов растворения и кристаллизации, проведен анализ конструкций аппаратов, используемых для растворения фосфатов и осаждения солей кальция. Установлено, что конструкции этих аппаратов предназначены для получения полидисперсных осадков, а режимы осаждения в них осложнены процессами превращений кристаллогидратов сульфата кальция в зависимости от температуры ведения процесса.

В работе предлагается осуществлять разложения природного фосфата отдельно в две стадии в различных по конструкции аппаратах:

- на первой стадии проводить процесс разложения фосфорной кислотой с образованием монокальцийфосфата в традиционных емкостных реакторах с механическим перемешиванием среды;
- на второй стадии осуществлять осаждение солей кальция серной кислотой в дигидратном режиме в аппаратах с псевдооживленным слоем. Такие конструкции кристаллизаторов используются для получения крупнокристаллических осадков и позволяют проводить процесс кристаллизации в метастабильной области при небольшом контролируемом пересыщении раствора.

Выполненный расчет кристаллизатора показал возможность получения кристаллов до 1,5 мм при скорости роста 0,12 мм/час, позволил определить основные геометрические размеры секций аппарата и его рабочий объем, который составил 83 м<sup>3</sup>. Необходимое количество кристаллизаторов при этом составило 12 штук, их суммарный объем 995 м<sup>3</sup>.

Для сравнения мощности, затрачиваемой на перемешивания, выполнен расчет материального баланса разложения апатитового концентрата с производительностью по Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> 110000 т/год. Результаты расчетов показали, что в предлагаемой установке, по сравнению с базовым производством [1], удельная мощность меньше

Таблица 1

Удельные затраты мощности на перемешивание в аппаратах различных типов

Мощность технологической линии по Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> , тысяч тонн/год	Рабочая емкость аппарата, м <sup>3</sup>	Удельная мощность на перемешивания, кВт/м <sup>3</sup>
Базовое, 110	740	0,82
Базовое, 110	900	0,86
Реконструкция, 110	995	0,66

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Эвенчик, С.Д. Технология фосфорных и комплексных удобрений / С. Д. Эвенчик, А. А. Бродский.- М.: Химия. 1987. 464 с.

# ДЕСТРУКЦИЯ 2,4-ДИХЛОРФЕНОЛА В ПЛАЗМЕ КИСЛОРОДА В ПРИСУТСТВИИ СИЛИКАТНОГО АДСОРБЕНТА

Гусев Г.И., Шаронов А.В., Шильке М.А., Шейченко М.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
grisha.gusev.05@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Гущин А.А.

Хлорированные фенолы представляют собой группы органических загрязнителей, широко распространенных в водных объектах, почвах, являющиеся высокотоксичными соединениями. Одним из наиболее токсичных хлорфенолов является 2,4-дихлорфенол (2,4-ДХФ). Так, для 2,4-ДХФ, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) установила максимально допустимую концентрацию в питьевой воде равную 40 мкг/л, а концентрационный порог, вызывающий неприятный запах и вкус воды составляет 0,1 мкг/л.

Диэлектрический барьерный разряд (ДБР), как один из передовых процессов окисления, в последнее время все чаще применяется в области очистки и контроля загрязнения окружающей среды. По сравнению с обычными подходами обработки, ДБР демонстрирует множество преимуществ, в том числе короткое время обработки, низкая рабочая температура, высокая энергоэффективность и экологичность данного метода. ДБР в кислородной плазме либо над поверхностью раствора или в растворе, приводит к образованию разнообразных активных форм кислорода, которые могут взаимодействовать с загрязнителями и инициировать дальнейшие химические реакции [1].

Работа посвящена определению продуктов деструкции 2,4-дихлорфенола после обработки в плазме диэлектрического барьерного разряда с находящимся внутри реактора насыпным слоем адсорбента, в качестве которого использовался диатомит марки СМД Сорб.

В качестве промежуточных продуктов деструкции были обнаружены карбоновые кислоты и альдегиды. При увеличении мощности, подводимой к разряду, их концентрация увеличивалась, что говорит об неполноте протекающих деструктивных процессов, происходящих в разрядной зоне. Часть продуктов деструкции оставалась на адсорбенте, и впоследствии разрушалась, что подтверждает эффективность использования адсорбционного слоя в разрядной зоне для предотвращения вторичного загрязнения окружающей среды.

Основным параметром, влияющим на кинетику происходящих в разрядной зоне процессов, является время контакта. При увеличении, времени контакта 2,4-ДХФ с разрядной зоной, концентрация снижалась промежуточных продуктов деструкции снижалась, а концентрация  $\text{CO}_2$  и на выходе из реактора увеличивалась, что говорит об изменении кинетических процессов, происходящих в разрядной зоне. Часть продуктов деструкции оставалась на адсорбенте, и впоследствии разрушалась, что подтверждает эффективность использования адсорбционного слоя в разрядной зоне для предотвращения вторичного загрязнения окружающей среды.

Использование коаксиального реактора ДБР совместно с адсорбционным слоем для очистки сточных вод от 2,4-ДХФ является целесообразным с экологической точки зрения, т.к. концентрация образующихся промежуточных продуктов деструкции достаточно мала, часть их сорбируется на диатомите. Конечными продуктами деструкции являются  $\text{CO}_2$ , выход которого составлял порядка 85-90 %, концентрации образующегося угарного газа на выходе из реактора крайне малы.

1. Gushchin, A. A., Grinevich, V. I., Gusev, G. I., Kvitkova, E. Y., & Rybkin, V. V. (2018). Removal of Oil Products from Water Using a Combined Process of Sorption and Plasma Exposure to DBD. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 1021-1033.



# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ФТОРИСТОГО АЛЮМИНИЯ.

Дымич А.М, Назаров В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[zoria666@yandex.ru](mailto:zoria666@yandex.ru) [Nazaroff.Vasya@yandex.ru](mailto:Nazaroff.Vasya@yandex.ru)

Научный руководитель: К.т.н., доцент Постникова И.В. (ИГХТУ)

Фторид алюминия входит в состав флюсов, эмалей, стекол, глазурей, керамики, покрытий сварочных электродов; является катализатором в органическом синтезе, используется при производстве электролитического алюминия для корректировки состава электролита.

Гранулирование связано с изменением агрегатного состояния сред. По этому признаку гранулирование можно классифицировать следующим образом: из жидкой фазы; из твердой фазы; из смеси жидкой и твердой фаз; из газообразной фазы; из смеси жидкой и газообразной фаз; из смеси жидкой, твердой и газообразной.

Эффективность процесса гранулирования зависит от механизма гранулообразования, который, в свою очередь, определяется способом гранулирования и его аппаратным оформлением. В связи с этим методы гранулирования целесообразно классифицировать следующим образом: окатывание; диспергирование жидкости в свободный объем или нейтральную среду; диспергирование жидкости на поверхность гранул, находящихся во взвешенном состоянии; прессование сухих порошков; формование или экструзия.

В зависимости от природных свойств гранулируемых материалов, методы можно классифицировать следующим образом: влажное гранулирование; сухое гранулирование; структурное (гранулирование в кипящем слое).

В основе способа гранулирования лежит использование различных физико-механических и физико-химических процессов, в связи с этим гранулирование можно классифицировать: получение укрупнённых дискретных частиц-гранул из мелкодисперсного материала, связыванием исходных частиц различными механизмами сцепления, агрегирующими частицы в гранулу; деление исходного материала, находящегося в жидкой фазе на отдельные капли, с последующим отвердеванием в процессе кристаллизации или сушки; деление струи высоковязких материалов путём продавливания через калиброванные отверстия; деление крупного куса материала на отдельные мелкие части методами дробления, резки, фрезерования пр..

Цель нашей научной работы – изучение возможности гранулирования фтористого алюминия методом окатывания с одновременной механоактивацией порошка в аппарате с высокоскоростными рабочими органами.

Гранулирование методом окатывания проводят в БГ, БГС, шнековых грануляторах, аммонизаторах-грануляторах.

Нами было рассмотрено влияние механоактивации на растворимость фтористого алюминия.

По результатам титрования рассчитали концентрацию  $AlF_3$  до и после механоактивации, величины концентраций соответственно  $C_1=0,081$  г/(100 мл) для порошка до механоактивации,  $C_2=0,084$  г/(100 мл), после механоактивации при 5010 об/мин (самая мелкодисперсная фракция). Так как полученные значения значения близки можно сделать вывод, о том, что размеры частиц порошка на растворимость в воде существенно не влияют.

Поэтому, в дальнейшем необходимо: либо изменить режим обработки сыпучего  $AlF_3$  и его анализа; либо проводить анализ растворимости в другом растворителе; либо в качестве связующего при гранулировании выбрать другое вещество, растворимость  $AlF_3$  в котором существенно выше, чем в воде.

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРИРОВАНИЯ ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА МАЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ В РЕАКТОРЕ СМЕШЕНИЯ

Жемчугов И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[zhemchugovia@gmail.com](mailto:zhemchugovia@gmail.com)

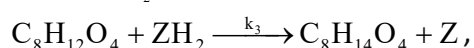
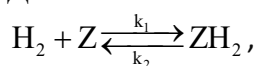
Научный руководитель: к.х.н. Романенко Ю.Е.

В работе проведено комплексное исследование кинетики жидкофазного гидрирования диэтилового эфира малеиновой кислоты и ацетона на скелетном никелевом катализаторе в водных растворах 2-пропанола различного состава, включая воду и 2-пропанол.

Сопоставление полученных нами экспериментальных зависимостей с распределением форм водорода в зависимости от состава водного раствора 2-пропанола показывает, что наблюдается корреляция между характером изменений содержания молекулярной формы водорода и активности катализатора в гидрировании двойной связи «углерод-углерод».

На основании полученного массива экспериментальных данных были найдены наблюдаемые константы скорости гидрирования в растворителях с различным содержанием 2-пропанола ( $x_2$ ): 0,09 м.д., 0,23 м.д., 0,68 м.д. и в индивидуальных растворителях.

Для описания химических превращений был выбран следующий механизм реакции:



где  $\text{H}_2$  – водород, подводимый из газовой фазы;  $\text{Z}$  и  $\text{ZH}_2$  – свободные и занятые активные центры поверхности катализатора, способные адсорбировать водород;  $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{O}_4$  – диэтиловый эфир малеиновой кислоты – исходное соединение;  $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_4$  – диэтиловый эфир янтарной кислоты – продукт реакции.

Система дифференциальных уравнений, составленных по закону действующих масс по уравнениям реакции, решалась с использованием метода Эйлера. Сопоставление с экспериментальными данными проводилось по количеству поглощённого водорода. Значения константы скорости химического акта  $k_3$  при проведении модельных расчётов оптимизировали по методу наименьших квадратов. Константы скорости адсорбции и десорбции водорода  $k_1$  и  $k_2$ , найденные по данным литературы [1], варьировались в пределах порядка.

Полученное значение константы скорости адсорбции  $k_1 = (4,60 \pm 0,04) \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{моль} \cdot \text{с}$  входило в интервал значений, полученных из литературы:  $(0,7 \div 8,4) \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$  [1]. Константа скорости десорбции водорода не оказывала существенного влияния на кинетику реакции, поэтому рассчитывалась через константу равновесия  $k_2 = k_1/3,8$ . Оптимальная константа химического акта  $k_3 = (1,46 \pm 0,03) \cdot 10^{-2} \text{ кг}/(\text{моль} \cdot \text{с})$ . Данные приведены для гидрирования в водном растворе 2-пропанола азеотропного состава с навеской скелетного никелевого катализатора 0,5г.

Составлена математическая модель химического реактора жидкофазного гидрирования диэтилового эфира малеиновой кислоты емкостного типа с перемешивающим устройством. Модель позволяет варьировать параметры проведения процесса, например температуру протекания реакции, массу исходных веществ и количество катализатора. Программная реализация выполнена средствами математического пакета Mathcad. Математическая модель отражает основные особенности процесса и позволяет прогнозировать рациональные режимно-технологические параметры процесса.

5. Меркин, А.А. Определение констант скоростей адсорбции водорода на поверхности никелевых катализаторов / А.А. Меркин, Ю.Е. Романенко, О.В. Лефедова // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2014. Т. 57. Вып. 8. с. 93-95.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛЯЦИИ И СУШКИ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПЛОТНОМ СЛОЕ

Зудин С.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), ([zudin37.rus@mail.ru](mailto:zudin37.rus@mail.ru))  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Овчинников Л.Н. (ИГХТУ)

Целью исследования являлось получение гранулированных пролонгированного действия комплексных высококонцентрированных азотно-фосфорных (NP) органо-минеральных удобрений (ОМУ) на основе торфа с добавкой модификатора, заданного химического состава в рациональных технологических условиях их получения.

В работе приведён алгоритм расчёта по регулированию химического состава комплексных NP органо-минеральных удобрений на основе торфа с использованием двух взаимодополняющих подходов : а) для одной усреднённой по размеру гранулы ; б) для заданной производительности установки по твёрдой фазе. Методика расчета по регулированию химического состава удобрений была реализована с применением компьютерной программы Mathcad 15.

Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке, включающей: реактор-смеситель; экструдер-гранулятор; конвективную сушилку с плотным слоем ; электрокалорифер ; прибор для измерения температуры УКТ-38; газодувку ; оборудование и приборы для измерения физико-механических характеристик готового продукта.

Для нахождения рациональных технологических условий получения качественных гранулированных удобрений был выбран метод математического планирования экстремальных экспериментов (ПФЭ).

В качестве исследуемых параметров были выбраны:  $Y_1$  – конечная влажность гранул, доли;  $Y_2$  – прочность гранул, МПа;  $Y_3$  – коэффициент относительного растворения гранул. Независимые переменные:  $X_1$  – температура воздуха под решеткой,  $^{\circ}\text{C}$  ;  $X_2$  – содержание КМЦ в исходной смеси, (масс %);  $X_3$  – время сушки, мин;  $X_4$  – масса слоя, гр.;  $X_5$  – расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{час}$ .

В результате применения экспериментально-статистического метода обработки результатов исследования (ПФЭ) типа  $2^3$  были получены регрессионные зависимости, характеризующие основные качественные характеристики продукта: прочность, влажность, растворимость.

Проверка уравнений на адекватность показала их удовлетворительную сходимость с экспериментом.

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ КЕРАСИНОВОЙ ФРАКЦИИ НЕФТИ

Ивлева Е. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) (ivleva.eka2013@yandex.ru)

Научный руководитель: к. т. н., доцент Шибашов А. В. (ИГХТУ)

В технологическом расчете тарельчатых аппаратов при переходе от теоретических тарелок к реальным используется понятие эффективности тарелки. Существуют различные методы определения эффективности массопередачи контактного устройства, зависящие от модели механизма массопередачи, модели гидродинамической структуры потоков, модели учета уноса и провала, уравнения состояния, физических свойств фаз. Взаимосвязь эффективностей тарелки, работающей с уносом и без, предложено определять из следующего соотношения:

$$\frac{E_{MG}(e=e)}{E_{MG}(e=0)} = 1 - 0.8E_{OG} \cdot \lambda^{0.543} \cdot e \frac{G}{L},$$

где  $\lambda = \frac{mG}{L}$  – фактор разделения; G, L – мольные потоки газа и жидкости, кмоль/с; m – тангенс угла наклона касательной к линии равновесия; e – относительный унос жидкости, кг жидкости/кг газа;  $E_{OG}$  – локальная эффективность массопередачи по газу.

В работе исследована зависимость локального КПД тарелки от величины флегмового числа в процессе ректификации смеси н-нонана и ундекана при атмосферном давлении. КПД тарелки определяли графическим методом, задаваясь различными значениями коэффициента избытка флегмы  $\beta$ . Для каждого  $\beta$  определяли число единиц переноса по паровой фазе методом графического интегрирования. Результаты расчета представлены на рисунке 1.

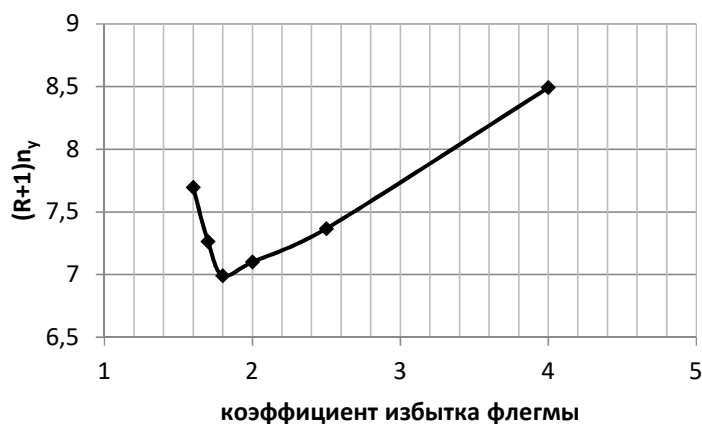


Рис.1. К определению оптимального флегмового числа

Минимум на графике соответствует оптимальному значению коэффициента избытка флегмы,  $\beta$  при этом составляет 1,7. Действительное флегмовое число  $R = R_{\min} \cdot \beta = 0,3 \cdot 1,7 = 0,51$ .

Построение рабочей и равновесной линий на фазовой диаграмме ректификации при флегмовом числе 0,51 позволяет определить число действительных тарелок. КПД колонны можно определить как отношение числа теоретических тарелок к числу действительных тарелок. Согласно проведенным расчетам число теоретических тарелок составило 4,81, а число действительных тарелок 6. КПД колонны:  $\eta = 4,81/6 = 0,8$

Сравнивая полученные результаты с теоретическими данными, согласно которых КПД колпачковой тарелки при данных условиях составляет 0,82, можно сделать вывод о точности проведенных расчетов.

1. Стабников, В.Н. Расчет и конструирование контактных устройств ректификационных и абсорбционных аппаратов [Текст] / В.Н. Стабников. – Киев : Техника, 1970. - 208 с.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ КОМБИНИРОВАННОЙ СУШКИ КЛЕЕВОЙ ЭМУЛЬСИИ НА ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩЕМ МАТЕРИАЛЕ

Ковалев П.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

joda429@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Липин А.А. (ИГХТУ)

Чтобы обеспечить хороший уровень комфорта, как жизни, так и работы, очень важно создать приятную звуковую среду. Для решения этой задачи используют звукоизоляционные материалы. На строительном рынке они представлены очень широко, причем в ряде материалов шумоизоляция сочетается с теплоизоляцией или гидроизоляцией. Широкое распространение среди таких материалов получили листовые композиционные материалы на основе пенополиуретана с битумной пропиткой. При их изготовлении на поверхность композиционного материала наносятся функциональные покрытия: клеевой монтажный слой с одной стороны и защитный антиадгезионный слой с другой.

Для выбора рациональных технологических режимов сушки функциональных покрытий необходимо знать кинетику процесса. В настоящей работе экспериментально исследовалась кинетика комбинированной радиационно-конвективной сушки клеевой эмульсии, служащей основой для адгезионного покрытия. Целью исследований являлось сравнить кинетику сушки клеевой эмульсии комбинированным способом при естественной и вынужденной конвекции.

Экспериментальные исследования проводились по следующей методике. На дно металлической кюветы помещался образец композиционного материала, а тонкий слой клеевой эмульсии формировался на его поверхности. Через определенные промежутки времени измерялись масса образца и его температура. В опытах варьировалась величина плотности теплового потока. Она регулировалась путем изменения расстояния между образцом и источником излучения. В опытах с вынужденной конвекцией использовался вентилятор размеров 4,5 x 4,5 см. Средняя скорость потока воздуха составляла 1,2 м/с.

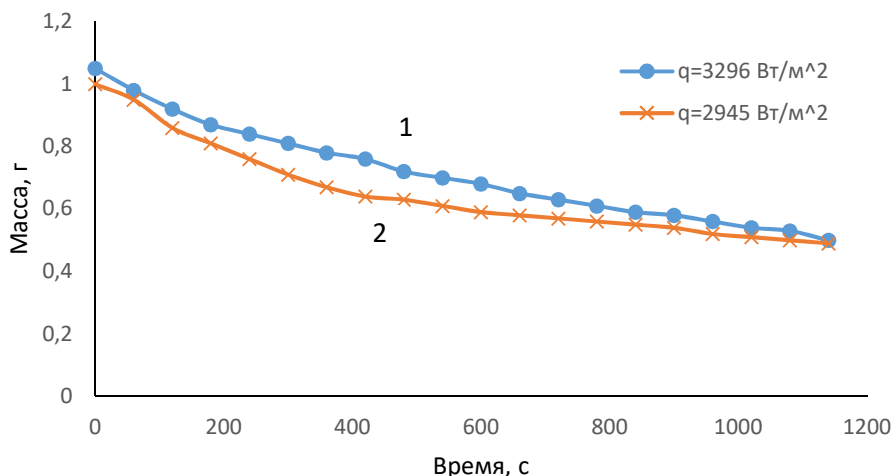


Рис. 1. Убыль массы во времени: 1 – ИК+вынужденная конвекция; 2 – ИК+естественная конвекция

По результатам опытов можно сделать вывод, что применение вынужденной конвекции позволило несколько снизить температуру сушки и избежать критических для материала температур. Выявлено, что при большем значении плотности теплового потока, но с применением вынужденной конвекции и при меньшем значении плотности теплового потока, но при естественной конвекции характер кривой сушки практически одинаков (рис. 1). Из этого следует вывод, что при использовании вынужденной конвекции совместно с ИК-излучением мы можем увеличить тепловой поток, не превышая при этом допустимые для материала температуры.

Разработана математическая модель данного процесса, позволяющая прогнозировать изменение влагосодержания и температуры во времени процесса.

## ВЫБОР МАСЕЛ ДЛЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Корсаков А.А., Мельников А.А., Шилов Н.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
melnikoffwork@yandex.ru

Научный руководитель: к. т. н., доцент Киселев Б. Р. (ФГБОУ ВО «ИГХТУ»)

В работе рассматривается выбор масел для периода приработки зубчатой передачи и стационарного режима работы. Обычно это разные масла. Применение высоковязких масел в стационарном режиме улучшает способность защищать поверхности зубьев колес от истирания, задира и выкрашивания, но увеличиваются затраты мощности на взбалтывание масла, особенно при смазке окупанием. На практике после приработки в основном применяют в редукторах масла сравнительно не высокой вязкости, повышая их несущую способность путем введения присадок. Для приработки зубчатых колес применяются масла с легированными химически активными противозадирными присадки. По окончании приработки такое масло должно быть заменено на менее активное или химически инертное, не вызывающее значительного истирания зубьев. В ином случае происходит прогрессивное истирание, которое характеризуется линейной зависимостью износа. Выбор вязкости масел и смазочных материалов (СМ) для зубчатых передач зависит от твердости поверхностей зубьев, наибольшего удельного давления в контакте зацепления и окружной скорости. Известно, что реологическое поведение масел определяется не только вязкостью, молекулярной массой и молекулярно-массовым распределением особенно в СМ с присадками, но и напряжением и скоростью сдвига, при которых осуществляется течение. Важно установить зависимость вязкости от напряжения или от скорости сдвига и получить при этом закономерности течения смазочного материала. Масла, применяемые в зубчатых редукторах, исследованы на предмет реологии на программируемом вискозиметре Брукфилда DV-11. Испытания проводились на маслах И-40, МС-20, ТАД-17, ZIC G-5, ИГП-114.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы. Зависимость напряжения сдвига ( $\tau$ ) от скорости сдвига ( $\omega$ ) у масел МС-20 и ZIC G-5 имеет наибольшие показатели:  $\tau=135 \cdot 10^{-6}$  МПа при  $\omega=50 \text{ с}^{-1}$ . Средние величины динамической вязкости ( $\delta$ ) при повышении температуры  $t=40\text{C}^\circ$  для МС-20 и ZIC G-5 также имеют наибольшие показатели:  $\delta=2850$  мПас, а самая меньшая динамическая вязкость у масла И-40 –  $\delta=920$  мПас.

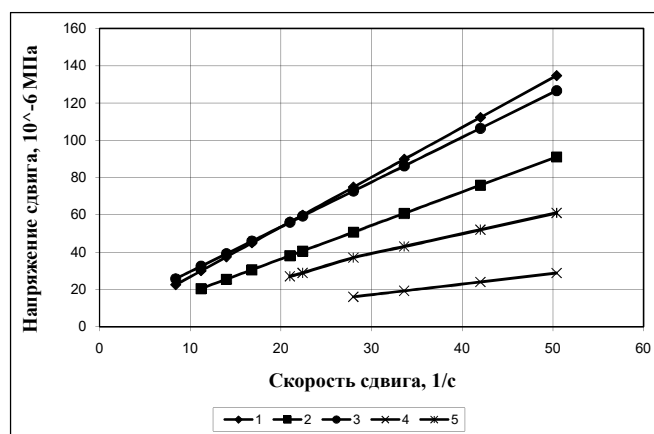


Рис. Зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига в разных маслах: 1 – МС-20; 2 – ИГП-114; 3 – ZIC G-5; 4 – И-40; 5 – ТАД-17

Проблема выбора масла сводится с одной стороны к повышению КПД, задиро- и износостойкости зубчатых передач в период стационарного режима, с другой стороны к оптимальной приработке зубчатой пары с целью обеспечения вышеперечисленных задач. В работе разработаны специальные инактивные добавки для СМ, которые могут быть использованы как в процессе приработки, так и в последующем режиме.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛЯЦИИ И СУШКИ ГРАНУЛ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ОПИЛОК, ТОРФА И МОДИФИКАТОРА В ПЛОТНОМ СЛОЕ

Круглов Н.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), ([n.kruglow@yandex.ru](mailto:n.kruglow@yandex.ru))  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Овчинников Л.Н. (ИГХТУ)

Основные задачи по осуществлению процессов гранулирования и сушки биотоплива предусматривали решение следующих вопросов:

- исследование состава пасты и выдача рекомендаций по её гранулированию и сушке в конвективной сушилке;
- проведение полного факторного эксперимента (ПФЭ) с целью определения рациональных технологических условий сушки гранул;
- исследование физико-механических свойств частиц получаемого продукта.

Исследования выбора рационального состава пасты, приготовленной на основе опилок, торфа и модификатора, предполагали выполнение: а) механическое смешивание заданных навесок компонентов; б) экструзионногранулирование пасты с получением частиц требуемого размера; в) сушку гранул в конвективной сушилке с плотным слоем; г) анализ прочности получаемого продукта. В результате проведённых исследований был разработан состав исходной пасты и готового продукта.

На основании разработанных рекомендаций по приготовлению биопасты было осуществлено планирование эксперимента, которое позволило свести к минимуму число опытов и одновременно выявить оптимальное значение искомой функции. В качестве исследуемых параметров были выбраны:  $Y_1$  – конечная влажность гранул, доли;  $Y_2$  – прочность гранул, МПа; Независимые переменные:  $X_1$  – температура воздуха под решеткой,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $X_2$  – содержание КМЦ в исходной смеси, %;  $X_3$  – время сушки, мин;  $X_4$  – масса слоя, гр.;  $X_5$  – расход воздуха,  $\text{м}^3/\text{час}$ .

Исследования проводились на экспериментальной установке, включающей смеситель компонентов, экструдер - гранулятор, конвективную сушилку с плотным слоем, газодувку, подогреватель воздуха, контрольно-измерительные приборы.

После статистической обработки результатов экспериментальных исследований, включающей проверку значимости коэффициентов регрессионных уравнений и их адекватности, были получены следующие зависимости:

- уравнение для определения влажности гранул:

$$y_1=0.025632-0.003865x_1-0.00677x_3-0.0024625x_5;$$

- уравнение для определения прочности гранул:

$$y_2=0.94512+0.133x_1+0.240125x_2+0.04737x_3-0.067875x_4+0.029875x_5$$

В дальнейшем, используя градиентный метод оптимизации Бокса - Уилсона, экспериментальным путём были получены рациональные технологические условия сушки гранул биотоплива в конвективной сушилке с плотным слоем.

# ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТА АММОНИЯ

Куликова А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[alyonalt@mail.ru](mailto:alyonalt@mail.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Липин А. Г. (ИГХТУ)

Работа посвящена исследованию процесса электродиализа сточных вод производства аммофоса. В отделениях нейтрализации и выпарки образуется конденсат, содержащий аммонийные и фосфатные ионы. Электродиализ сточной воды позволяет получать концентрат, используемый как вторичный сырьевой поток и дилуат, подходящий к применению в качестве технической воды.

Исследования проводили на лабораторном трехкамерном электромембранном аппарате. Использовались гетерогенные ионообменные мембраны МА-40 и МК-40. Процесс организован по циркуляционной схеме. Перерабатываемый раствор подавался в среднюю камеру на обессоливание, через анодную и катодную камеры так же циркулировал раствор монофосфата аммония. При наложении электрического поля в результате катодного процесса образуются ионы  $\text{OH}^-$ , ионы  $\text{NH}_4^+$  переносятся из средней камеры через катионообменную мембрану МК-40. Одновременно в анодной камере образуется и концентрируется фосфорная кислота, вследствие электромиграции ионов  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  через анионообменную мембрану МА-40 и электродного процесса образования  $\text{H}^+$  ионов. В средней камере аппарата в результате этих процессов происходит снижение концентрации монофосфата аммония. Растворы из катодной и анодной камер направляются в одну емкость концентрата, процесс многократно повторяется. Таким образом, в данной емкости концентрация монофосфата аммония увеличивается, а в емкости исходного раствора уменьшается.

Были выполнены эксперименты по исследованию влияния режимных параметров на процесс концентрирования раствора монофосфата аммония. Объем обрабатываемого раствора составлял 0,5 л. Кинетику данного процесса при различных значениях разности потенциалов на электродах характеризуют кривые рисунка 1.

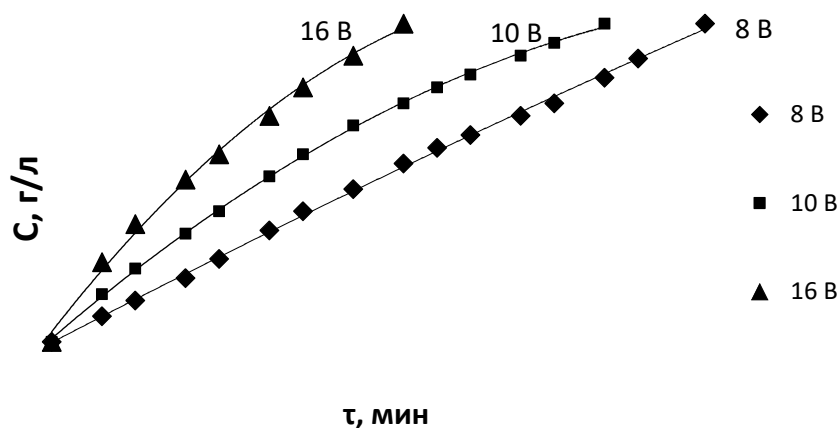


Рис.1. Зависимость содержания монофосфата аммония в концентрате от времени процесса

С увеличением разности потенциалов на электродах с 8 В до 16 В время процесса обессоливания уменьшается с 78 минут до 42 минут. Средние значения плотности тока увеличиваются с  $130,2 \text{ А/м}^2$  до  $212,2 \text{ А/м}^2$ . В данной серии опытов содержание монофосфата аммония в концентрате в конце процесса достигает  $13,5 \text{ г/л}$ , при начальной концентрации исходного раствора  $3,5 \text{ г/л}$ .



# ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ АММОФОСА В АППАРАТАХ БГС

Латышев А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru)([aleks.ru.39@mail.ru](mailto:aleks.ru.39@mail.ru))

Научный руководитель: к. т. н., доцент Гоголев Ю. Г.

Аммофос – азотно-фосфорное растворимое удобрение. Для проведения совмещенных процессов гранулирования и сушки данного типа удобрений применяются разработанные еще во времена СССР барабанные аппараты известные под названием «Сферодайзер», а так же БГС. Все они представляют собой вращающиеся барабаны с внутренней подъемно-лопастной насадкой, установленные с наклоном  $1...3^\circ$  к горизонту. Аппарат БГС отличается от «Сферодайзера» внутренней насадкой, и, в первую очередь, наличием обратного шнека, позволяющего возвращать некоторое количество гранулированного материала в головную часть аппарата (внутренний ретур). При вращении барабана лопатки специального профиля, установленные внутри барабана, проходят через слой продукта в нижней части («завал»), захватывая его и затем ссылая, образуя при этом завесу по всему сечению. На эту завесу с помощью форсунки наносится перерабатываемая пульпа, диспергируемая с помощью сжатого воздуха (или за счет пара, образующегося при работе с трубчатым реактором). В головную часть барабана также подаются топочные газы и внешний ретур.

Недостатками известных барабанов являются недостаточное количество частиц сыпучего материала, находящихся во взвешенном состоянии, и их неравномерное распределение по сечению барабана. Для увеличения производительности БГС необходимо увеличить подачу пульпы в аппарат, что в свою очередь скажется на качестве сушки при использовании стандартной лопастной насадки. Основной задачей моего исследования является поиск и адаптация различных вариантов внутреннего оформления подобных аппаратов.

Одним из решений выше описанной проблемы может послужить конструкция лопастной насадки, представленная в патенте № 2204772, согласно которому, для интенсификации процесса сушки необходимо использовать лопатки, выполненные с профилем, построенным в полярных координатах по уравнению  $r = a\sqrt{\sin\varphi}$ , где  $a$ - максимальное значение радиуса, м;  $\varphi$ - угол поворота лопатки, и ориентированные относительно корпуса барабана таким образом, что прямая, проведенная через ось вращения барабана и начало координат профиля лопатки, имеет угол с касательной к профилю лопатки, проведенной из начала координат, равный углу естественного откоса сыпучего материала, причем от начала координат профиля до точки касания профиля лопатки с корпусом барабана в направлении против часовой стрелки лопатка имеет открытый участок. Барабанная сушилка с лопатками предлагаемого профиля обеспечивает равномерное распределение сыпучего материала по всему внутреннему объему барабана, и интенсифицируют процесс сушки за счет максимального количества частиц, находящихся во взвешенном состоянии.

Так как процесс сушки является одним из самых энергоемких в промышленности, следовательно, увеличение эффективности процессов влагопереноса в гранулах аммофоса приведет к сокращению затрат на теплоагент, а так же к увеличению производительности аппарата.

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРНОГО УЗЛА ОКИСЛЕНИЯ ДИОКСИДА СЕРЫ

Летуновская А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[anna-letunovskaya97@yandex.ru](mailto:anna-letunovskaya97@yandex.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Липин А. Г. (ИГХТУ)

Реакторный узел окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  состоит из контактного аппарата и выносных теплообменников, реализующих функцию рекуперации теплоты реакции. При составлении математической модели каталитического реактора, работающего в адиабатическом режиме, принимали допущение о равенстве температур контактной массы и газовой смеси по горизонтальному сечению аппарата, а также о режиме идеального вытеснения. Система уравнений, описывающая изменение температуры и степени превращения по высоте слоя катализатора при стационарном режиме работы реактора имеет вид:

$$dt_i/dz = (\Delta H \cdot \bar{y}_0 / c_p) \cdot dx_i/dz, \quad (1)$$

$$\frac{dx_i}{dz} = \frac{S \cdot \varepsilon_i}{c_p} \cdot \rho(t, x_i) \frac{k \cdot P}{a} \cdot \frac{1 - x_i}{1 - 0,2x_i} \left[ \beta - \frac{x_i^2}{P \cdot K_p^2 \cdot (1 - x_i)^2} \right]. \quad (2)$$

$$\text{начальные условия: } z=0, t_i=t_{\text{ин}}, x_i=x_{\text{ин}}. \quad (3)$$

В этих уравнениях  $t$  – температура газовой смеси, °С;  $x$  – степень превращения;  $\Delta H$  – тепловой эффект реакции, Дж/кг;  $\bar{y}_0$  – массовая доля  $\text{SO}_2$  в исходной смеси;  $c_p$ ,  $\rho(t, x)$ ,  $G$  – массовая теплоемкость, плотность и массовый расход газовой смеси, соответственно;  $S$  – площадь поперечного сечения аппарата;  $\varepsilon$  – порозность слоя катализатора;  $z$  – координата по высоте реактора;  $\beta = [b - (a \cdot x / 2)] / [1 - (a \cdot x / 2)]$ ,  $k$  – константа скорости реакции,  $\text{с}^{-1} \cdot \text{Па}^{-1}$ ;  $a$ ,  $b$  – начальные концентрации  $\text{SO}_2$  и  $\text{O}_2$ , соответственно, доли;  $P$  – давление, Па;  $K_p$  – константа равновесия,  $\text{Па}^{-0,5}$ ;  $i$  – номер слоя.

Константа скорости реакции окисления в интервале температур 440 – 530 °С может быть рассчитана по формуле

$$k = 0.225 \cdot \exp(-59871/RT). \quad (4)$$

Константа равновесия определяется из уравнения

$$\lg K_p = 4905,5 / T - 6,1425. \quad (5)$$

Тепловой эффект реакции, кДж/моль, в интервале температур 400-700 °С вычисляется по выражению

$$\Delta H = 10142 - 9,26 \cdot T. \quad (6)$$

Математическая модель теплообменника с сосредоточенными параметрами:

$$G_{j1} c_{j1} (t_{j1H} - t_{j1K}) = K \cdot F (t_{j1H} - t_{j2K} - t_{j1K} + t_{j2H}) / \ln[(t_{j1H} - t_{j2K}) / (t_{j1K} - t_{j2H})], \quad (7)$$

$$G_{j1} c_{j1} (t_{j1H} - t_{j1K}) = G_{j2} c_{j2} (t_{j2K} - t_{j2H}), \quad (8)$$

где  $G_{j1}$ ,  $G_{j2}$  – массовые расходы горячего и нагреваемого потоков;  $K_j$  – коэффициент теплопередачи;  $F_j$  – площадь поверхности теплообмена;  $j$  – номер теплообменника.

Система уравнений (1) - (8) дополняется соотношениями характеризующими топологию реакторного узла, уравнениями для расчета теплофизических свойств потоков.

Предложенная математическая модель отражает наиболее важные особенности моделируемого процесса и позволяет прогнозировать степень превращения диоксида серы и температуры потоков в различных точках системы. Решение системы уравнений математического описания реакторного узла осуществлялось средствами программного пакета Chemcad. Выполнен численный эксперимент. Проанализированы статические характеристики реакторного узла.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ГРАНУЛ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ОПИЛОК, ТОРФА И МОДИФИКАТОРА

Медведев С.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), (saskel31@mail.ru)  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Овчинников Л.Н. (ИГХТУ)

Исследование тепломассообменных явлений в процессе сушки гранул в аппарате с плотным слоем проводилось с целью нахождения критериальных уравнений вида  $Sh=f(Re_r)$  (массообмен),  $Nu=f(Re_r)$  (теплообмен) и зависимости влагосодержания гранул от их температуры  $U=f(t_{mat})$  при различных гидродинамических режимах.

Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке, включающей конвективную сушилку с плотным слоем, газодувку, подогреватель воздуха, контрольно-измерительные приборы.

Методика проведения экспериментов предполагала определение во времени изменения влажности исследуемого материала, температуры газа под решёткой и в слое при различных расходах газового теплоносителя. Обработка экспериментальных данных с использованием метода наименьших квадратов (МНК) позволила получить следующие критериальные зависимости тепло - массообмена:

$$Sh = 0.69 \cdot Re^{0.71}$$

$$Nu = 0.69 \cdot Re^{0.71}$$

$$U = 2.068 e^{-0.023tm}$$

Уравнения применимы в диапазоне значений критерия Рейнольдса  $Re_r=200-500$ . Расчет значений критериев Шервуда  $Sh$  и Нуссельта  $Nu$ , коэффициентов массоотдачи  $\beta$  и теплоотдачи  $\alpha$  осуществлялся с помощью компьютерных прикладных программ MatchCAD 15.

Представлена графическая иллюстрация зависимости критерия Шервуда  $Sh$  и коэффициента массоотдачи  $\beta$  от критерия  $Re_r$ . Установлено, что для диапазона значений критерия Шервуда  $Sh=0,9 - 1,2$  коэффициент массоотдачи возрастает и соответственно составляет  $\beta = 0,0024 - 0,0038$  м/с.

Абсолютная погрешность в отклонении опытных и расчётных значений тепломассообменных критериев для указанного диапазона значений критерия Рейнольдса не превышала 5 %.

# Триботехнический стенд для испытаний смазочных материалов

Мельников А.А., Корсаков А.А., Шилов Н.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
melnikoffwork@yandex.ru

Научный руководитель: д.т.н., проф., Колобов М.Ю., к. т. н., доцент Киселев Б. Р.

Для оценки смазочных свойств трансмиссионных масел используются четырехшариковые машины трения типа МАСТ, в которых определяют: критическую нагрузку  $R_k$ , нагрузку сваривания  $R_s$ , показатель износа  $D_k$  и индекс задира  $I_3$ . Более подробные исследования триботехнических характеристик масел и смазочных материалов (СМ) проводят на машинах трения МИ, МТ, СМЦ, УМТ, СМТ и др. На данных машинах трения проводятся модельные триботехнические исследования, которые дают важные информационные результаты испытаний масел и СМ. В практике широко используют способы, позволяющие оценивать показатели технического состояния зубчатых передач на стендах: IAE (Англия), FZG (ФРГ), Ryder (США), Ш-3 (СССР) и др. Стенд FZG работает при одной скорости, то стенды IAE, Ryder и Ш-3 имеют возможность изменять скорости вращения зубчатых колес, причем первый за счет сменных шкивов клиноременной передачи, а два последующих через мультипликатор. Во всех конструкциях нагружение производится в статическом состоянии при помощи рычага с грузами. На этих стендах исследуется работоспособность зубчатых колес при смазке определенными СМ, где оценочным показателем является задиростойкость и износ. По изменению среднего КПД, сравнивая с эталонными данными, судят о триботехническом состоянии испытуемого редуктора и СМ. Недостатком рассматриваемых стендов является отсутствие способа исследования масел и СМ на смазочную способность по коэффициенту трения скольжения в зацеплении зубчатой пары.

В данной работе создан трибостенд для эмпирического определения коэффициента трения скольжения в зацеплении зубчатой передачи при испытании работоспособности смазочного материала с различными присадками. Указанный результат способа определения коэффициента трения скольжения в зубчатой передаче при испытании определенного СМ достигается тем, что прикладывают крутящий и нагружающий моменты, соответственно к ведущему и ведомому валам испытуемого редуктора. Затем измеряют электрические параметры электродвигателя, приводящего редуктор в движение, и создают нагрузку на выходе редуктора, причем сначала устанавливают частотным преобразователем угловую скорость вращения электродвигателя, затем прикладывают нагрузку на ведомый вал редуктора, воздействующей на асинхронный короткозамкнутый электродвигатель через кинематическую связь зубчатого механизма, измеряют потребляемый ток и напряжения по точным приборам класса 0,5 с двух фаз статора, показания которых обрабатываются аналого-цифровым преобразователем типа 1113ПВ1 для расчета коэффициентов трения в зацеплении модулем ПЭВМ по формуле:

$$f = \left( 1 - \frac{M_2 \pi n_{\text{эл}}}{30\sqrt{3} U J \cos \varphi u_{1-2}} \right) \left( \frac{2 \cos \beta}{\pi \varepsilon_{\alpha} \left( \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} \right)} \right), \quad (2)$$

где  $f$  – коэффициент трения скольжения в зубчатой паре;  
 $M_2$  – момент на ведомом валу редуктора (нагрузка), Нм;  
 $n_{\text{эл}}$  – угловая скорость электродвигателя, об/мин;  
 $U$  – среднее напряжение 2-х фаз электродвигателя, В;  
 $J$  – средняя сила тока 2-х фаз электродвигателя, А;  
 $\cos \varphi$  – коэффициент электродвигателя;  
 $u_{1-2}$  – передаточное отношение зубчатой пары;  
 $\beta$  – угол наклона зуба колеса, град. ;  
 $\varepsilon_{\alpha}$  – коэффициент торцового перекрытия зубчатых колес;  
 $Z_1, Z_2$  – количество зубьев, соответственно шестерни, колеса.

# ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ АММИАКА ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ

Муратова К.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет, 0004443333@mail.ru  
Научный руководитель: к.т.н., доцент Шадрина Е.М. (ИГХТУ)

В данной работе предлагается эксергетический анализ процесса абсорбции аммиака водным раствором в аппарате пленочного типа.

Растворение аммиака в воде сопровождается выделением тепловой энергии и повышением температуры смеси, что приводит к снижению растворимости аммиака в воде. При адиабатном ведении процесса температура реагентов повышается от 10 °С до 96 °С. При этом растворимость аммиака при P = 1 ат снижается от 0,378 мас.% до 0,04 мас.%.

Температура смеси при адиабатной абсорбции рассчитывается по уравнению 1:

$$t_K = t_H + \frac{q}{c}(\bar{x}_K - \bar{x}_H), \quad (1)$$

где  $t_K$  и  $t_H$  – конечная и начальная температура, °С;  $q$  – удельная теплота растворения, кДж/кг;  $c$  – удельная массовая теплоемкость воды, кДж/(кг К);  $x_H$  и  $x_K$  – начальная и конечная концентрация аммиачной смеси, кг/кг.

Для более полного поглощения аммиака из воздушной смеси предлагается установка, состоящая из многоступенчатой колонны и теплообменных аппаратов для охлаждения жидкой и газовой фаз после каждой ступени абсорбции.

Произведен расчет и сделан эксергетический анализ для одно-, двух- и трехступенчатой колонны. Составлены материальные, тепловые и эксергетические балансы для предлагаемых систем.

Входящие и выходящие потоки эксергии рассчитывались по уравнениям 2 – 3:

Эксергия для газового потока:

$$E = G \left[ C_p (T - T_0) - T_0 \left( C_p \ln \frac{T}{T_0} - R \ln \frac{P}{P_0} \right) \right], \quad (2)$$

Эксергия потока жидкости:

$$E = L \left[ C_p (T - T_0) - T_0 \left( C_p \ln \frac{T}{T_0} - \beta \frac{\Delta P}{\rho} \right) \right], \quad (3)$$

где  $G$  и  $L$  – массовые расход газа и жидкости, кг/с;  $c_p$  – удельная массовая теплоемкость, кДж/(кг К);  $T_0 = 273,15$  К;  $T$  – абсолютная температура, К;  $R$  – характеристическая газовая постоянная, кДж/кг К;  $P$  – давление в системе, Па;  $P_0 = 1,01 \cdot 10^5$  Па;  $\beta$  – коэффициент объемного расширения жидкости, 1/К;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

На основании эксергетических балансов определен эксергетический КПД:

$$\eta_e = \frac{\sum E''}{\sum E'} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где  $\sum E'$  и  $\sum E''$  – сумма входящих и выходящих потоки эксергии, кВт.

Эксергетический КПД одноступенчатой колонны составляет 24,36%, двухступенчатой – 60,14%; трехступенчатой 71,33%.

Эффективная работа абсорбционной установки позволяет вернуть товарный аммиак в производство.

# РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОЦЕССА КАПСУЛИРОВАНИЯ В АППАРАТЕ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Небукин В.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[nebukin@isuct.ru](mailto:nebukin@isuct.ru)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Липин А. Г. (ИГХТУ)

Капсулирование это процесс заключения частиц некоторого вещества или смеси веществ в оболочки с целью изменения или придания им каких-либо свойств. Капсулирование широко используемый в промышленности процесс. Например, с его помощью получают композиционные материалы, удобрения пролонгированного действия. Капсулирование семян растений позволяет защитить их от воздействия окружающей среды, а так же обеспечить питательными веществами в период прорастания. Использование капсулирования в пищевой промышленности и фармацевтике позволяет регулировать окислительно-восстановительные реакции, корректировать вкус, цвет и запах, увеличивать срок годности и т.д.

В данной работе капсулирование осуществляется путем распыливания эмульсии полимера на частицы псевдоожигенного слоя с помощью пневматических форсунок. Капли капсулянта, столкнувшись с частицами слоя, растекаются по их поверхности, образуя жидкостную плёнку. Удаление растворителя путем сушки приводит к отверждению плёнки.

В докладе рассматривается методика расчета аппарата с псевдоожигенным слоем непрерывного действия для капсулирования дисперсных материалов, позволяющая определить его основные габаритные размеры, оптимальное количество секций и режимно-технологические параметры процесса капсулирования, обеспечивающие полное покрытие поверхности частиц защитной оболочкой и удаление влаги из пленки капсулянта.

Исходными данными для расчета являются: производительность по капсулируемому материалу, относительная масса полимерной оболочки, концентрация эмульсии полимера, температура псевдоожигающего воздуха под газораспределительной решеткой и его влагосодержание, размер гранул и их теплофизические свойства.

На первом этапе проводится расчет критических и рабочей скоростей псевдоожигения и расхода псевдоожигающего воздуха.

На втором этапе рассчитываются коэффициенты тепло- и массоотдачи. Далее проводится расчет расхода эмульсии, тепловой нагрузки аппарата и расхода псевдоожигающего газа.

На следующем этапе подбирается количество секций  $N$ , рассчитываются размеры аппарата, параметры решетки и общее гидравлическое сопротивление аппарата.

Для определения требуемого количества секций, рассчитывается достигаемая степень покрытия при различном числе секций в аппарате. Выбирается число секций, обеспечивающее 100% степень покрытия. При этом последовательно применяется следующая формула для каждой секции:

$$x_i = \frac{k_{\text{заг}} \cdot x_{i-1} \cdot (k_\lambda + k_\phi) + k_\lambda \cdot k_{\text{сл}}}{(k_{\text{сл}} + k_{\text{заг}}) \cdot (k_\lambda + k_\phi) - k_\phi \cdot k_{\text{сл}}}, \quad (1)$$

где  $x$  – степень покрытия;  $i$  – номер секции;  $k_\lambda = (G_p \cdot k^*_{\lambda})/N$  – константа скорости изменения степени покрытия;  $G_p$  – расход пленкообразующего вещества, кг/с;  $k^*_{\lambda}$  – эмпирический коэффициент. Коэффициенты  $k_{\text{сл}}$ ,  $k_\phi$  определяются следующим образом:  $k_\phi = (G_\phi \cdot N)/M_\phi$ ,  $k_{\text{сл}} = (G_\phi \cdot N)/M_{\text{сл}}$ , где  $M_{\text{сл}}$  – масса слоя;  $M_\phi$  – масса частиц в двухфазной области струи, истекающей из форсунки;  $G_\phi$ , – расход частиц, увлекаемых в движение газовой струей истекающей из форсунки.

После выбора количества секций выполняется поверочный расчет, в ходе которого для каждой секции определяются следующие параметры: температура воздуха на выходе из псевдоожигенного слоя, конечное влагосодержание воздуха, влагосодержание полимерной пленки и температура псевдоожигенного слоя гранул. Данная методика была использована для расчета аппарата производительностью 1 т/ч капсулируемых частиц.

# ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА

Николаева Т. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[nikolaeva37reg@gmail.com](mailto:nikolaeva37reg@gmail.com)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Липин А. Г. (ИГХТУ)

Работа посвящена выбору метода очистки сточных вод производства аммофоса на основе анализа существующих способов очистки сточных вод. В настоящее время известны: десорбционный метод, биохимическая очистка, сжигание сточных вод, ионный обмен с использованием ионообменных материалов, электродиализ.

Десорбционный метод используют преимущественно для удаления летучих веществ, например, аммиака. Выделение аммиака из связанных солей аммония возможно только при вытеснении его из соли более сильными, чем гидроксид аммония, основаниями с последующей десорбцией образовавшегося гидратированного аммиака при температуре кипения раствора. Недостатком этого метода является потребление химических реагентов и образование большого количества вторичных сточных вод.

Биологическая очистка основана на использовании активного ила в аэротенках и вторичных отстойниках, с последующей доочисткой высшими водными растениями. Способы биологической очистки сточных вод имеют низкую интенсивность процесса, нуждаются в организации сложного биоценоза, предполагающего наличие активного ила, способного к быстрой адаптации при изменении состава и концентрации компонентов очищаемых вод. Также существует ряд недостатков, связанных со значительным объемом очистных сооружений и необходимостью использования больших промышленных площадок.

При термическом обезвреживании промышленных сточных вод азотсодержащие неорганические вещества превращаются в элементарный азот. Данный метод заключается в тепловом воздействии на отходы, при котором происходит окисление или восстановление некоторых вредных веществ с образованием безвредных или менее вредных. Однако такой метод нельзя считать перспективным из-за большого расхода топлива (0,2-0,3 т/т сточной воды) при его реализации и значительных капитальных затрат. Кроме того, при сжигании растворов, содержащих аммиак, возможно образование цианистого водорода, гидразина и других высокотоксичных веществ.

Одним из эффективных способов очистки сточных вод от азотсодержащих веществ является ионный обмен с использованием ионообменных смол. Очистка от ионов проводится в две ступени: 1) удаление  $\text{NH}_4^+$  – с помощью катионита в  $\text{H}^+$  - форме; 2) удаление  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  – с использованием слабоосновного анионита. Недостатки данного метода связаны с необходимостью периодической регенерации смол фосфорной кислотой и раствором аммиака, а также с утилизацией возникающих вторичных стоков.

В настоящее время все более активно на предприятиях химической промышленности применяются электромембранные методы, основным достоинством которых является безреагентность, компактность оборудования, невысокая энергоемкость, например, электродиализ. Электродиализ основан на направленном движении ионов в электрическом поле, электролитической диссоциации и селективном переносе ионов через ионообменную мембрану.

Использование электродиализа для обработки сточных вод позволит получить более концентрированный солевой раствор и, тем самым, вернуть в технологический процесс значительную долю фосфатов аммония, а также обессоленный раствор, который можно вновь использовать в качестве технической воды.

# РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ ГРАНУЛ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ БУМАГИ, ОПИЛОК, ТОРФА И МОДИФИКАТОРА

Полиектов А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), (alexandrpoliektov@mail.ru)  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Овчинников Л.Н. (ИГХТУ)

Основная цель работы состояла в разработке рациональных технологических условий гранулирования и сушки частиц цилиндрической формы с заданным гранулометрическим и массовым соотношением исходных компонентов. Выполнение научно - исследовательской работы включало решение следующих задач: а) исследование состава пасты и рекомендации по её гранулированию и сушке в конвективной сушилке; б) проведение полного факторного эксперимента (ПФЭ); в) исследование физико-механических свойств полученных гранул биотоплива; г) получение экспериментальных уравнений тепломассообмена необходимых для математического описания кинетики и определения времени сушки влажных гранул.

Исследования проводились на лабораторной установке, включающей смеситель компонентов, экструдер - гранулятор, конвективную сушилку с плотным слоем, газодувку РГН-427, подогреватель воздуха, контрольно-измерительные приборы.

При приготовлении пасты исследовались различные соотношения компонентов бумага (Б): торф (Т): опилки (О): карбометилцеллюлоза (КМЦ): вода (В). Результаты экспериментальных исследований предусматривали получение функции отклика в виде зависимости прочности гранул от содержания массы КМЦ в готовом продукте.

Разработанный состав пасты в дальнейшем был использован в экспериментальных исследованиях по нахождению рациональных технологических условий получения готового продукта с применением метода полного факторного эксперимента (ПФЭ). В результате проведения статистического моделирования с целью нахождения технологических условий сушки гранул биотоплива были получены экспериментальные зависимости для определения конечной влажности и прочности гранул.

Исследования по тепломассопереносу предполагали определение во времени изменения влажности исследуемого материала, температуры газа под решёткой и в слое при различных расходах газового теплоносителя. Обработка экспериментальных данных с использованием метода наименьших квадратов (МНК) позволила получить следующие критериальные уравнения тепломассообмена в диапазоне значений критерия Рейнольдса  $Re_r=860-1100$ :

- влажосодержания  $U$  от температуры материала  $t_m$  :

$$U = 0,575e^{-0,031t_m} ;$$

- критерия Шервуда  $Sh$  от значений критерия Рейнольдса  $Re_r$  для массообмена:

$$Sh = 0,558 \cdot Re_r^{0,1};$$

- критерия Нуссельта  $Nu$  от значений критерия Рейнольдса  $Re_r$  для теплообмена:

$$Nu = 0,558 \cdot Re_r^{0,1}.$$



# ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ПРИ НАГРЕВЕ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Рудаков Е. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[ewrudakow@gmail.com](mailto:ewrudakow@gmail.com)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Блиничев В. Н. (ИГХТУ)

При упаривании экстракционной фосфорной кислоты на вакуум-выпарной установке необходимо постоянно поддерживать высокую температуру кислоты. Для этого в контуре установки имеется специальный нержавеющий бак нагрева, в котором установлен пучок греющих труб. Изнутри трубы заполнены водяным паром низкого давления, служащим источником тепла для кислоты, омывающей трубный пучок снаружи. В процессе работы из-за высокой температуры происходит быстрое зарастание пучка труб отложениями сульфата кальция, обладающего малой теплопроводностью, что в результате приводит к уменьшению общего коэффициента теплопередачи.

Для борьбы с отложениями приходится регулярно останавливать установку на продолжительное время для проведения очистки оборудования. На существующих производствах межстаночный пробег определяется регламентом производства и зачастую превышает фактическую возможность работы бака нагрева при нормальных условиях. Для поддержания работоспособности оборудования весь период между чистками приходится увеличивать температуру греющего пара, что в свою очередь увеличивает скорость коррозии теплообменных труб и скорость выпадения отложений.

Для решения этой проблемы нужно изменить время между чистками оборудования – привести его к максимальному значению, при котором будет поддерживаться необходимый температурный режим. Для этого необходимо уметь вычислять скорость образования и теплопроводность отложений в любой момент времени после пуска системы в работу, максимально допустимую толщину отложений и коэффициенты теплоотдачи от трубы, покрытой отложениями к нагреваемой среде. Главной проблемой указанных расчетов является нелинейный характер всех применяемых и выводимых уравнений.

Вывод уравнений зависимости теплопроводности слоя отложений, выпадающих из горячей фосфорной кислоты, от времени и толщины слоя можно произвести исключительно на основе опытных данных. Для этого строится установка измерения теплопроводности слоя отложений, имитирующая реальные условия омывания нагревательной трубы жидкостью. Схема установки показана на рисунке 1.

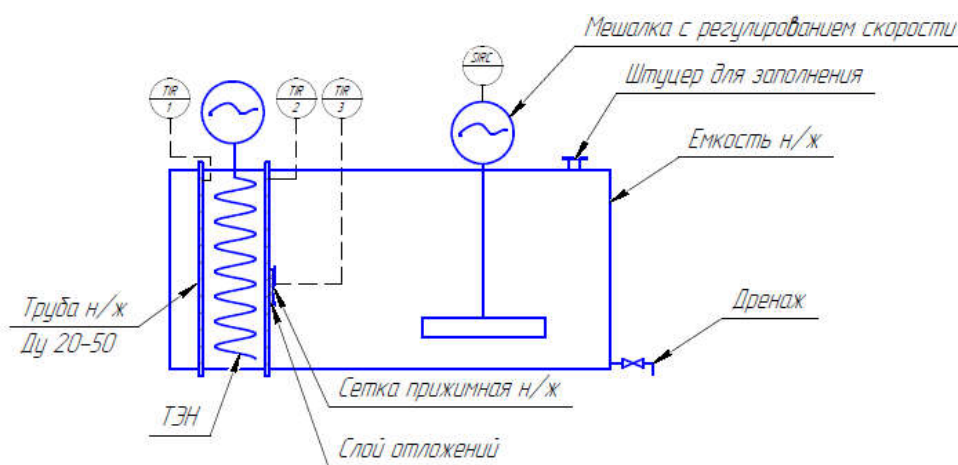


Рисунок 1. Схема установки для измерения теплопроводности

6. Самарский, А. А., Вабищев П. Н. Вычислительная теплопередача – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
7. Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты. Л.: Химия, 1981. 224 с.

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАСТ ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ

Смирнов Д.В., Мельников А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[morgandvs37@gmail.com](mailto:morgandvs37@gmail.com)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Невский А.В.

Процессы металлообработки являются одними из наиболее распространённых и востребованных в сфере производства. Парк металлообрабатывающих станков весьма разнообразен по назначению и принципу действия, однако, практически всё данное оборудование не обходится без применения смазочно-охлаждающих технических средств (СОТС). К одному из наиболее распространённых видов металлообработки относится процесс сверления.

При обработке металла сверлением необходимо учитывать множество факторов, например, такие как скорость резания, скорость подачи, работа резания, точность и качество поверхности, стойкость инструмента, энергозатраты. С целью снижения работы резания, повышения класса чистоты поверхности, повышения стойкости сверл необходимо использовать СОТС. В настоящее время на производстве используют один из видов СОТС - смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). К отрицательным моментам при их использовании можно отнести не всегда достаточную чистоту поверхности, разбрызгивание в процессе эксплуатации и, как следствие, загрязнение рабочего пространства, а также необходимость потребления и отведения достаточно большого объема воды.

В этой связи в данной работе сделано предложение о переходе от использования СОЖ к применению безводных паст для процессов металлообработки [1]. С технической стороны подобное решение позволит повысить точность и качество поверхности обрабатываемых изделий, а также повысить стойкость инструмента, используемого при изготовлении изделий из металла. С точки зрения охраны окружающей среды и обеспечения безопасности рабочих мест - данное предложение позволит значительно снизить объём потребления водных ресурсов предприятием и повысить уровень безопасности труда.

Поставленная цель достигается путем создания смазки для механической обработки металлов на основе минерального масла, присадок и добавок, отличающейся тем, что в качестве присадок она содержит стеарат меди в количестве 15-18 мас.%, стеарат триэтанолamina (5-10 мас.%), стеарокс-6 (10-12 мас.%), хлорпарафин (5-7 мас.%), серпентин (8-10 мас.%) и минеральное масло (с доведением до 100 мас.%). Использование заявленной совокупности существенных признаков позволяет получить достигаемый технический результат.

Ресурсосберегающий эффект достигается за счёт отсутствия необходимости использования воды в процессе металлообработки и снижения работы резания, что, в свою очередь, приводит к сокращению потребления энергоресурсов (электроэнергии) на 10%.

По нашим оценкам на примере таких крупных предприятий, как ПАО «Северсталь», ОАО «Завод "Сельмаш" и ряда других, потребление воды только на рассматриваемых операциях может быть снижено на 600 куб м. в год. Несомненным является и существенный эколого-экономический эффект, образующийся за счёт продления срока службы металлообрабатывающего инструмента, что приводит к снижению затрат, необходимых для приобретения нового инструмента и для утилизации отработавшего.

8. Патент РФ № 2018126701, 2018.07.19.

Смирнов Д.В., Киселев Б.Р., Мельников А.А., Замятина Н.И., Невский А.В. Смазка для механической обработки металлов // Патент России № 2672067. 2019. Бюл. № 5.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ В КАПИЛЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Сокерина Е. Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) ([ekaterina\\_sokerina@mail.ru](mailto:ekaterina_sokerina@mail.ru))

Научный руководитель: к. т. н., доцент Шибашов А. В. (ИГХТУ)

В качестве показателя, характеризующего способность материала удерживать жидкость в своем объеме, используется капиллярность. Этот показатель дает возможность оценить гигроскопические свойства материалов и их способность к смачиваемости различными жидкостями. Капиллярность определяют по высоте поднятия раствора на образце капиллярного материала. Для этого подготовленные образцы опускают в кювету заполненную 3% раствором бихромата калия, и фиксирует уровень жидкости через определенные интервалы времени.

На рисунке 1 представлены результаты исследования капиллярности волокнистого материала, который подвергался обработке раствором предконденсата мочевиноформальдегидной смолы в условиях ультразвукового воздействия мощностью 15 Вт. Время ультразвуковой обработки образцов составляло соответственно 0, 3, 6, 9, 12 минут. Высота подъема раствора замерялась в течении 40 минут с интервалом 5 минут.

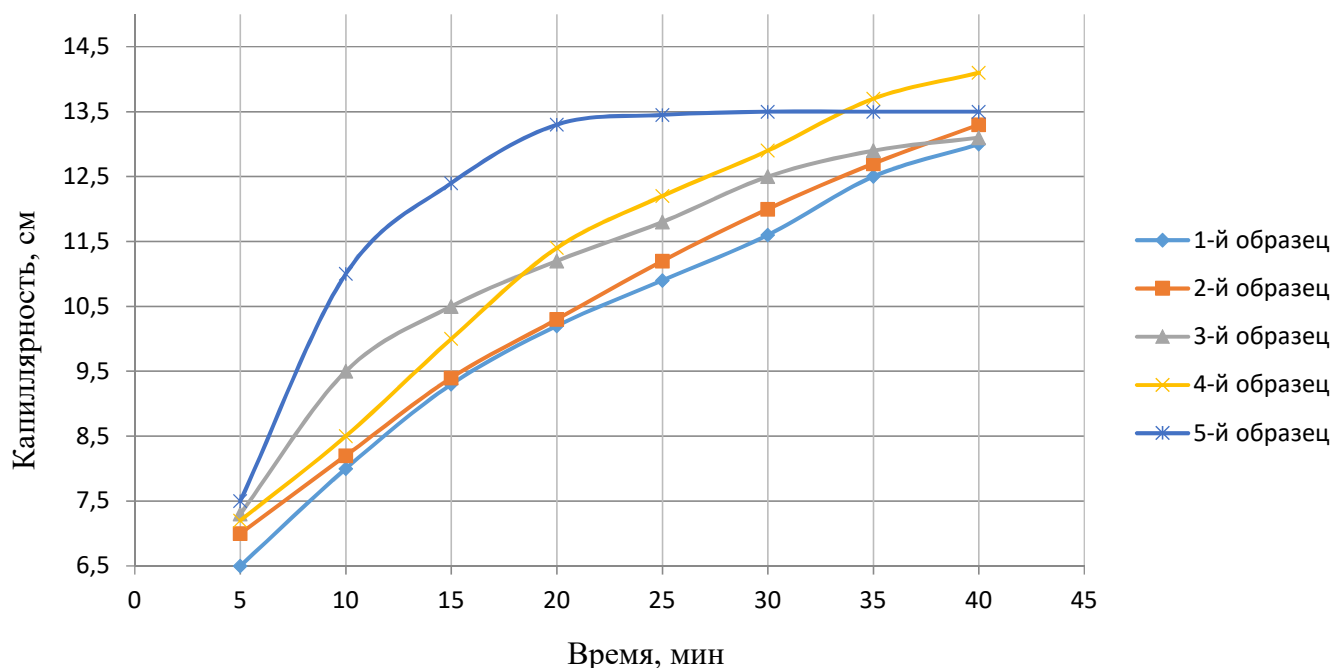


Рис.1 Капиллярность образцов волокнистого материала

Из графика видно, что для образцов, обработанных раствором предконденсата смолы, в течении 0, 3, 6 и 9 минут, капиллярность плавно увеличивается во времени от 6,5 см до 13,7 см. Наиболее резкий рост капиллярности наблюдается для образца обработанного ультразвуком в течении 9 минут. Для пятого образца, обработанного ультразвуком в течении 12 минут, капиллярность возрастает от 7,5 см до 13,5 см за 25 минут, а затем перестает изменяться. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальное время ультразвукового воздействия составляет 9 минут, поскольку для этого образца достигается наивысшее значение капиллярности.

9. Егоров, Н. В. Отделка хлопчатобумажных тканей / Н. В. Егоров, В. И. Лебедева, О. К. Смирнова, М. Н. Кириллова, Т. Д. Захарова, О. И. Одинцова, А. Л. Никифоров // Справочник. – Иваново: изд-во «Талка», 2003. – 484 с.

# КАПСУЛИРОВАНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Стрельчук М. Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[www.superstar.ru@mail.ru](mailto:www.superstar.ru@mail.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Липин А. Г. (ИГХТУ)

В пищевой промышленности капсулирование биоактивных компонентов применяется для регулирования окислительно-восстановительных реакций, корректирования вкуса, цвета и запаха, увеличения срока годности и т.д.

В качестве материала оболочек или капсулирующей матрицы могут использоваться различные классы веществ: воски и липиды: пчелиный, канделильский и карнубский воски, восковые эмульсии, глицерилдистеарат, природные и модифицированные жиры. Протеины: желатин, пшеничные протеины, соевые протеины, зеин, глютен и др. Используют как сами протеины, так и их модификации. Углеводы: крахмалы, мальтодекстрины, хитозан, сахароза, глюкоза, этилцеллюлоза, ацетатцеллюлоза, альгинаты и др. Деградируемые полимеры: полипропилен, поливинилацетат, полистирол, полибутадиен и др.

Выбор материала оболочек или капсулирующей матрицы зависит от назначения, свойств и способа высвобождения капсулирующего вещества, а также от выбранного метода микрокапсулирования. Содержимое микрокапсул может высвобождаться путем механического разрушения оболочек под действием давления, при трении, ультразвуковом воздействии, плавлении, разрыванием изнутри парами или газообразными веществами, выделяющимися при изменении внешних условий, при взаимодействии вещества оболочки со средой при растворении в ней, а также в результате диффузии содержимого при набухании стенок капсул в окружающей жидкости.

Существующие методы микрокапсулирования можно условно разделить на три основные группы.

Физические методы микрокапсулирования основаны на способах формирования оболочек с помощью механических приемов. В эту группу методов входят нанесение покрытий в псевдооживленном слое, экструзия с применением центрифуг или через формующие устройства типа «труба в трубе», конденсация паров (вакуумное напыление).

Химические методы основаны на химических превращениях, приводящих к получению пленкообразующего материала, а именно — образование новой фазы путем сшивания полимеров, поликонденсация и полимеризация. Химическим превращениям могут подвергаться как высокомолекулярные вещества (олигомеры или полимеры), так и низкомолекулярные.

Физико-химические методы — коацервация, осаждение из водной среды пленкообразующего полимера путем добавления компонента, уменьшающего его растворимость, образование новой фазы при изменении температуры, упаривание легколетучего растворителя, отверждение расплавов в жидких средах, экстракционное замещение, высушивание распылением, физическая адсорбция.

Одним из старейших промышленных методов получения небольших, покрытых оболочкой частиц или таблеток, который широко используется в фармацевтической и пищевой промышленности, является дражирование. Дражируемая смесь перемешивается во вращающемся барабане, а раствор образующего оболочку материала медленно разбрызгивается на всю массу сверху. Постепенно растворитель пленкообразователя улетучивается, а частицы покрываются оболочкой.

Для проведения капсулирования широко используются аппараты с псевдооживленным слоем покрываемых частиц. Процесс осуществляется путем распыления с помощью форсунок раствора или расплава, образующего капсулу компонента, на поверхность обрабатываемых частиц. Этот метод предоставляет более широкие возможности в плане контроля и регулирования процесса. Используют как односекционные, так и многосекционные аппараты с верхним, боковым и нижним расположением форсунок. Наиболее приспособленными для осуществления процесса капсулирования считаются аппараты с цилиндрической формой корпуса снабженные циркуляционной трубой и имеющие нижнее расположение форсунок.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИСАДКИ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ МАСЛЕ

Тютюкин И. Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Научный руководитель: к. т. н., доц. Степанова Т. Ю.

Основной проблемой при эксплуатации машин и механизмов является снижение трения в узлах оборудования. Важнейшим фактором, обеспечивающим долговечность оборудования, является способность смазочного материала образовывать на контактирующих поверхностях защитные пленки, защищать от коррозии и предохранять детали машин от износа.

Увеличить ресурс работы узлов машины можно путем создания смазочных материалов с улучшенными смазочными свойствами.

Качественно повысить эксплуатационные свойства смазочного материала можно путем введения в состав присадок, обеспечивающих хорошие смазочные свойства и снижающие износ оборудования.

Цель исследования – определение оптимальной концентрации присадки в индустриальном масле И-50, при которой наблюдается наименьшее увеличение контактного напряжения.

Работа зубчатой передачи сопровождается проскальзыванием контактирующих профилей зубьев, что вызывает увеличение сил трения скольжения, уменьшение слоя смазочного материала и рост циклических напряжений, приводящих к образованию усталостных трещин. Основное назначение смазочного материала – снижение сил трения и оптимальное распределение контактных напряжений.

Разработана масляная суспензия, которая в количестве 1-10 мас. % вводилась в индустриальное масло И-50. Для стабилизации кислотного числа и соответственно вязкости смазочного материала в суспензию вводили щелочной компонент, который позволяет регулировать приращение кислотного числа в процессе эксплуатации.

Применение масла с высокой вязкостью приводит к увеличению потерь мощности на трение, также может быть причиной повышения температуры трущихся деталей. Вязкость масла также является причиной увеличения контактных напряжений.

Допускаемые контактные напряжения  $\sigma_{нр}$ , не вызывающие опасной контактной усталости материала зубчатой цилиндрической эвольвентной передачи внешнего зацепления, определяли по ГОСТ 21354-87.

Расчеты проводили для зубчатой цилиндрической передачи с внешним зацеплением изготовленной из стали. В качестве смазочного материала передачи использовали индустриальное масло И-50 модифицированное полимерной присадкой.

Вторым этапом работы являлось определение коэффициента  $Z_L$  при вязкости смазочного материала от 20 до 150 сСт.

Определено, что уточненный расчет коэффициента  $Z_L$  в зависимости от вязкости смазочного материала показал, что при  $Z_L = 0,99 \div 1,01$  и вязкости 90-110 сСт цилиндрическая передача будет работать без перегрузок.

При  $Z_L$  меньше 0,99 и больше 1, 01 наблюдается изменение контактного напряжения в зацеплении, что будет вызывать повышенный износ деталей.

Вывод. Определена оптимальная концентрация присадки 4% от массы масла И-50 по величине коэффициента влияния смазочного материала  $Z_L$ .

Используя формулу А.Е. Митяева можно для любой марки стали определить вязкость смазочного материала, не вызывающего опасной контактной усталости конструкционного материала.

# ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Тяглова Я. В., Борзунов И. В.

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева,  
[tyaglova.yanina@gmail.com](mailto:tyaglova.yanina@gmail.com)

Научный руководитель: доц., к.т.н. Е. Н. Кузин (РХТУ им. Д. И. Менделеева)

Сточные воды молочных производств представляют собой гомогенизированную смесь с высоким содержанием жиров, органических соединений, поверхностно-активных и взвешенных веществ. Сточные воды подобного состава оказывают негативное воздействие на городские канализационные сети за счет интенсификации процессов биообрастания труб и отложение жиров на их поверхности. Сброс подобных стоков в водоём без глубокой очистки строго запрещен. Очистку сточных вод пищевых, и в частности, молочных производств проводят на городских станциях глубокой биологической очистки. Обязательной стадией очистки является предварительная физико-химическая обработка стоков с использованием коагулянтов [1].

Основной целью данной работы является оценка возможности использования комплексных коагулянтов (далее КК) в процессах очистки сточных вод молочного производства. В качестве образцов коагулянтов были взяты алюминий и железосодержащие коагулянты (наиболее распространенные на сегодняшний день), а также модифицированные соединениями титана традиционные коагулянты (КК). В модельную сточную вносили заданные дозировки коагулянтов и оценивали эффективность снижения содержания взвешенных веществ (портативный мутномер HANNA HI 98307). Исходное содержание взвешенных веществ в модельной воде составляло 500 мг/л. Данные по эффективности очистки модельной воды при оптимальных дозах реагентов представлены на графике (рисунок 1).

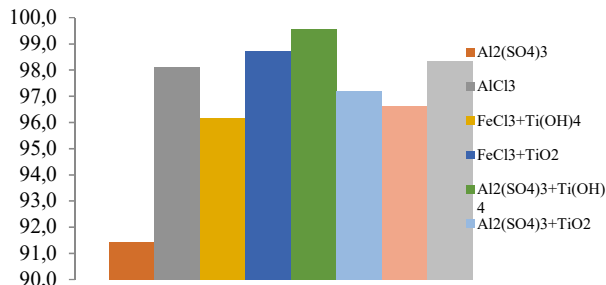


Рисунок 1. Эффективность очистки модельной воды

Из данных диаграммы видно, что введение в качестве модифицирующей добавки соединений титана в форме  $TiO_2/Ti(OH)_4$  позволяет повысить эффективность очистки на 5-8 %, при этом эффективная доза комплексных коагулянтов была примерно в 1,25 – 1,5 раз ниже, дозы традиционных коагулянтов. Также, необходимо отметить, что скорость фильтрации осадка при использовании различных образцов КК была примерно на 30-50% выше. Эффективность чистого хлорида железа была менее 75 %

На основании полученных в результате работы данных можно сделать вывод, что применение комплексных коагулянтов в процессах очистки сточных вод позволяет значительно сократить затраты на процесс очистки за счет сокращения времени фильтрации, а также повысить эффективность очистки и снизить потребление реагентов. Содержащиеся в составе очищенной воды остаточные концентрации (менее 0,1 мг/л) соединений титана (наночастицы) могут способствовать дальнейшему обеззараживанию воды с использованием системы UV или озонирования, за счет протекающих на их поверхности каталитических эффектов.

1. Гетманцев С. В., Нечаев И. А., Гандурина Л. В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. М.: «АСВ», 2008. 271 с.

## К ВОПРОСУ ПРИРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Шилов Н.М., Мельников А.А., Корсаков А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Nik30000@yandex.ru

Научный руководитель: к. т. н., доцент Киселев Б. Р. (ФГБОУ ВО «ИГХТУ»)

Процесс работы зубчатых передач можно условно подразделить на две стадии: приработку и установившейся режим. При приработке может происходить существенное изменение параметров шероховатости поверхности. Известно, что при упругих деформациях в процессе приработки в зонах касания зубьев передач вследствие изнашивания их поверхностей разрушаются те микронеровности, которые подвержены наибольшему силовым воздействиям. В результате появляются новые микронеровности, отличные по своим размерам и форме от первичных неровностей. Так происходит до момента появления установившейся шероховатости, которая характеризуется минимально возможным в данных условиях коэффициентом трения.

Основная задача периода приработки – обеспечение наиболее быстрого и легкого перехода к рабочему состоянию поверхностей. Период приработки (начальный износ) оказывает существенное влияние на всю дальнейшую работу зубчатой передачи. Процесс приработки зубчатых передач зависит от режимов трения (нагрузки, скорости), температуры, материалов колес, исходной чистоты поверхностей. Существенную роль (1:5) в процессе приработки играет смазочная среда.

Целью работы является экспериментальное определение триботехнических характеристик зубчатой передачи и, в частности, ускорения приработки зубьев колес за счет введения в смазочный материал комплексной присадки. В рамках данной задачи, на основании результатов ранее проведенных исследований, рассматривались ПАВы, металлоплакирующие присадки и модифицированный вермикулит. Экспериментальные исследования выполнены на специально созданном стенде.

Определение коэффициента трения скольжения в зубчатой передаче при испытании определенного СМ достигается тем, что прикладывают крутящий и нагружающий моменты, соответственно к ведущему и ведомому валам испытуемого редуктора. Затем измеряют электрические параметры электродвигателя, приводящего редуктор в движение, и создают нагрузку на выходе редуктора. Сначала устанавливают частотным преобразователем LS600-11 угловую скорость вращения электродвигателя, затем прикладывают стабильную нагрузку на ведомый вал редуктора, осуществляемой с заданными грузами механического тормоза ТКГ, воздействующей на асинхронный короткозамкнутый электродвигатель через кинематическую связь зубчатого механизма, измеряют потребляемый ток и напряжение точным прибором класса 0,5 с двух фаз статора, показания которых обрабатываются аналого-цифровым преобразователем типа 1113ПВ1.

Оценка приработки передачи проводилась по величине эмпирического коэффициента трения в контакте зубьев колес, который рассчитывался по электрическим и механическим показателям трибометра. Испытаниями установлено, что добавка комплексной присадки в масло И-40 резко сокращает время на приработку зубчатой передачи для перехода в стационарный режим эксплуатации редуктора. Интенсификация процесса приработки заключается в применении слоистого модифицированного вермикулита используемого в качестве твердой добавки в масло. Отметим, что данный смазочный материал имеет высокие триботехнические свойства использования его для дальнейшего установившегося режима, что подтверждается результатами исследований.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАПСУЛИРОВАНИЯ ГРАНУЛ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Шпаков К.А., Стрельчук М. Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[relexinex@yandex.ru](mailto:relexinex@yandex.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Липин А. Г. (ИГХТУ)

Одним из перспективных типов удобрений являются удобрения пролонгированного действия или удобрения с регулируемым выпуском питательных веществ. Эти удобрения представляют собой гранулированные питательные вещества, помещенные в водопроницаемые оболочки из нерастворимого материала. Выпуск питательных веществ осуществляется за счет диффузии через поры в оболочке.

Основные преимущества медленнодействующих удобрений следующие: 1) уменьшаются потери питательных веществ в период между внесением удобрений и усвоением их растениями; 2) повышается коэффициент использования удобрений; 3) уменьшается загрязнение окружающей среды; 4) улучшается качество сельскохозяйственной продукции вследствие снижения количества нитратов в ней.

Одним из способов создания водозащитных оболочек является распыление водной дисперсии полимера на псевдооживленный слой гранул с помощью пневматических форсунок. Капли капсулянта, столкнувшись с частицами слоя, растекаются по их поверхности, образуя жидкостную плёнку. Удаление растворителя путем сушки приводит к отверждению плёнки.

Капсулирование гранул аммиачной селитры проводилось в лабораторном аппарате кипящего слоя цилиндрикоконической формы с диаметром решетки 70 мм. Высота конической части аппарата 400 мм. Диаметр верхней части 210 мм. Процесс капсулирования осуществлялся в периодическом режиме при расходе эмульсии 7 мл в минуту и содержании полимера в эмульсии 32%. Масса исходных гранул 0,5 кг. Из аппарата с определенным интервалом времени отбирались образцы частиц с разной относительной массой оболочки.

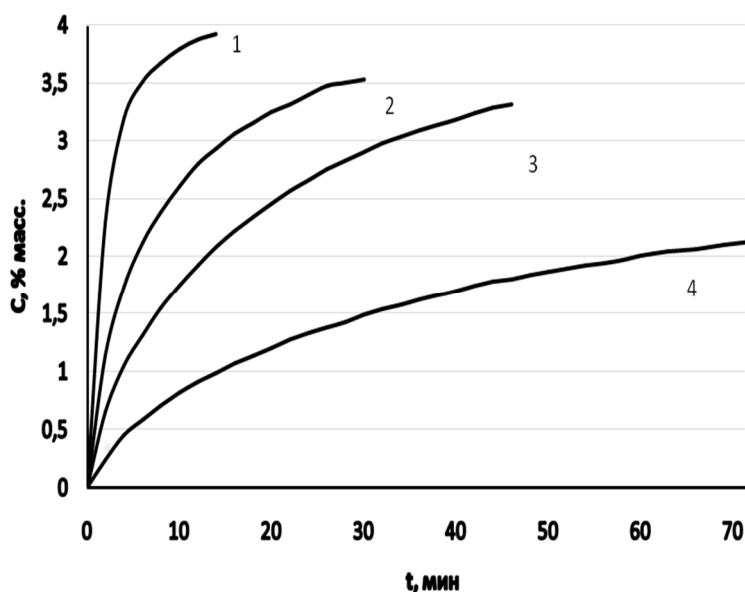


Рис.1. Кинетика вымывания аммиачной селитры из капсулированных гранул. Относительная масса оболочки, %: 1 – 3; 2 – 6; 3 – 9; 4 – 12

На рис.1 приведены зависимости концентрации аммиачной селитры в водном растворе от времени в ходе экспресс-анализа на вымывание аммиачной селитры из капсулированных гранул для образцов с различной относительной массой оболочки. Концентрация аммиачной селитры в водном растворе определялась

кондуктометрическим методом. Проведенные исследования показали, что подбором вида стиролакрилового полимера и толщины покрытия можно получать капсулированные продукты с разной интенсивностью отдачи целевых веществ.





# ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ СТЕПЕНИ ПОКРЫТИЯ ПОВЕРХНОСТИ НА НАНОСТРУКТУРУ М-МОНОСЛОЕВ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИНА

Абрамова А.А., Харитонов Н.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[alena\\_abramowa\\_1996@mail.ru](mailto:alena_abramowa_1996@mail.ru)

Научные руководители: в.н.с., д.ф.-м.н. Майорова Л.А. (ИГХТУ) и в.н.с., д.х.н. Любимцев А.В. (ИГХТУ)

Порфирины используются в катализе, нелинейной оптике, молекулярном дизайне и в медицине.[1] Комплексы тетрафенилпорфина ( $H_2TPP$ ) и их производные применяются, в частности, в качестве наноматериалов, обладающих высокой каталитической активностью [2].

Задачи данной работы – исследование процессов формирования наноструктур тетрафенилпорфина на границе раздела вода-воздух и определение зависимости основных характеристик формируемых слоев от исходной степени покрытия поверхности.

Плавающие слои  $H_2TPP$  формировали на установке «KSV-NIMA» из раствора  $H_2TPP$  в  $CH_2Cl_2$  ( $C=3.3 \cdot 10^{-5}M$ ), при исходных степенях покрытия поверхности  $c_{face}$  от 5 до 17% и скорости сжатия слоя  $v=2.2$  см<sup>2</sup>/мин. Исходные степени покрытия поверхности рассчитаны для условия расположения молекул вдоль поверхности воды. Структура слоев анализировалась с использованием количественного метода анализа изотерм сжатия монослоя,  $\pi A$ - $\pi$  изотерм (рис.1) [3].

Установлено, что тетрафенилпорфин на границе раздела вода-воздух в исследованном диапазоне исходных степеней покрытия поверхности, в интервале поверхностных давлений от 0,1

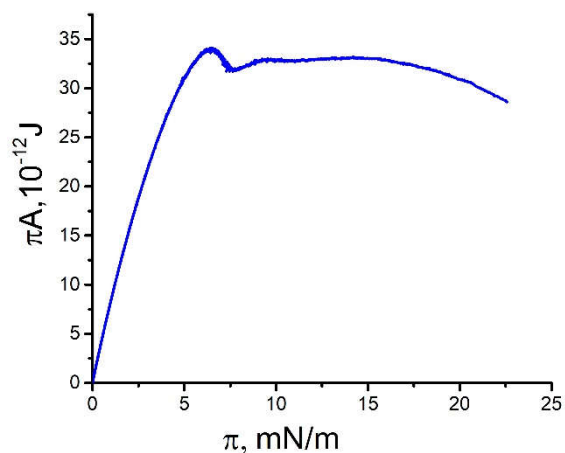


Рис.1.  $\pi A$ - $\pi$  Изотерма  $H_2TPP$  ( $CH_2Cl_2$ ,  $C=3.3 \cdot 10^{-5}M$ ,  $c_{face}=15\%$ )

до 0,5 мН/м формирует монослои, структурной единицей которых является М-наноагрегат с face-on расположением молекул. Определены основные характеристики монослоев. Показано, что характерной особенностью face-on монослоев является высокое значение площади, приходящейся на молекулу в агрегате ( $A_{mol}$  от 9 до 14 нм<sup>2</sup>). Число молекул в агрегате ( $n$ ) меняется от 32 до 111. Установлены зависимости основных характеристик слоев от исходной степени покрытия поверхности ( $c_{face}$ ): площади, приходящейся на молекулу в агрегате ( $A_{mol}=16.8-0.5 \cdot c_{face}$ ), числа молекул в агрегате ( $n=4.3+5.4 \cdot c_{face}$ ), диаметра агрегата ( $D_{aggr}=21.3+0.8 \cdot c_{face}$ ), расстояния между молекулами в агрегате ( $r=4.7-0.1 \cdot c_{face}$ ), воды внутри агрегата ( $W_{in-M}/A_{mol}=1.5-0.1 \cdot c_{face}$ ) и сжимаемости слоя ( $B=330+12 \cdot c_{face}$ ). Показано,

что расстояние между агрегатами ( $d_i=1$  нм) и степень покрытия поверхности агрегатами ( $c_{aggr-i}=93\%$ ) в начальной точке стабильного состояния не изменяются при увеличении исходной степени покрытия поверхности.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (4.1929.2018 /4.6)

[1] El-Nahassa, M.M. Optical absorption of tetraphenylporphyrin thin films in UV–vis-NIR region / M.M. El-Nahassa, H.M. Zeyadab, M.S. Azizb, M.M. Makhloufb // Spectrochimica Acta. Part A. – 2005. – Vol. 61. – P. 3026–3031.

[2] Ye D. Preparation of cobalt-tetraphenylporphyrin reduced graphene oxide nanocomposite and its application on hydrogen peroxide biosensor Longzhen Zheng / D. Ye, L. Xiong, J. Xu, K. Tao, Z. Zou, D. Huang, X. Kang, S. Yang, J. Xia // Analytica Chimica Act. – 2013. – Vol. 768. – P. 69-75.

[3] Валькова Л.А., Глибин А.С., Valli L. // Коллоидный журнал, 2008, 70, №1, с.11-16.

# ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ОСНОВАНИЙ НА КИНЕТИКУ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОКТА(М-ТРИФТОРМЕТИЛФЕНИЛ)ПОРФИРАЗИНА В СИСТЕМЕ БЕНЗОЛ - ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИД

Аганичева К. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[ksenija617@yandex.ru](mailto:ksenija617@yandex.ru)

Научные руководители: д.х.н., профессор Петров О. А., к.х.н., доцент Осипова Г.В.

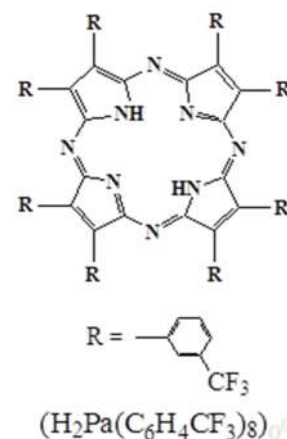
Одним из свойств порфиразинов является их способность вступать в кинетически контролируемые кислотно-основные взаимодействия с кислород- и азотсодержащими основаниями с образованием различных по устойчивости комплексов с переносом протонов. В работе изучено взаимодействие окта(м-трифторметилфенил)порфиразина с азотсодержащими основаниями (В) в системе бензол-диметилсульфоксид (ДМСО). В качестве В были взяты пиридин (Py), 2-метилпиридин (MePy), морфолин (Mor) и пиперидин (Pip).

Спектрофотометрическими исследованиями установлено, что кинетически контролируемое взаимодействие  $\text{H}_2\text{Pa}(\text{C}_6\text{H}_4\text{CF}_3)_8$  с морфолином и пиперидином наблюдается только в системе бензол – 5% ДМСО при  $C^{\circ}_{\text{Mor}} > 2.30$  и  $C^{\circ}_{\text{Pip}} > 0.65$  моль/л. В электронном спектре поглощения  $\text{H}_2\text{Pa}(\text{C}_6\text{H}_4\text{CF}_3)_8$  ( $\lambda_1=659$ ,  $\lambda_2=594$  нм) независимо от природы основания с течением времени наблюдается рост интенсивности полосы поглощения при  $\lambda=632$  нм на фоне уменьшения интенсивности полос поглощения  $\lambda_1$ , и  $\lambda_2$ . Это указывает на повышение симметрии макроциклического  $\pi$ -хромофора молекулы от  $D_{2h}$  до  $D_{4h}$  вследствие сильной дестабилизации низшей свободной молекулярной орбитали (НСМО)  $\pi_1^*$  и высшей заполненной молекулярной орбитали (ВЗМО)  $\pi_1$ .

Кинетические исследования показали, что реакция  $\text{H}_2\text{Pa}(\text{C}_6\text{H}_4\text{CF}_3)_8$  с В в системе бензол – 5% ДМСО имеет первый порядок по NH-кислоте и близкий к единице по морфолину и пиперидину. Полученные данные указывают на бимолекулярный характер лимитирующей стадии процесса, а повышение симметрии  $\pi$ -хромофора порфиразиновой молекулы от  $D_{2h}$  до  $D_{4h}$  свидетельствует о двухстадийном процессе переноса протонов от  $\text{H}_2\text{Pa}(\text{C}_6\text{H}_4\text{CF}_3)_8$  к морфолину и пиперидину.

Реакция переноса протонов от  $\text{H}_2\text{Pa}(\text{C}_6\text{H}_4\text{CF}_3)_8$  к морфолину и пиперидину характеризуется достаточно низкими значениями констант скорости, не свойственными для большинства относительно простых жидкофазных кислотно-основных систем. Причина этого явления связана с действием стерической составляющей макроциклического эффекта, которая в кислотно-основном взаимодействии с участием порфиразинов изменяется несимбатно электронной составляющей. Последняя способствует росту полярности внутрициклических NH-связей за счет электроноакцепторного влияния мезо-атомов азота и м-трифторметилфенильных заместителей. В результате этого создаются благоприятные условия для переноса протонов от кислоты к основанию.

Максимальной реакционной способностью при взаимодействии с  $\text{H}_2\text{Pa}(\text{C}_6\text{H}_4\text{CF}_3)_8$  обладает пиперидин ( $\text{pK}_a = 11.23$ ), который является достаточно сильным акцептором протона и имеет стерически доступный атом азота, находящийся в пирамидальной конфигурации. Введение в четвертое положение пиперидинового цикла дополнительного гетероатома кислорода не влияет на пространственное строение амина, однако приводит к понижению  $\text{pK}_a$  на  $\sim 2.5$  единицы. В результате этого при переходе от пиперидина к менее протоноакцепторному морфолину ( $\text{pK}_a = 8.50$ ) величина  $k^{298}$  уменьшается в  $\sim 7$  раз на фоне незначительного роста величин  $E_a$  и  $\Delta S^\ddagger$  процесса. Уменьшение  $\text{pK}_a$  оснований на  $\sim 6$  единиц в ряду  $\text{Pip} \longrightarrow \text{Mor} \longrightarrow \text{MePy} \longrightarrow \text{Py}$  приводит к дальнейшему ингибированию реакции переноса протона от кислоты к основанию, причем таким образом, что кинетически контролируемое кислотно-основное взаимодействие  $\text{H}_2\text{Pa}(\text{C}_6\text{H}_4\text{CF}_3)_8$  с пиридином ( $\text{pK}_a = 5.23$ ) и 2-метилпиридином ( $\text{pK}_a = 6.00$ ) в системе бензол – 5% ДМСО не наблюдается.



# ФТАЛОЦИАНИНЫ, СОДЕРЖАЩИЕ НА ПЕРЕФЕРИИ АНТРАХИНОНОВЫЙ ХРОМОФОР

Алексеева А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[aksenova\\_yo97@mail.ru](mailto:aksenova_yo97@mail.ru)

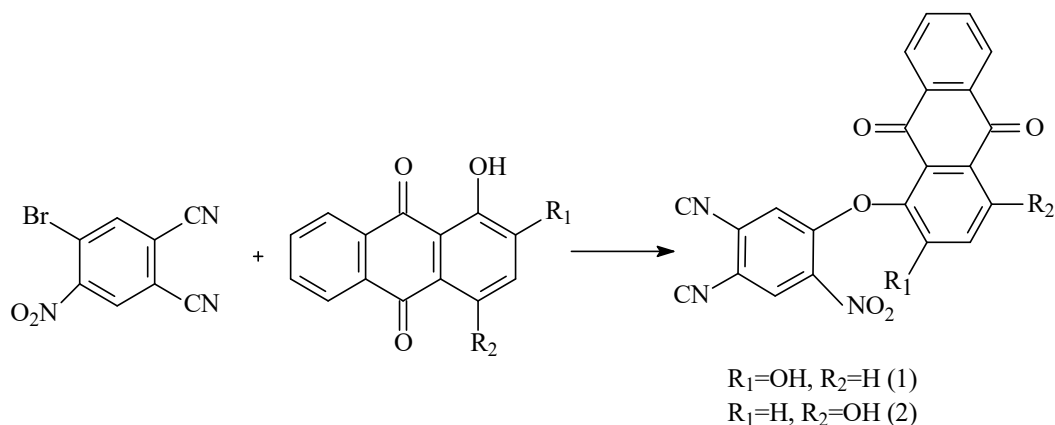
Научные руководители: к. х. н., доцент Румянцева Т.А., д.х.н., проф. Шапошников Г.П.

Фталоцианины – тетрапиррольные макрогетероциклические соединения (ТМГЦ), аналоги природных порфиринов. Они образуют внутрициклические комплексы с большинством металлов периодической системы элементов. Введением заместителей на периферию макроцикла, а также модификацией самого макроцикла можно широко варьировать физико-химические свойства фталоцианинов и их аналогов.

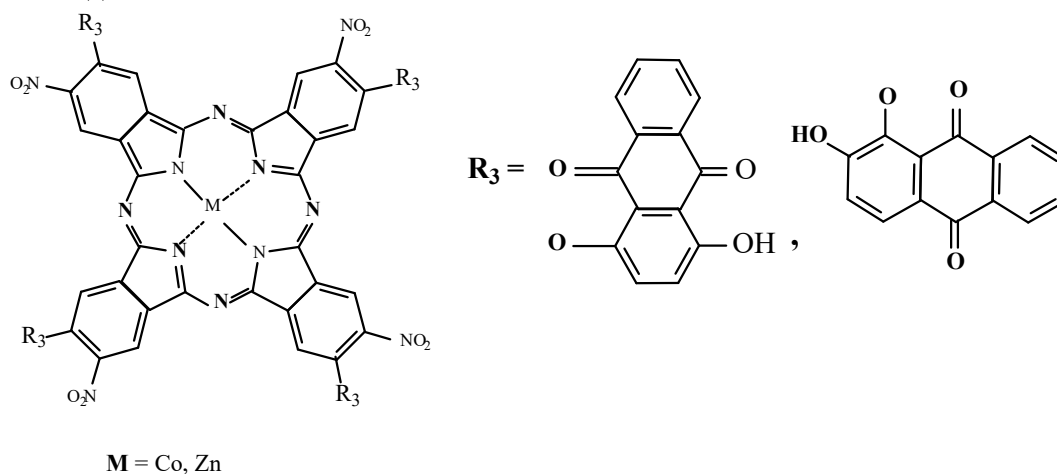
Производные фталоцианинов кобальта и цинка нашли широкое применение в различных сферах. Производные фталоцианинов кобальта используются, как катализаторы в процессах сероочистки и очистки сероводородных сточных вод, производные фталоцианинов цинка – как вещества, используемые в производстве солнечных батарей.

В данной работе представлены данные по синтезу и спектральным свойствам новых фталонитрилов и фталоцианинов кобальта и цинка с антрахиноновыми заместителями состава металл:лиганд (1:1) на их основе.

Синтез фталонитрилов (1,2) осуществляли нуклеофильным замещением брома в 4-бром-5-нитрофтalonитриле на антрахиноновые красители - ализарин и хинизарин.



Взаимодействием фталонитрилов (1,2) с ацетатами соответствующих металлов, взятыми в 1,5-кратном мольном избытке, получены замещенные металлофталоцианины состава металл:лиганд 1:1.



# ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ С $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ В РАСТВОРИТЕЛЕ ВОДА-ЭТАНОЛ

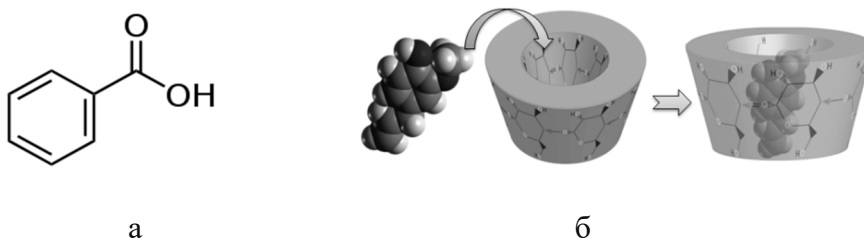
Алистер Д. А., Кабиров Д.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[matchoaa@mail.riu](mailto:matchoaa@mail.riu)

Научный руководитель: д. х. н., доцент Усачева Т.Р. (ИГХТУ)

Известно, что растворимость многих лекарственных и биологически активных соединений, их биодоступность, а также устойчивость к гидролизу, термо- и окислительной деструкции повышается в присутствии циклодекстринов в результате образования комплексов включения типа «хозяин – гость» [1]. Инкапсулирование биологически активных молекул с помощью циклодекстринов улучшает регуляцию высвобождения фармакологически активного компонента из лекарственной формы. Циклодекстрины представляют собой циклические олигосахариды с гидрофильной внешней поверхностью и липофильной внутренней полостью, позволяющей образовывать комплексы-включения. В данной работе исследована реакция комплексообразования  $\beta$ -циклодекстрина ( $\beta$ CD) с бензойной кислотой (БК) ([БК  $\beta$ CD]) в растворителе вода-этанол переменного состава.



Структурная формула БК (а) и схема образования комплекса включения CD (б).

Методом изотермической калориметрии титрования при  $T = 298.15 \text{ К}$  были определены тепловые эффекты смешения растворов  $\beta$ -циклодекстрина с БК. Из термохимических данных рассчитаны термодинамические параметры комплексообразования ( $\lg K$ ,  $\Delta rH$ ,  $\Delta rG$ ,  $T\Delta rS$ ).

Взаимодействия  $\beta$ -CD с ВА изучены в растворителях  $\text{H}_2\text{O}$ -EtOH с содержанием  $X(\text{EtOH}) = 0.00, 0.10, 0.20, \text{ и } 0.30$  мол.д. при  $\text{pH} = 3.6$ . Установлено, что при переходе от воды к водно-этанольным смесям устойчивость комплекса уменьшается от  $\lg K 2.4$  до  $\lg K 0.7$ .

Для реакций образования [QCT HP $\beta$ CD] и [BA  $\beta$ -CD] наблюдается рост экзотермичности за счет уменьшения энтропийного вклада в изменение энергии Гиббса реакции с ростом содержания этанола в растворителе.

Ранее при образовании комплексов краун-эфиров с аминокислотами и пептидами было установлено увеличение устойчивости комплексов и экзотермичности реакций их образования при переходе от воды к водно-органическим смесям за счет десольватации реагентов.

1. A. Magnusdottir, M. Masson, T. Loftsson, *J. Incl. Phenom. Macrosc. Chem.*, **2002**, 44, 213.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ И АГРЕГАЦИОННЫХ СВОЙСТВ 8-ДИМЕТИЛФЕНИЛ-BODIPY

Банакова Е. А., Меркушев Д. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[liza.banakova@gmail.com](mailto:liza.banakova@gmail.com)

Научный руководитель: к. х. н., проректор по научной работе Марфин Ю. С.

Современная прикладная химия ставит высокие требования к применяемым флуоресцентным материалам. Такие направления развития науки, как создание органических светодиодов и солнечных батарей требуют наличия красителей, способных обладать люминесценцией в твердой фазе. На данный момент существует большое количество исследований, направленных на изучение свойств комплексов BODIPY (англ. «борфторидные комплексы дипиррометена») в разбавленных растворах, но данные закономерности не подходят для описания поведения люминофоров в концентрированных растворах или твёрдом состоянии [1].

С целью изучения механизма изменения и контроля спектральных характеристик красителя в условиях его агрегации была проведена данная работа. В качестве объекта исследования выступал 8-диметилфенил-BODIPY (рис. 1), проявляющий свойства флуоресцентного молекулярного ротора. Изучение спектральных и агрегационных свойств проводилось в смесях ТГФ-Вода с изменением доли компонентов и концентрации красителя.

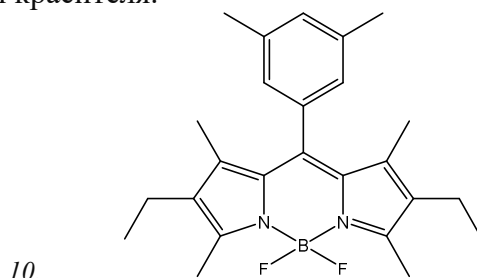


Рис. 1. Структура исследуемого соединения

В ходе работы было установлено, что концентрация красителя в растворе не влияет значительным образом на агрегационную устойчивость комплексов. Так, агрегация всех исследованных соединений начинается при 20-30 % об. ТГФ в растворе. Для всех концентраций красителя процесс начала агрегации характеризуется резким уменьшением оптической плотности поглощения и появлением длинноволнового пика флуоресценции на 690 нм, что находится в пределах терапевтического окна и может быть полезно для применения в биосенсорике. Также было обнаружено, что при дальнейшем уменьшении доли ТГФ в растворе, в спектрах флуоресценции начинают проявляться новые пики на 590 и 730 нм, которые, вероятно, связаны с образованием в растворе наноагрегатов красителя различной структуры, которые не проявляются в соответствующих твёрдых плёнках красителя.

1. Shen, Z., Liu, Z., Huang, L., Huang, W. (2018). *Nat. Commun.* 1–9.

Представленные в докладе исследования поддержаны грантом Президента РФ для молодых ученых (МК-1098.2019.3).

# СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С BODIPY И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОБЛАСТИ СЕНСОРИКИ

Бобров А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[avbobrov@isuct.ru](mailto:avbobrov@isuct.ru)

Научный руководитель: к.х.н., проректор по НР Марфин Ю.С. (ИГХТУ)

Синтез и исследование материалов включающих в свой состав функциональные молекулы является одним из популярных направлений современной науки. Имобилизованное в матрицу вещество, в большинстве случаев, определяет область применения конечного материала. Одними из таких молекул являются борфторидные комплексы дипирролилметенов (BODIPY), а в качестве матриц используют полимеры органической или неорганической природы. Сами материалы могут использоваться от различных фотовольтаических преобразователей до областей молекулярной сенсорики. Сенсоры полученные таким образом могут иметь отклики на pH, вязкость, полярность окружения и на различные ионы металлов. Так данная работа посвящена

В работе исследовались силикатные и органические полимерные гибридные материалы с BODIPY и их физико-химические свойства. Изучалась возможность применения гибридов в качестве pH сенсоров, сенсоров на полярность среды и вязкость. В работе применялись BODIPY с различными мезо-заместителями. Они были выбраны т.к. могли проявлять сенсорный отклик на изменения pH, полярности или вязкости окружения (Исследуемые люминофоры представлены на рисунке 1.). Органические полимерные матрицы получали из полиметилметакрилата, поливинилового спирта, полисульфона и нанокристаллической целлюлозы. Неорганические полимерные матрицы получали золь-гель синтезом с последующим нанесением реакционной смеси с люминофором на стеклянную подложку и дальнейшей сушкой.

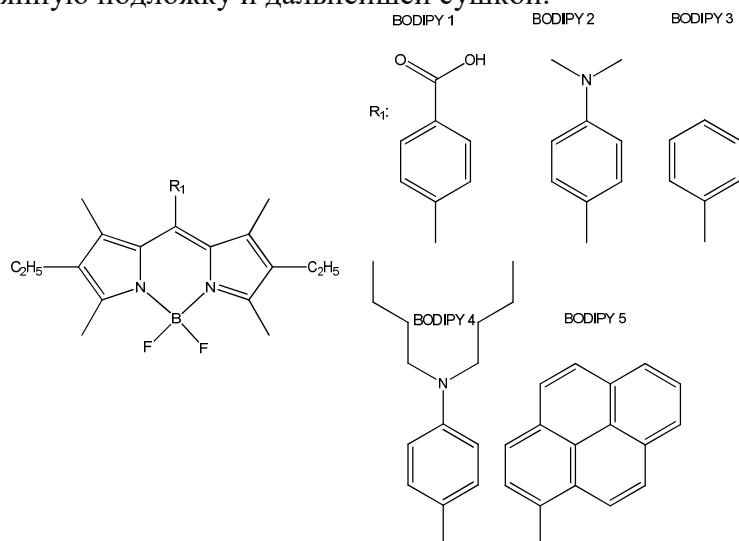


Рис.1 Исследуемые люминофоры

В ходе работы были получены гибридные материалы. Исследована морфология полученных образцов. Получены зависимости спектральных свойств красителей в зависимости от матрицы. Получены зависимости квантового выхода флуоресценции от вязкости золь-гель систем в различных матрицах. Исследована возможность применения гибридных материалов в качестве сенсоров на pH, полярности среды, а так же их устойчивость под действием интенсивного УФ излучения.

Выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента РФ для молодых ученых МК-1098.2019.3.

# ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ТЕТРАМЕТИЛ-ЗАМЕЩЁННОГО BODIPY С СЫВОРОТОЧНЫМИ АЛЬБУМИНАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ И МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА

Бочаров П.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, [www.isc-ras.ru](http://www.isc-ras.ru),  
[bochpavl@gmail.com](mailto:bochpavl@gmail.com)

Научный руководитель: м.н.с. Ксенофонтов А.А. (ИХР РАН)

Бор(III) дипирирометенаты – один из самых универсальных и часто используемых классов люминесцентных красителей. Широкий спектр их использования обусловлен высокой кинетической и термической стабильностью, высокими квантовыми выходами, а также настраиваемыми спектрально-люминесцентными свойствами. Большинство соединений данного класса являются гидрофобными, что позволяет использовать их в качестве маркеров и молекулярных сенсоров при взаимодействии с различными белками и пептидами.

Сывороточные альбумины – основные транспортные белки в организме человека, что позволяет использовать их для доставки в организм гидрофобных BODIPY. Кроме того, бычий сывороточный альбумин (BSA), из-за своего сходства с человеческим сывороточным альбумином (HSA), может быть использован в качестве модельного соединения для различных исследований взаимодействий лиганд-белок *in vitro*.

Целью данной работы было исследование процесса супрамолекулярного комплексообразования BODIPY–BSA с использованием спектральных методов (спектрофотометрическое и спектрофлуориметрическое титрование, синхронная спектрометрия, 3D спектрометрия) в системе, имитирующей физиологическую среду, а также методов молекулярного докинга. Спектрофлуориметрическое титрование системы «фосфатный буфер (PBS) pH=7.42–BSA–H–BODIPY–H(ДМСО)» показало, что введение и увеличение концентрации BSA приводит к уменьшению интенсивности флуоресценции люминофора почти в 9 раз, что может быть обусловлено специфическими взаимодействиями ( $\pi$ -стекинг) H–BODIPY–H с гидрофобным участком BSA, содержащим ароматические аминокислоты – тирозин и триптофан.

Интерпретация полученных данных была проведена в рамках модели Штерна-Фольмера. Показано, что константа Штерна-Фольмера составляет  $3 \cdot 10^5$  л/моль, а  $\Delta G$  процесса комплексообразования составляет -31 кДж/моль, что свидетельствует о самопроизвольности протекания процесса и высокой степени сродства H–BODIPY–H к BSA. Также для системы H–BODIPY–H – BSA (раствор 0,1 мл H–BODIPY–H – 2,9 мл PBS – 1 мл BSA) были получены 3D-спектр испускания и синхронные спектры испускания ( $\Delta 15$  нм,  $\Delta 60$  нм). Данные спектры позволили разделить вклады тирозина и триптофана в спектр испускания, что невозможно было сделать с помощью обычного спектра испускания. С помощью синхронной спектроскопии было определено, что интенсивность испускания тирозина уменьшается при взаимодействии белка с лигандом, в то время как спектр испускания триптофана остается неизменным. Для определения энергетических параметров взаимодействия и наиболее вероятного сайта связывания H–BODIPY–H с белком был проведен молекулярный докинг. Из результатов молекулярного докинга было определено, что связывание с белком происходит в сайтах, содержащих ароматические аминокислоты – тирозин и триптофан. Для большей биорелевантности исследования был проведен молекулярный докинг с HSA. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования H–BODIPY–H для маркировки гидрофобных участков белков.





# АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ В Н-КОМПЛЕКСАХ С *p*-Н-ПРОПИЛОКСИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТОЙ

Бубнова К. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[31ksenia@mail.ru](mailto:31ksenia@mail.ru)

Научные руководители: д.х.н., проф. Г.В. Гиричев (ИГХТУ)

д.х.н., проф. Н.И. Гиричева (ИвГУ)

При теоретическом рассмотрении кристаллических и жидкокристаллических (ЖК) систем для их моделирования и объяснения возможных механизмов фазовых переходов часто используется модель жесткого тела, в которой пренебрегается внутримолекулярными колебаниями.

В ходе данной работы проведен расчет и сравнение внутримолекулярных амплитуд колебаний структурных единиц трех разных систем (рис. 1): А - *p*-*n*-пропилоксибензойная кислота; А-В<sub>1</sub> *p*-*n*-пропилоксибензойная кислота - 4'-пиридил 4-пропилоксибензоат; А-В<sub>2</sub> *p*-*n*-пропилоксибензойная кислота - 4'-*n*-пропилокси-4-бифенилкарбонитрил, проявляющих мезоморфные свойства.

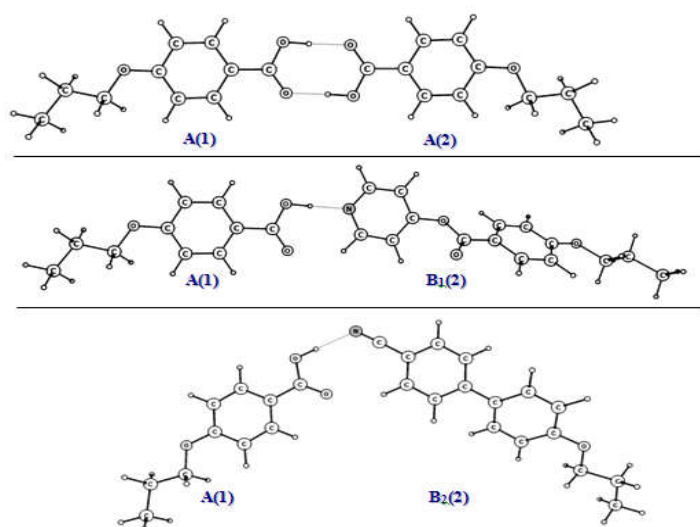


Рис.1. Геометрическое строение комплексов А...А, А...В<sub>1</sub> и А...В<sub>2</sub>

Показано, что структурной единицей *p*-*n*-пропилоксибензойной кислоты в кристаллическом или ЖК состоянии является циклический димер А...А, образующийся за счет двух межмолекулярных ВС. Структурной единицей системы А-В<sub>1</sub> является Н-комплекс типа А...В<sub>1</sub>. В отношении третьей системы сделано предположение, что Н-комплексы типа А...В<sub>2</sub> могут являться ее структурными единицами (рис. 1).

Установлено, что из Н-комплексов А...А, А...В<sub>1</sub> и А...В<sub>2</sub>, первый является структурно и динамически наиболее жестким (табл. 1), меньшей жесткостью и большими амплитудами колебаний обладает Н-комплекс А...В<sub>1</sub>, что соответствует более низкой температуре

фазового перехода  $T_{N \rightarrow I}$  в системе А-В<sub>1</sub>. Структура и большие амплитуды колебаний комплекса А...В<sub>2</sub> (табл. 1) указывает на невысокую вероятность того, что система А-В<sub>2</sub> будет состоять из данных нежестких комплексов со слабой водородной связью.

Таблица 1. Параллельные амплитуды колебаний  $l(\text{Å})$  в трех комплексах А...А, А...В<sub>1</sub> и А...В<sub>2</sub> при двух температурах  $T_1 = 200$ ,  $T_2 = 420$  К, соответствующих кристаллической и изотропной фазам.

Пары атомов	А...А		А...В <sub>1</sub>		А...В <sub>2</sub>	
	$l(T_1)$	$l(T_2)$	$l(T_1)$	$l(T_2)$	$l(T_1)$	$l(T_2)$
O(-R)(2) ... O(-R)(1)	0.104	0.141	0.200	0.280	0.596	0.861
C(H <sub>3</sub> )(2) ... C(H <sub>3</sub> )(1)	0.263	0.376	0.509	0.735	1.150	1.458

Выполненный анализ амплитуд внутримолекулярных колебаний показал, что модель жесткого тела, которая часто используется в методе молекулярной динамики для предсказания ЖК свойств соединений, может приводить к серьезным просчетам. Особенно важно учитывать внутримолекулярные колебания для систем, структурные единицы которых состоят из отдельных молекул, связанных ВС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ (грант 4.7121.2017/8.9)

# КИНЕТИКА ОБРАЗОВАНИЯ И ДИССОЦИАЦИИ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ НИТРОЗАМЕЩЕННЫХ 5-ФЕНИЛ-2,3,7,8,12,18-ГЕКСАМЕТИЛ-13,17-ДИЭТИЛПОРФИРИНА С СОЛЯМИ 3-D МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Быкова М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[BykovaMA95@mail.ru](mailto:BykovaMA95@mail.ru) (личный e-mail первого автора)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Кувшинова Е. М. (ИГХТУ)

Осуществлен синтез 5-фенил-2,3,7,8,12,18-гексаметил-13,17-диэтилпорфина (1) и его динитрозамещенных, содержащих нитрогруппы в положениях 10,20 ядра порфина (2) и пара-положении фенильного кольца (3). Структура полученных соединений доказана ЯМР, ИК, масс-спектроскопией и ЭСП. Исследована кинетика реакций образования цинковых, медных и кобальтовых комплексов синтезированных порфиринов в пиридине и уксусной кислоте и реакций диссоциации в протонодонорных средах. Результаты исследований показывают, что в пиридине скорость реакции комплексообразования порфина 2 с  $\text{Cu}(\text{AcO})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{AcO})_2$  и  $\text{Co}(\text{AcO})_2$ , по крайней мере, на три порядка выше, чем с порфирином 1. При этом  $E_a$  снижается в полтора – два раза и существенно возрастает величина предэкспоненциального множителя  $A$ . Это обусловлено наложением двух факторов: структурного и электронного. Расчеты методом РМЗ показали, что нитрогруппы располагаются, практически, перпендикулярно по отношению к соседним фрагментам макроцикла, торсионные углы фрагментов С-С-N-O составляют примерно  $80^\circ$ . Таким образом, электронное влияние групп  $\text{NO}_2$  сводится к отрицательному индукционному эффекту, и, следовательно, основной вклад в резкое изменение реакционной способности порфиринов при переходе от 1 к 2 следует отнести к структурному фактору деформации ядра молекулы.

Кинетику реакции диссоциации цинковых (ZnP), медных (CuP), кобальтовых (CoP), марганцевых  $[(\text{AcO})\text{MnP}]$  комплексов порфиринов 1-3 исследовали в уксуснокислых растворах с 1,5 % добавкой смеси  $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-CF}_3\text{COOH}$  (1:1). Все металлокомплексы (MP) диссоциируют с образованием двукратно-протонированной формы порфиринов ( $\text{H}_4\text{P}^{2+}$ ). При сопоставлении полученных результатов видно, что по мере увеличения нитрогрупп в молекуле порфина наблюдается уменьшение константы скорости диссоциации  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  - комплексов и увеличение энергии активации.

По-видимому, увеличение искажения плоскостного строения металлопорфина связи М-N становятся более доступными для атаки сольватированным протоном, что должно приводить к уменьшению его устойчивости. В металлокомплексах порфиринов происходит частичное сглаживание деформационных искажений порфиринов и структура макроцикла становится более плоской и стерические искажения плоскостного строения порфиринов относительно мало влияет на кинетические параметры сольвопротолитической диссоциации металлокомплексов. Известно, что эффект деформации и –I-эффект нитрогрупп оказывают противоположное влияние на скорость реакции диссоциации. Очевидно, в этом случае определяющий вклад в энергетику переходного состояния вносит растяжение связей М-N, из-за наличия в 10,20 положении порфина и п-положении фенильного кольца электроноакцепторных нитрогрупп.

В зависимости от природы катиона соли устойчивость металлокомплексов растет в ряду  $[(\text{AcO})\text{MnP}](1-3) > \text{CoP}(1-3) > \text{CuP}(1-3) < \text{ZnP}(1-3)$ . Как и следовало ожидать, наиболее стабильными в протонодонорных средах оказались комплексы трехзарядного катиона  $\text{Mn}^{3+}$ , что является следствием высокой прочности ковалентных связей М-N. Более высокая устойчивость  $\text{CoP}(1-3)$  по сравнению с  $\text{CuP}(1-3)$  обусловлена склонностью  $3d^9$  – катиона  $\text{Cu}^{2+}$  к образованию квадратно-пирамидальных комплексов с ослабленными связями М-Solv, что является следствием проявления Эффекта Яна-Теллера.

Цинковые комплексы порфиринов 1-3 диссоциируют при сливании растворов. Увеличение скорости реакции диссоциации металлокомплексов при переходе от ацетата кобальта к ацетату цинка также соответствует уменьшению стабильности сольватоккомплексов этих металлов.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Бычкова А. Н.

Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН, Иваново, [www.isc-ras.ru](http://www.isc-ras.ru),  
[Anna.Bychkova150397@gmail.com](mailto:Anna.Bychkova150397@gmail.com)

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)  
Научный руководитель: к.т.н., ст.н.с., Прусова С. М. (ИХР РАН)

Активные исследования по поиску новых сырьевых источников целлюлозы ведутся в связи с возрастающим дефицитом высококачественной целлюлозы. В качестве альтернативы древесине и хлопку рассматриваются такие нетрадиционные источники целлюлозы как рами, тростник, мискантус, солома, оболочки злаковых культур. Полноценно не используются отходы сельскохозяйственного производства - короткое волокно и костра лубяных культур, стебли топинамбура.

Целью данной работы является сравнительное исследование однолетних растений как дополнительных источников целлюлозы для использования в качестве прекурсоров.

В соответствии с поставленной целью, методами электронной микрофотографии, ИК-спектроскопии, БЭТ по адсорбции азота, термогравиметрии проведены исследования короткого волокна льна, пеньки, джута, костры льна, стеблей топинамбура и образцов целлюлозы, выделенной обработкой биомассы 17,5- 18,0 % водным раствором гидроксида натрия.

По экспериментальной оценке наиболее высокое содержание целлюлозы в коротком волокне льна и пеньки (до 86%), в костре льна, сердцевине и коре стеблей топинамбура, как и в джUTE – от 50% до 60%, что соизмеримо с содержанием целлюлозы в древесине.

Как показывают результаты ИК-спектроскопии, основные характеристические частоты спектров целлюлозы исследуемых однолетних растений соответствуют классической целлюлозе I.

Методом сканирующей электронной микроскопии и БЭТ по адсорбции азота проведены исследования структуры целлюлозы сердцевины и коры стебля топинамбура. Как показали экспериментальные результаты, средний диаметр пор сердцевины стебля топинамбура составляет около 4,8 нм, а общий объем пор – 0,045 см<sup>3</sup>/г для пор диаметром менее 214 нм. Удельная поверхность исследуемого образца составляет 37,6 м<sup>2</sup>. Кора топинамбура имеет меньшую удельную поверхность - 6,5 м<sup>2</sup>/г, средний диаметр пор, равный 11 нм и общий объем пор 0,02 см<sup>3</sup>/г для пор диаметром менее 178 нм. Специфическая структура и свойства целлюлозы топинамбура определяют ее возможное использование в качестве эффективного биосорбента, а также для получения микрокристаллической целлюлозы.

Термогравиметрические исследования показали, что термическая стабильность исследуемых образцов в основном зависит от структуры и содержания нецеллюлозных компонентов. Предварительная химическая обработка целлюлозосодержащих образцов способствует повышению термостабильности и увеличению массы углеродного остатка. Полученные характеристики термостабильности целлюлозы костры льна, сердцевины и коры стебля топинамбура сопоставимы с результатами исследования волокнистой целлюлозы льна, пеньки, джута и определяют их перспективность использования вместо синтетических волокон в качестве наполнителей или для армирования полимерных композиционных материалов.

*Исследование поддержано Российским научным фондом в рамках гранта РНФ № 17-13 - 01240.*

# ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЛЕЙ ЦИПРОФЛОКСАЦИНА С САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ

Васильев Н.А.,

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет [nikitavasilev1995@mail.ru](mailto:nikitavasilev1995@mail.ru)  
Научный руководитель: к. х. н., ст. н. с. Суров А.О. (ИХР РАН)

Объектом нашего исследования является наиболее широко используемый в клинической практике, антибиотик фторхинолонового ряда ципрофлоксацин. Несмотря на мощную биологическую активность *in vivo*, фторхинолоны страдают от низкой растворимости при нейтральном рН. Недавно было высказано предположение, что безводный ципрофлоксацин проявляет ограниченную растворимость из-за сильного межмолекулярного взаимодействия между цвиттер-ионами в кристаллической решетке.<sup>1</sup> В нейтральном диапазоне рН ципрофлоксацин также находится в виде цвиттер-иона и имеет нейтральный общий заряд, что делает его практически нерастворимым в водных средах. Решить данную проблему можно через образование соли с хорошо растворимым вторым компонентом. В качестве противоиона нами была выбрана салициловая кислота, она способна образовывать кристаллические соли и безвредна для организма человека.

Кристаллизация антибиотика ципрофлоксацина с салициловой кислотой привел к 6 новым многокомпонентным кристаллам: безводной соли, двум полиморфным солям моногидратам, двум сольватам с метанолом и ацетонитрилом и гидрату соли-сокристалла. Соли ципрофлоксацина были исследованы различными аналитическими методами, начиная от рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа, дифференциальной сканирующей калориметрии, термогравиметрического анализа, динамической сорбции пара. Для всех новых солей определена кристаллическая структура и исследована растворимость в водных буферных растворах, имитирующих физиологические значения рН.

1. Mesallati H., Mugheirbi N. A., Tajber L. Two faces of ciprofloxacin: investigation of proton transfer in solid state transformations //Crystal Growth & Design. – 2016. – Т. 16. – №. 11. – С. 6574-6585.

*Авторы благодарят Центр коллективного пользования научным оборудованием «Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований» за техническую помощь в проведении экспериментов с ТГА. Рентгеноструктурные исследования проводились в Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук.*

# МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ДИКАРБАГЕМИПОРФИРАЗИНАТОВ НИКЕЛЯ И ЦИНКА ПО ДАННЫМ DFT-РАСЧЕТОВ

Веретенников В.В., Мерлян А.П.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[revosierra@gmail.com](mailto:revosierra@gmail.com)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Жабанов Ю. А.

В настоящей работе было определено геометрическое строение дикарбагемипорфиразинов никеля и цинка  $\text{NiC}_{28}\text{N}_6\text{H}_{16}$  и  $\text{ZnC}_{28}\text{N}_6\text{H}_{16}$  (рис.1). Квантово-химические расчеты выполнены с использованием функционала B3LYP в сочетании с базисным набором cc-pVTZ в программе Gaussian 09. Расчеты включали оптимизацию геометрических параметров молекул, а также вычисление частот колебаний для оптимизированных структур. Проведенные вычисления выявили отсутствие мнимых частот. Это доказывает, что изученные структуры являются равновесными. Согласно результатам оптимизации, данные соединения обладают симметрией  $C_{2v}$  с значительным седловым искажением структуры.

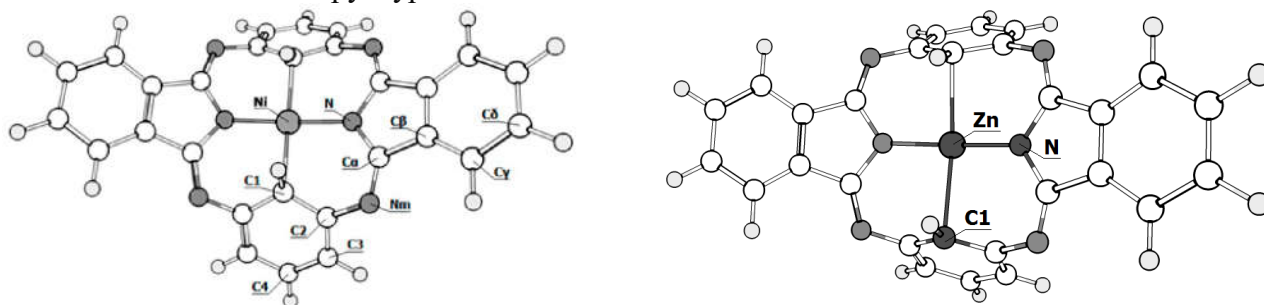


Рисунок 1. Молекулярная структура исследованных соединений.

Для рассматриваемых структур было также выполнено исследование ближайших конформеров. Частоты колебаний для всех рассмотренных структур являются действительными числами. Равновесные структуры всех рассмотренных таутомеров выше по энергии, чем исходные **Zndchp** и **Nidchp**, в которой атомы водорода во внутренней части цикла химически связаны с углеродами, принадлежащими бензольному фрагменту.

Степень искажения в форме седла молекул **Nidchp** и **Zndchp** может быть описана введением двух двугранных углов (рис.2): (1) между плоскостями изоиндольных фрагментов и (2) между бензольной плоскостью.

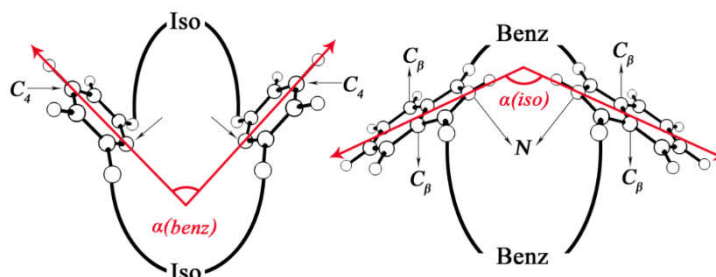


Рисунок 2. Схема двугранных углов, характеризующих искажение молекул **Nidchp** и **Zndchp** в форме седла.

Таблица 1. Углы  $\alpha(\text{benz})$  и  $\alpha(\text{iso})$ .

	$\alpha(\text{benz}),^\circ$	$\alpha(\text{iso}),^\circ$
<b>Nidchp</b> ( $C_{2v}$ )	89.2	132.3
<b>Zndchp</b> ( $C_{2v}$ )	59.4	137.6

Авторы благодарят РФФ за финансовую поддержку исследований (грант № 17-73-10198).

# СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ BODIPY С ОБЪЁМНЫМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ В 8-ПОЛОЖЕНИИ В МОДЕЛЬНЫХ И БЕЛКОВЫХ СРЕДАХ

Водянова О. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[osvodyanova@isuct.ru](mailto:osvodyanova@isuct.ru)

Научный руководитель: к. х. н., проректор по научной работе Марфин Ю. С.

Интерес к таким структурам, как борфторидные комплексы дипирринов (boron complexes of dipyrrens, bodipy), растёт с каждым годом. Интенсивные спектральные характеристики (узкие пики поглощения и флуоресценции, высокие квантовые выходы флуоресценции и молярные коэффициенты экстинкции), фотохимическая и термическая устойчивость соединений наряду с простотой химической модификации обуславливает их применение в аналитической химии для определения свойств жидкофазных и биологических систем; в биохимии и медицине – для маркировки биомолекул; в оптических технологиях – в качестве активных сред лазерных красителей, фотопреобразователей.

Из-за высокой вращательной способности большое внимание уделяется 8-замещённым комплексам bodipy, имеющим в качестве заместителя объёмный ароматический фрагмент. Вследствие контролируемого переноса заряда, перехода в скрученное состояние (Twisted Intramolecular Charge Transfer, TICT) и последующего вращения одной части молекулы относительно другой, такие соединения реагируют на изменения динамической вязкости, полярности и прочих характеристик сольватного микроокружения. В таких молекулах зависимость флуоресцентных свойств от параметров микроокружения может быть использована для селективного и прецизионного определения свойств жидкофазных систем, а также биологических жидкостей.

Высокая гидрофобность данного класса соединений обуславливает возможность их использования для исследования гидрофобных сайтов биологических молекул, проницаемости мембран, а также полярности участков локализации флуорофоров. Белки, имеющие сложные химические и пространственные структуры с большим числом центров для универсальных и специфических взаимодействий, являются наиболее представительными примерами биологических систем, следовательно, перспективными объектами исследований.

В данной работе были исследованы спектральные, фотофизические характеристики и возможности применения потенциальных молекулярных сенсоров – бордипирриновых люминофоров (bodipy), отличающихся природой заместителя в 8-положении дипирринового лиганда. В результате работы доказано наличие свойств флуоресцентных молекулярных роторов у ряда bodipy, установлена зависимость проявления данных свойств от природы ароматического заместителя в 8-положении, определены вклады, влияющие на изменения спектральных характеристик изучаемых соединений. Отмечено нехарактерное для bodipy возрастание интенсивности флуоресценции в случае роста полярности растворителя, объяснимое высокой гидрофобностью исследуемых соединений. Доказано, что исследуемые соединения являются флуоресцентными молекулярными сенсорами на бычий сывороточный альбумин. Повышение концентрации белка приводит к разгоранию флуоресценции, что объяснимо высокой гидрофобностью соединений. Однако характер взаимодействия молекул флуорофора с белком достаточно сложен и включает в себя универсальные и специфические с участием гидрофобных и гидрофильных групп типы взаимодействий. Протяжённая  $\pi$ -электронная система, дополнительные заместители по периферии затрудняют встраивание молекул bodipy в гидрофобный карман белка.

*Авторы благодарят РФФИ (проекты № 18-33-20218, № 18-43-370035) и Совет по Грантам Президента РФ (МК-1098.2019.3) за финансовую поддержку исследований.*

# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛЫ 5,10,15,20-ТЕТРАКИС(4'-ХЛОРФЕНИЛ)ПОРФИНА

Воеводина Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[elen\\_voevodina@mail.ru](mailto:elen_voevodina@mail.ru)

Научные руководители: д.х.н., профессор, Белова Н.В. (ИГХТУ)  
к.х.н., старший преподаватель, Погонин А.Е. (ИГХТУ)

Галогензамещенные порфирины представляют значительный научный интерес ввиду их широкого использования в методиках синтеза различных порфириновых диад, триад, олигомеров, полимеров, дендримерных структур на их основе. Настоящая работа является продолжением проводимого в лаборатории электронографического изучения строения молекул 5,10,15,20-тетракис(4'-галогенфенил)порфина ( $H_2P-4C_6H_4X$  ( $X = F, Cl, Br, I$ ), требующего активного привлечения расчетной квантовой химии.

В данной работе проведено теоретическое исследование геометрического и электронного строения, а также гармонических частот колебаний  $H_2P-4C_6H_4Cl$ . Квантово-химические расчеты выполнены с использованием наборов трехэкспонентных базисных функций pVTZ, заимствованных из библиотеки базисных наборов EMSL [1,2] (в библиотеке набор именуется «GAMESS pVTZ»): Cl - (12s,9p)[6s,5p], C, N - (10s6p1d)/[5s3p1d], H - (5s1p)/[3s1p] – валентно-трехэкспонентные базисы Даннинга [3,4], дополненные поляризационными функциями pVTZ [5,6].

Согласно результатам DFT расчетов,  $H_2P-4C_6H_4Cl$  имеет четыре конформера, относящихся к различным точечным группам симметрии -  $C_{2v}$ ,  $C_{2h}$ ,  $D_2$ . Наиболее энергетически выгодной структурой является конформер I, представленный на рисунке 1. Две конформации симметрии  $D_{2h}$  соответствуют седловым точкам на поверхности потенциальной энергии: колебания, отвечающие мнимым частотам, соответствуют вращению групп  $-C_6H_4Cl$ .

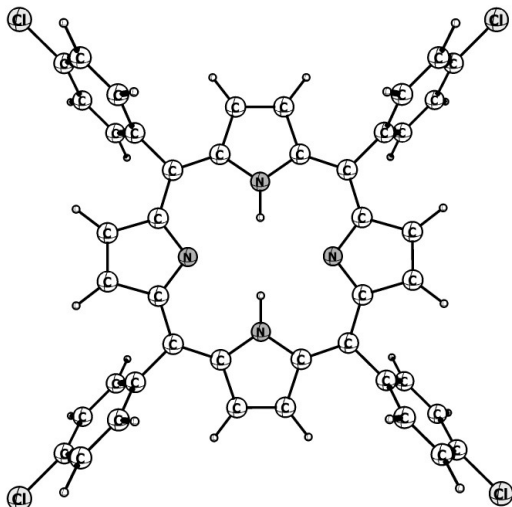


Рисунок 1. Строение молекулы  $H_2P-4C_6H_4Cl$  (конформер I точечной группы симметрии  $C_{2v}$ )

1. A.K. Wilson, D.E. Woon, K.A. Peterson, T.H. Dunning, Jr. // J.Chem.Phys., 1999. 110. 7667
2. D. Feller // J. Comp. Chem. 1996. 17(13). P. 1571-1586.
3. K.L. Schuchardt, B.T. Didier, T. Elsethagen, L. Sun, V. Gurumoorthi, J. Chase, J. Li, T.L. Windus // J. Chem. Inf. Model. 2007. 47 (3). P. 1045-1052.
4. T.H. Dunning // J. Chem. Phys. 1971. 55 (2). P. 716-723.
5. S. Huzinaga // J. Chem. Phys. 1965. 42. P. 1293-1302.
6. P.C. Hariharan, J.A. Pople // Theoret. Chim. Acta (Berl.). 1973. 28. P. 213-222

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01199.

# КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ НЕКОТОРЫХ КОМПЛЕКСОВ N-ОКСИДОВ С $\text{BF}_3$

Воеводина Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[elen\\_voevodina@mail.ru](mailto:elen_voevodina@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Белова Н.В. (ИГХТУ)

Гетероароматические N-оксиды привлекают внимание в связи с тем, что многие из них проявляют биологическую активность. Согласно многочисленным исследованиям [1, 2], это свойство напрямую связано с процессами комплексообразования в живых организмах. Научный интерес как комплексообразующие реагенты N-оксиды представляют благодаря высокой донорной способности группы N-O и ее пространственной доступности. Свойства связи N-O могут изменяться в зависимости от различных заместителей в кольце. Введение заместителей, которые различаются по электронодонорной/акцепторной способности, дает широкий спектр химической модификации гетероциклических N-оксидов, а это, в свою очередь, позволяет оценить влияние их структуры на комплексообразующие свойства.

В литературе обсуждается вопрос о природе взаимодействия N-оксидов с  $\nu$ -акцепторами. При этом предлагаются различные схемы образования комплексов, основанные на концепции гибридизации, что позволяет составить лишь общее представление о природе связи в образующихся комплексах [3].

В данной работе посредством квантово-химических расчетов, выполненных с использованием пакета программ GAUSSIAN 03 в приближении DFT (B3LYP, базис aug-cc-pVTZ), изучено геометрическое и электронное строение замещенных N-оксидов пиридина (PyO) с  $\text{BF}_3$ . В качестве заместителей выбраны группы:  $-\text{CH}_3$  и  $-\text{OCH}_3$ . Определены барьеры возможных внутренних вращений. Проведен анализ распределения электронной плотности в исследованных N-оксидах и их комплексах с  $\text{BF}_3$ , на основе которого выявлены первичные результаты о закономерностях влияния заместителей и  $\nu$ -акцептора на свойства N-O связи.

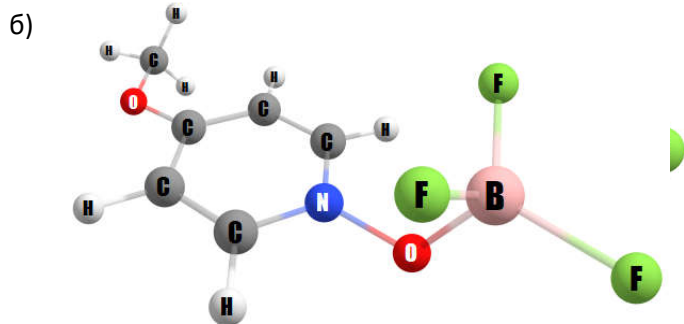


Рис. 1. Геометрическое строение замещенных комплексов пиридин-N-оксидов с  $\text{BF}_3$ :

а)  $\text{CH}_3\text{-PyO-BF}_3$ , б)  $\text{CH}_3\text{O-PyO-BF}_3$

Arata H., Shimizu M., Takamiya K. Purification and properties of trimethylamine N-oxide reductase from aerobic photosynthetic bacterium *Roseobacter denitrificans* // *The Journal of Biochemistry*. – 1992. – Т. 112. – №. 4. – С. 470-475.

Takekawa K. et al. Non-enzymatic reduction of aliphatic tertiary amine N-oxides mediated by the haem moiety of cytochrome P450 // *Xenobiotica*. – 2001. – Т. 31. – №. 1. – С. 11-23.

Andreev V. P., Tafeenko V. A., Ivashevskaya S. N. Molecular complexes of heteroaromatic N-oxides with boron trifluoride // *Russian Journal of General Chemistry*. – 2014. – Т. 84. – №. 2. – С. 255-258.



# СОЛЬВАТНОЕ ОКРУЖЕНИЕ ЭФИРА 18-КРАУН-6 В РАСТВОРИТЕЛЯХ ЭТАНОЛ-ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИД РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

Волкова М. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[mariia.a.volkova@gmail.com](mailto:mariia.a.volkova@gmail.com)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Кузьмина И. А. (ИГХТУ)

Интенсивное развитие новых расчетных методов, таких как молекулярно-динамическое моделирование (МД), дает возможность детально изучить процессы, происходящие на молекулярном уровне, а именно: получить данные о сольватном окружении частиц в среде растворителей. С использованием метода МД определено число молекул этанола (EtOH) в сольватном окружении молекулы эфира 18-краун-6 (18C6) в зависимости от концентрации диметилсульфоксида (DMSO) в бинарной смеси EtOH-DMSO ( $\chi_{\text{DMSO}} = 0.0 \div 0.8$  мол. д.): рассчитаны средние координационные числа ( $n_{\text{coord}}$ ) и средние числа водородных связей ( $n_{\text{HB}}$ ) между молекулами 18C6-EtOH, DMSO-EtOH и EtOH-EtOH (таблица). Классическое молекулярно-динамическое моделирование проведено в NVT-ансамбле с использованием программного пакета GROMACS-4.5.4 [1] в полноатомном силовом поле OPLSAA. На первом этапе моделирования создавались кубические ячейки с периодическими граничными условиями, содержащие 512 молекул индивидуального или бинарного растворителя. Количество молекул DMSO в ячейке составляло 102, 205, 307 или 410, в зависимости от состава бинарной смеси ( $\chi_{\text{DMSO}} = 0.2, 0.4, 0.6$  и  $0.8$  мол. д., соответственно). В каждом случае размеры ячейки подбирались в соответствии с экспериментальными плотностями индивидуальных или смешанных растворителей при 298 К и 1 атм [2]. Общая продолжительность моделирования систем с требуемыми параметрами температуры и плотности составила 1 нс. Для интегрирования уравнений Ньютона использовался алгоритм Верле с шагом по времени 1 фс, для поддержания постоянной температуры – термостат Нозе-Хувера, для учета дальнедействующих электростатических взаимодействий – модифицированный метод суммирования Эвальда, для ограничения по всем длинам связей – алгоритм LINCS.

Таблица. Средние координационные числа ( $n_{\text{coord}}$ ), и средние числа ВС ( $n_{\text{HB}}$ ).

$\chi_{\text{DMSO}}$ , мол. д.	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
$n_{\text{coord}}(18\text{C6-EtOH})$	28.79	19.14	8.13	2.00	-
$n_{\text{HB}}(18\text{C6-EtOH})$	4.58	1.73	0.56	-	-
$n_{\text{HB}}(\text{EtOH-DMSO})$	-	2.18	1.23	0.64	0.25
$n_{\text{HB}}(\text{EtOH-EtOH})$	1.78	0.82	0.32	0.08	0.02

Установлено (таблица), что значения  $n_{\text{coord}}(18\text{C6-EtOH})$  изменяются от 28.79 в EtOH до 2.00 при  $\chi_{\text{DMSO}} = 0.6$  мол. д. Количество ВС 18C6-EtOH снижается от 4.58 в EtOH до 0.56 при  $\chi_{\text{DMSO}} = 0.4$  мол. д. При  $\chi_{\text{DMSO}} > 0.4$  мол. д. ВС 18C6-EtOH не образуются. Сравнение значений  $n_{\text{coord}}(18\text{C6-EtOH})$  и  $n_{\text{HB}}(18\text{C6-EtOH})$  показывает, что в образовании ВС с молекулой 18C6 участвуют не все молекулы EtOH, находящиеся в ближнем окружении макроцикла. Это может быть обусловлено тем, что сольватация 18C6 осуществляется не только отдельными молекулами EtOH, но и молекулами спирта, связанными между собой. Расчет средних чисел ВС между молекулами 18C6 и EtOH ( $n_{\text{HB}}(18\text{C6-EtOH})$ ), молекулами DMSO и EtOH ( $n_{\text{HB}}(\text{DMSO-EtOH})$ ) и молекулами спирта ( $n_{\text{HB}}(\text{EtOH-EtOH})$ ) показывает (таблица), что способность молекул EtOH образовывать ВС с 18C6, DMSO и друг с другом, уменьшается с ростом концентрации DMSO в трехкомпонентной системе.

Таким образом, изменение сольватного окружения молекулы эфира 18-краун-6 определяется не только взаимодействиями «растворитель – растворенное вещество», но и взаимодействиями «растворитель – растворитель», причем не только молекул одного сорта.

Apol E., Apostolov R., Berendsen H.J.C. GROMACS-4.5.4 // Sweden. 2001-2010.  
<http://www.gromacs.org>

Крестов Г.А., Афанасьев В.Н., Ефремова Л.С. Физико-химические свойства бинарных растворителей: Справ. изд. Л.: Химия, 1988. 688 с. ISBN 5-7245-0039-6

# ПОЛИМЕРНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ PVdF-HFP, ДОПИРОВАННЫЕ ПРОТОННЫМИ ИОННЫМИ ЖИДКОСТЯМИ

Глушенкова Е.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, г.Иваново

[ekaterina.glushe@inbox.ru](mailto:ekaterina.glushe@inbox.ru)

Научный руководитель: к. х. н., ст.н.с Шмуклер Л.Э. (ИХР РАН им. Г.А. Крестова, Иваново)

В последнее время уделяется особое внимание к разработке протонпроводящих полимерных гелевых электролитов, для замены своих жидких аналогов, которые имеют ряд серьезных недостатков, таких как утечка, воспламеняемость, токсичность и т.д. Использование протонных ионных жидкостей (ПИЖ) в качестве протонгенирующей добавки значительно расширяет возможности для создания электролитных систем, обладающих в безводных условиях высокой электропроводностью.

Целью настоящей работы явилось исследование влияния природы катиона в составе протонных ионных жидкостей на электрохимические и термические свойства полимерных мембран, допированных этими солями.

Матрицей служил сополимер поливинилиденфторид-*co*-гексофторопрпилена (PVdF-HFP), в роли допантов использовались трифторацетаты (TFA) диэтиламмония (DEA), триэтиламмония (TEA), диметиламмония (DMEA), триэтаноламмония (TEOA), диизопропилэтиламмония (DPEA), трибутиламмония (TBA).

Методы исследования: спектроскопия электрохимического импеданса (Solartron 1260A в комплекте с электрохимическим интерфейсом Solartron SI1287A), ячейка ProboStat (NORECS); дифференциальная сканирующая калориметрия (NETZCH DSC 204 F1); термогравиметрия (NETZCH TG 209 F1); ИК-спектроскопия (ИК-Фурье спектрометр Bruker Vertex V80); циклическая вольтамперометрия (импульсный потенциостат ПИ 50-Pro-3, материал электрода – платина); вискозиметрия (Brookfield DV-II); денсиметрия (DMA 5000 M «Anton Paar» с автоподатчиком с подогревом Xsample 352 H «Anton Paar»).

Гелевые электролиты получали прямым растворением навесок полимера PVdF-HFP в растворах ПИЖ в *N,N*-диметилформамиде (DMFA). Мембраны готовили методом разлива из гелей.

Использованные ПИЖ термически стабильны до температуры порядка 190–210°C. Термическая стабильность мембран снижается по сравнению с чистыми ПИЖ. Удлинение алкильного радикала в третичных алкиламмониевых солях приводит к увеличению температуры плавления PИLs и их вязкости. Полученные значения удельной электропроводности солей находятся в диапазоне  $10^{-4} \div 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$  в зависимости от температуры (от 25 до 120° С) и структуры катиона. Электропроводность ПИЖ в зависимости от катиона увеличивается в ряду DIPEA < TBA < TEOA < TEA < DEA < DMEA. При допировании ионных жидкостей в полимерную матрицу из-за снижения подвижности ионов наблюдается уменьшение их электропроводности в пределах одного порядка. Для исследованных ПИЖ снижение удельной электропроводности в ряду катионов DMEA > DEA > TEA > TBA коррелирует с увеличением вязкости солей. Для анализа электропроводящих свойств для некоторых ионных жидкостей, для которых была возможность измерения плотности, на основе подхода, предложенного Вальденом, была определена ионность.

Величина электрохимического окна (ЭХО) и PVdF-HFP–ПИЖ мембран составляет 0.9–1.3 В и 6–7 В, соответственно. Самое большое ЭХО среди ионных жидкостей имеет DEA/TFA, а среди допированных мембран PVdF-HFP–TBA/TFA. Повышение температуры приводит к сужению ЭХО.

Обнаружено, что присутствие ионных жидкостей в PVdF-HFP снижает степень кристалличности полимера.

# ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ L-КАРНОЗИНА

Голубев А.А.

Физико-химическое изучение растворов пептидов весьма актуально так как, обладая уникальными свойствами, они участвуют во всех биологических процессах. Их можно рассматривать, как модельные аналоги более сложных биосистем таких как белки и нуклеиновые кислоты. Так как все биохимические процессы происходят в водной среде, особенно важным представляется изучение свойств дипептидов в растворах.

Важную роль во многих биологических системах играют реакции кислотного-основного взаимодействия. Определение основных закономерностей протолитических равновесий в растворах биополимеров имеет существенное значение для понимания механизмов многих биохимических реакций.

В настоящей работе прямым калориметрическим методом определены тепловые эффекты взаимодействия раствора 3-аланил-гистидина с растворами  $\text{HNO}_3$  и  $\text{KOH}$  в различных интервалах рН при температуре 298.15К и значениях ионной силы 0.5; 0.75 и 1.0 ( $\text{KNO}_3$ ). Измерения проводили на калориметре с изотермической оболочкой и автоматической записью кривой температура-время. Работа калориметрической установки была проверена по общепринятым калориметрическим стандартам – теплоте растворения кристаллического хлорида калия в воде. Определены тепловые эффекты ступенчатой диссоциации L-карнозина. Рассчитаны стандартные термодинамические характеристики ( $\Delta_r H^\circ$ ,  $\Delta_r G^\circ$ ,  $\Delta_r S^\circ$ ) реакций кислотного-основного взаимодействия в водных растворах 3-аланил-гистидина.

Так же определены энтальпии растворения кристаллического 3-аланил-гистидина в воде и в растворах гидроксида калия при 298.15К прямым калориметрическим методом. Рассчитаны стандартные энтальпии образования пептида и продуктов его диссоциации в водном растворе.

Значения тепловых эффектов ступенчатой диссоциации 3-Аланил-гистидина, полученные в достаточно широком концентрационном интервале, а также значения стандартных энтальпий образования дипептида и продуктов его диссоциации в водном растворе приводятся в настоящей работе впервые и являются ключевыми величинами в термохимии 3-Аланил-гистидина, открывают возможности проведения строгих термодинамических расчетов в системах этого соединения.

*Руководители: к.х.н., доцент Черников В.В., к.х.н., н.с. Крутова О.Н.*

# ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОЙ МОДИФИКАЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИПИРРОМЕТЕНАТОВ БОРА(III)

Догадаева С. А., Критская А. Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[sonya\\_dogadaeva@mail.ru](mailto:sonya_dogadaeva@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Березин М. Б. (ИХР РАН)

Повышенный интерес к 4,4-дифтор-4-бор-3а,4а-диаза-*s*-индаценовым красителям (BODIPY) обусловлен наличием у них ряда полезных свойств, в том числе – уникальных фотофизических характеристик. Комплексы BODIPY интенсивно поглощают в видимой области спектра с высокими значениями коэффициентов экстинкции ( $\lg \varepsilon = 5.02$ ) и флуоресцируют с квантовыми выходами близкими к 100%. Кроме того, BODIPY устойчивы к фотоокислительной деструкции, а также термически стабильны в атмосфере аргона и кислорода при повышенных температурах. К настоящему времени эти люминофоры уже зарекомендовали себя в различных областях применения: как лазерные красители, преобразователи солнечной энергии, химические зонды и сенсоры, фотосенсибилизаторы для фотодинамической терапии.

Физико-химические свойства BODIPY существенно зависят от природы функциональных заместителей в структуре хромофора, а также протон- и электронодонорной способности растворителей. К основным способам модификации BODIPY структуры относятся замещение атомов водорода в 1,2,3,5,6,7-положениях дипиррометенового остова на различные функциональные группы; замена метинового *мезо*-спейсера на атом азота; замена при атоме бора(III) фторид анионов на другие лиганды, введение в метиновый *мезо*-спейсер фенильного фрагмента.

Цель настоящей работы заключалась в изучении влияния типов структурной модификации дипиррометенового остова на спектральные характеристики BF<sub>2</sub>-дипиррометенов.

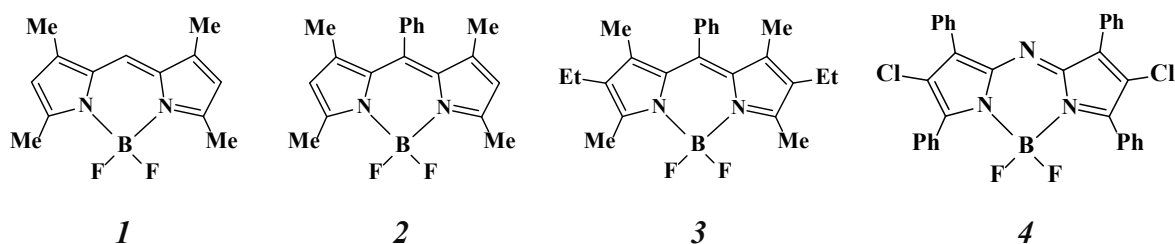


Рис. 1. Объекты исследования.

Установлено, что интенсивная полоса в электронных спектрах поглощения BODIPY 1–4 проявляется в диапазоне 499–652 нм ( $\lg \varepsilon = 4.50–4.97$ ). Максимум интенсивной полосы в спектрах флуоресценции BODIPY 1–4 (512–682 нм) зеркально отражает максимум ЭСП со стоксовыми сдвигами от 5 до 32 нм. Введение фенильных фрагментов в *мезо*-положение молекулы приводит к небольшому (5–8 нм) гипсохромному сдвигу максимума интенсивной полосы поглощения BODIPY 2 по сравнению с BODIPY 1. Введение дополнительных этильных групп в  $\beta$ -положения пиррольных фрагментов BODIPY 3 вызывает еще большее (до 16–26 нм) bathochромное смещение максимумов полос поглощения и испускания по сравнению с тетраметил-замещенным аналогом BODIPY 1. Галогенирование  $\beta$ -положений пиррольных циклов, а также замена метинового *мезо*-спейсера на атом азота обуславливает смещение максимумов полос поглощения и испускания в область фототерапевтического окна, существенно снижая квантовый выход флуоресценции. В докладе обсуждаются также результаты исследования фотостабильности BODIPY 1–4 в растворах циклогексана и толуола под воздействием УФ излучения.

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРОВ НА ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНОГО 1,2,4-ТИАДИАЗОЛА

Доманина Е. Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

Domanina-kate@yandex.ru

Научный руководитель: д. х. н., в.н.с. Терехова И.В. (ИХР РАН)

В последнее время приблизительно 70% новых лекарственных соединений и 40% уже имеющихся на фармацевтическом рынке пероральных препаратов отнесены к практически нерастворимым (<100 мкг/мл). Растворимость в воде лекарственного средства является критическим фактором, определяющим его биодоступность. Как известно, низкая биодоступность лекарственного средства может привести к ограничению терапевтического эффекта и плохим клиническим результатам. В связи с этим, исследования, направленные на повышение растворимости лекарств, имеют не только научную, но и практическую значимость.

Целью данной работы было изучение влияния полимеров (ПВП, ПЭГ, плюроники F68, F88, F127, L64 и хитозанов) на растворимость, скорость растворения и мембранную проницаемость производного 1,2,4-тиадиазола (ТДЗ) – абсолютно нового соединения, разработанного для профилактики и лечения болезни Альцгеймера. Установлено, что солубилизирующий эффект ПЭГ является наименьшим, в то время как наибольшее солубилизирующее действие проявляют плюроники F127 и L64. Обнаружено, что использование тройных композиций ТДЗ+плюроник+ПЭГ и ТДЗ+ плюроник+ПВП для получения еще более высоких показателей растворимости ТДЗ является эффективным. Механизм солубилизации ТДЗ был предложен на основе данных <sup>1</sup>H ЯМР спектроскопии. Было выдвинуто предположение, что ПЭГ усиливает растворимость ТДЗ, действуя главным образом как соразтворитель, тогда как ПВП можно рассматривать и как соразтворитель, и как комплексобразующий агент. В случае плюроники было обнаружено включение ТДЗ в мицеллы полимеров.

Механохимическим методом были получены твердые дисперсии ТДЗ с рассматриваемыми полимерами и исследовано их поведение в буферных растворах с физиологическим значением pH. Было достигнуто значительное повышение скорости высвобождения ТДЗ из всех твердых дисперсий по сравнению с чистым лекарственным веществом. Исследовано влияние полимеров на проницаемость ТДЗ через модельную мембрану на основе фосфолипидов. Показано, что коэффициенты проницаемости тиadiaзола уменьшаются в присутствии полимеров. Получено соотношение, на основе которого можно спрогнозировать изменение мембранной проницаемости при повышении растворимости лекарственного соединения при заданной концентрации полимера.

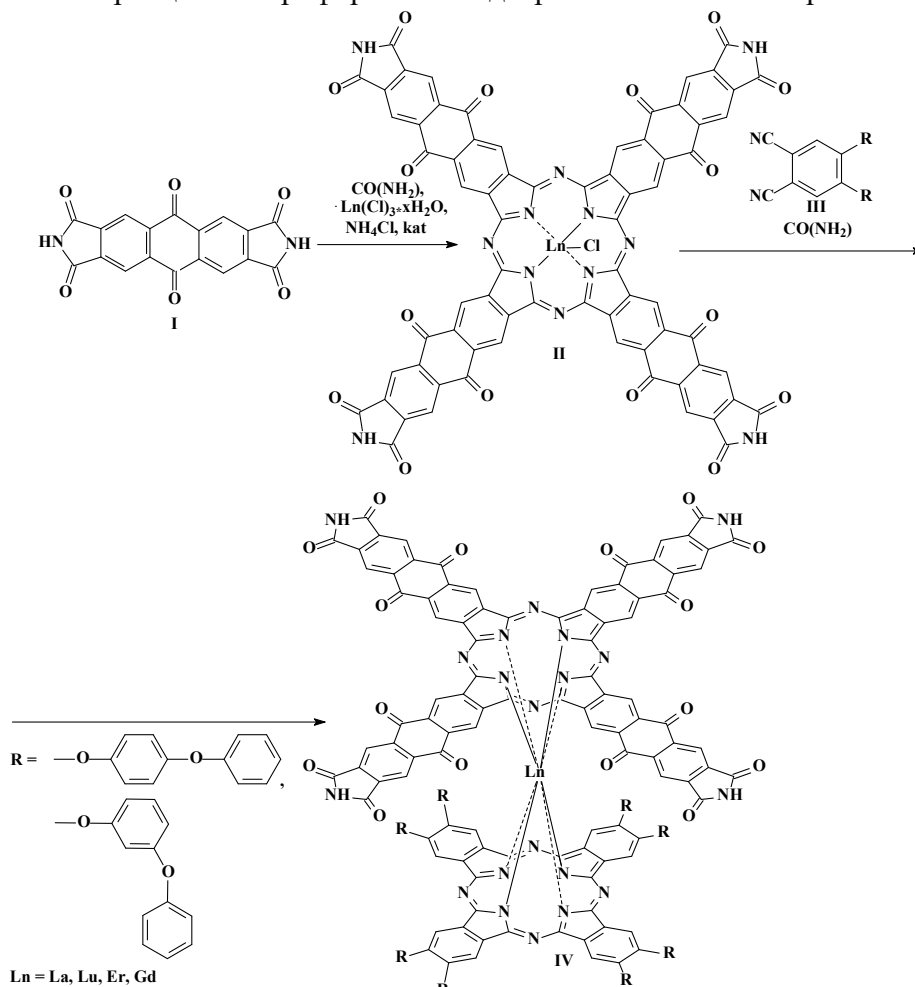
# МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ «СЭНДВИЧЕВОГО» ТИПА, СОДЕРЖАЩИЕ ФРАГМЕНТЫ ТЕТРААНТРАХИНОНОПОРФИРАЗИНА И ТЕТРАФЕНОКСИФЕНИЛОКСИФТАЛОЦИАНИНА

Дудкин И.Ю., Абросимова И.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[dudkin\\_ivan\\_96@mail.ru](mailto:dudkin_ivan_96@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Борисов А.В. (ИГХТУ)

Синтез комплексов «сэндвичевого» типа осуществляли в две стадии: Взаимодействием диимида антрахинон-2,3,6,7-тетракарбоновой кислоты с хлоридами редкоземельных элементов в присутствии мочевины, хлорида и молибдата аммония синтезированы металлокомплексы тетраантрахинонопорфиразина (II). После очистки комплексы подвергали взаимодействию с замещенными фталодинитрилами (III) при температуре 180 °С. Целевые соединения (IV) выделяли из реакционной массы экстракцией хлороформом и подвергали колоночной хроматографии.



Полученные соединения (II, IV) идентифицированы с привлечением данных элементного анализа, ЯМР  $^1\text{H}$ , электронной и колебательной спектроскопии, масс-спектрометрии. Показано, что синтезированные металлокомплексы обладают растворимостью в хлороформе, ДМСО, ДМФА. Исследованы спектральные свойства синтезированных металлокомплексов.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ПОЛУЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ $Fe_3O_4$

Евдокимова А.В.<sup>1</sup>, Евдокимова О.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>2</sup> Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

[anastasia.eudokimova@mail.ru](mailto:anastasia.eudokimova@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Агафонов А.В. (ИХР РАН)

В настоящее время, разработка органо-неорганических гибридов на основе природных/синтетических полимеров и наночастиц оксидов металлов является одним из приоритетных направлений и актуальных задач современных исследований. Значительный интерес к данным системам обусловлен новыми расширенными функциональными свойствами, которые приобретает наноматериал в результате синергетического сочетания уникальных свойств неорганической составляющей с физико-химическими и структурными характеристиками биополимера.

Целью данной работы являлась разработка гибридных многофункциональных наноматериалов в виде пленочных структур на основе наноразмерной целлюлозы и наночастиц оксида железа ( $Fe_3O_4$ ), обладающих фотоактивными свойствами, с перспективами дальнейшего применения в качестве бактерицидных агентов нового поколения. Наноцеллюлоза получена посредством растворения исходного сырья в растворе тетракоординированного комплексного аммиаката меди на первой стадии, и кислотного гидролиза на второй. Существенным преимуществом развитого подхода является получение при комнатной температуре и атмосфере воздуха наночастиц  $Fe_3O_4$  и гибридной пленки на их основе с помощью низкотемпературного растворного метода. Морфологические и структурные свойства полученных наночастиц оксидов металлов и гибридных пленок на их основе исследованы с помощью современных инструментальных методов: динамического светорассеяния света (размер частиц, дзета потенциал), сканирующей электронной микроскопии, ЭДС анализа, рентгенофазового анализа, УФ/Вид-ИК-спектроскопии, термогравиметрического анализа. Методом РФА и ИК-спектроскопии установлено увеличение степени кристалличности гибридного материала за счет модификации наночастицами. Проведено исследование адсорбционных и фотокаталитических свойств гибридной пленки в реакциях разложения водных растворов органического красителя Родамина Б (RhB) под воздействием УФ-облучения и видимым светом. Установлено, что под воздействием видимого света степень разложения органического красителя Родамина Б в водном растворе в присутствии гибридной пленки CNC/ $Fe_3O_4$  достигается 20% через 60 минут, под воздействием сильного УФ-облучения – более 50% уже через 30 минут. Таким образом, разработанные биосовместимые и экологически безопасные гибридные наноматериалы имеют большую перспективу практического применения в области биомедицины и фотокатализа.

1. О.Л. Евдокимова. Получение гибридных нанокомпозитов на основе наноразмерной целлюлозы и магнитных наночастиц  $Fe_3O_4$ , обладающих фотокаталитическими свойствами. / Евдокимова О.Л., Федуллова (Савичева) А.Д., Евдокимова А.В., Кусова Т.В., Агафонов А.В. // Ж перспективные материалы. – 2019. – принято в печать.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант 18-33-00807 мол\_а). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*



# СИНТЕЗ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕТРАКИС-4-(ДИЦИАНОФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНАТОВ *D*- ЭЛЕМЕНТОВ

Ерзунов Д. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

demon\_erv@mail.ru

Научный руководитель: к.х.н., доцент Вашурин А. С.

Металлокомплексы фталоцианинов проявляют перспективные свойства как высокоэффективные катализаторы различных технологических процессов, сенсibilizаторы, материалы для нелинейной оптики, сенсорики и медицины. Обуславливается подобный широкий диапазон применения соединений данного класса спецификой строения фталоцианинового макроцикла. Варьированием периферических заместителей и центрального атома металла можно добиваться тонкой, высокоселективной настройки свойств материалов на основе данных соединений под конкретно поставленную задачу. Однако, введение объемных фрагментов на периферию молекулы лишает ее конформационной гибкости, что пагубно сказывается на свойствах, например, каталитических. В данной работе рассматривается получение фталоцианинатов *d*- элементов с терминальными цианофеноксильными группами, а также исследование их свойств. Периферическое замещение посредством феноксильных фрагментов обеспечивает молекуле гибкость, а введение терминальных циано- групп приводит к стягиванию электронной плотности с фталоцианинового макрокольца на периферию, что облегчает доступ субстрата к координационному центру комплекса и, таким образом, способствует более эффективному протеканию каталитических реакций.

Синтез осуществлялся путем темплатного сплавления соответствующего фениленбисоксифталонитрила с безводным ацетатом металла в молярном соотношении 4:1 при 200°C (Рис. 1). Полученные комплексы очищались посредством колоночной хроматографии на силикагеле с хлороформом в качестве элюента. Структура всех соединений была подтверждена при помощи элементного анализа, методов MALDI-TOF масс-спектрометрии, ИК- и ЯМР спектроскопии. Для полученных фталоцианинатов были изучены спектральные характеристики в органических растворителях и исследована их каталитическая активность на примере реакции окисления 2-меркаптоэтанола.

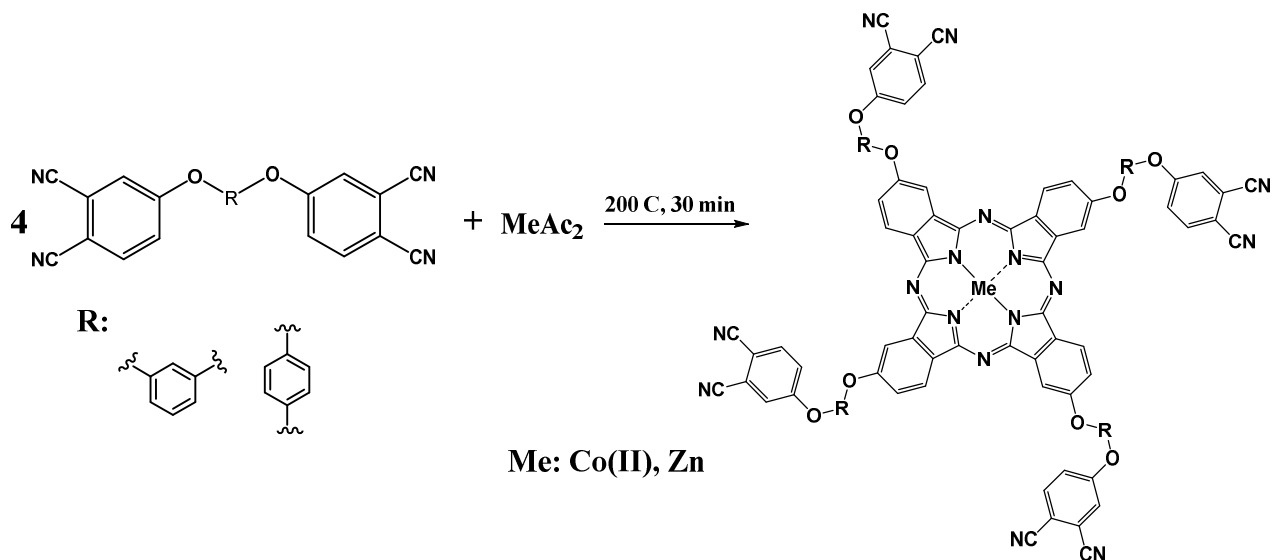


Рис. 1. Синтез дицианофеноксифталоцианинатов кобальта(II) и цинка

Работа была выполнена при поддержке гранта Российского Научного Фонда, проект № 17-73-20017.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МОЛЕКУЛЫ 1-МЕТИЛСИЛАТРАНА

Ерошин А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Alexey.Yeroshin@yandex.ru

Научный руководитель: д. х. н., доцент Шлыков С.А. (ИГХТУ)

Силатраны  $XSi(YCH_2CH_2)_3N$ , где ( $Y=O, NR, CH_2, S$ ), являются классическими представителями класса органических производных пентакоординированного атома кремния. Притяжение между атомами азота и кремния в этих соединениях предопределяет особенность их строения, необычные спектральные характеристики и реакционную способность, а также широкий спектр биологической активности.

В работе [1] проведено тщательное квантово-химическое (КХ) изучение структуры молекул незамещенного, а также  $CH_3$ - и  $F$ -замещенных силатранов с применением различных теоретических подходов. Сравнение с имеющимися экспериментальными данными, методом электронографии (ЭГ) для газовой фазы и методом РСА для кристаллической, выявило некоторые особенности: 1) расстояния  $N\cdots Si$  в кристалле существенно короче, примерно на  $0,3 \text{ \AA}$ , таковых в газовой фазе; 2) в случае  $Me$ -замещенного силатрана это расстояние, найденное методом ЭГ в ранней работе [2], является, по мнению авторов [1], сильно заниженным, на  $\sim 0,05 \text{ \AA}$ . Кроме того, систематизация в ряду силатранов в [1] была также проведена и для растворов.

Нам было предложено выполнить прецизионное экспериментальное исследование структуры молекулы 1-метилсилатрана методом ЭГ, с использованием более совершенного оборудования и методик обработки данных, а также с привлечением современных КХ подходов.

В газовой фазе молекула 1-метилсилатрана может существовать в виде двух конформеров, изображенных на рисунке 1. Согласно выполненным нами КХ расчетам в приближениях  $MP2$  и  $DFT$  (с функционалами  $M062X$  и  $B3LYP$ ) и базисным набором  $6-311G^{**}$ , в паре при  $300-450 \text{ K}$  содержание конформера II может достигать от 1 до 9 мольн. %.

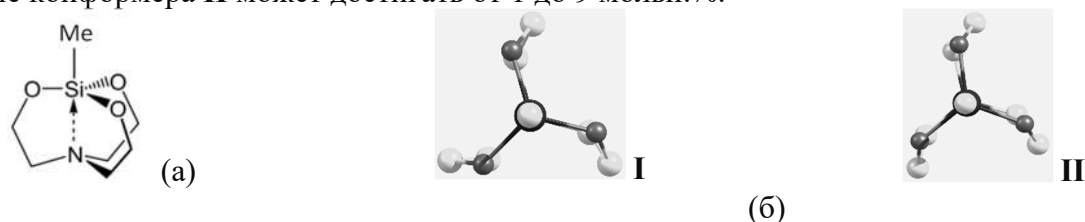


Рисунок 1. Структура молекулы 1-метилсилатрана: (а) общий вид, (б) проекции его конформеров перпендикулярно оси  $N\cdots Si$

В данной работе выполнен совместный электронографический/масс-спектрометрический эксперимент. В отличие от условий ЭГ эксперимента в работе [2], при которых пар исследовался при  $458 \text{ K}$ , нам удалось выполнить исследование при существенно более низкой температуре,  $355 \text{ K}$ , что приводит к заметному снижению колебательных амплитуд и, следовательно, более надежному определению межъядерных расстояний между несвязанными атомами в молекуле. Кроме того, авторами [2] не было учтено возможное присутствие конформера II.

*Работа выполнена при частичной поддержке Министерства науки и высшего образования (Проект 4.3232.2017/4.6). Исследование проведено с использованием УНУ Центра коллективного пользования ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

Belogolova E. F., Sidorkin V. F. Correlation among the Gas-Phase, Solution, and Solid-Phase Geometrical and NMR Parameters of Dative Bonds in the Pentacoordinate Silicon Compounds. 1-Substituted Silatranes //The Journal of Physical Chemistry A. – 2013. – Т. 117. – №. 25. – С. 5365-5376.

Shen Q., Hilderbrandt R. L. The structure of methyl silatrane (1-methyl-2, 8, 9-trioxa-5-aza-1-silabicyclo (3.3. 3) undecane) as determined by gas phase electron diffraction //Journal of Molecular Structure. – 1980. – Т. 64. – С. 257-262.

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТРЕТ-БУТИЛЗАМЕЩЕННОГО МАКРОГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ С ФРАГМЕНТАМИ 1,3-ТИАЗОЛА

Жилинская М. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[daniilova@isuct.ru](mailto:daniilova@isuct.ru)

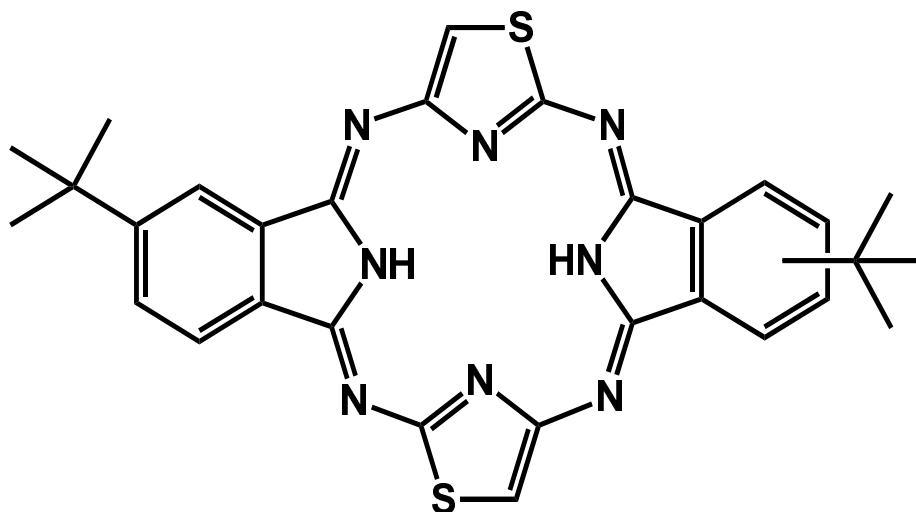
Научный руководитель: д.х.н., профессор Данилова Е.А. (ИГХТУ)

В настоящее время макрогетероциклы, содержащие фрагменты 1,3-тиазола остаются практически неизученными, что вызывает интерес к подобным структурам.

2,4-Диамино-1,3-тиазол, являющийся прекурсором в синтезе подобных макрогетероциклических соединений (Мс) чувствителен к действию кислорода воздуха, поэтому выпускается в виде гидрохлорида, который более стабилен.

Ранее нами был предложен метод синтеза Мс из 2-амино-4-имино-2-тиазолин гидрохлорида и фталонитрила, а также его комплексов с двухвалентными металлами. Полученные соединения оказались практически не растворимыми в органических растворителях.

Известно, что введение объемных трет-бутильных групп приводит к повышению растворимости Мс. В этой связи нами предложен метод синтеза Мс с использованием трет-бутилфталонитрила.



К раствору бутанолята натрия при перемешивании добавили трет-бутилфталонитрил без доступа солнечного цвета. После выдержки в реакционную массу вносили 2-амино-4-иминотиазолин гидрохлорид, перемешивали при температуре кипения под слоем аргона. Бутанол отгоняли с помощью водяного пара. Полученный порошок очищали методом колоночной хроматографии на силикагеле.

Строение полученного соединения установлено на основании данных электронной, ИК спектроскопии, масс-спектрометрии.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-03-00888.*

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».*

# ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОРФИРИНАТОВ Co(III) И Sn(IV) В СФЕРИЧЕСКИЕ МИЦЕЛЛЫ СТАВ. АКСИАЛЬНАЯ КООРДИНАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ НА МЕТАЛЛОПОРФИРИНАХ.

Кайгородова Е.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет

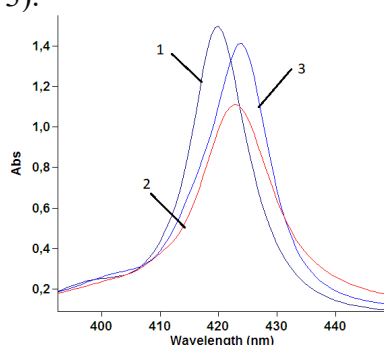
yiii42@bk.ru

Научный руководитель: д. х. н., в.н.с. Мамардашвили Г.М. (ИХР РАН)

Исследование процессов взаимодействия порфиринов и металлопорфиринов с простейшими моделями мембран (ионных поверхностно-активных веществ) представляет большой интерес. Благодаря этому становится возможным понимание многих биологических и фотохимических процессов с их участием, а также с участием ПАВ решается множество практических задач: повышение растворимости соединений, солюбилизация водонерастворимых производных порфирина, предотвращение агрегации макроциклических молекул в молекулярные ассоциаты и др.

В ходе выполнения данной работы, методом спектрофотометрического титрования, были исследованы процессы взаимодействия гидрофильных Co(III)тетраakis(4-сульфонатофенил)порфирина и Sn(IV)тетраakis(4-сульфонатофенил)порфирина с бромидом цетилтриметиламмония(СТАВ).

Наши исследования показали, что все изученные порфирилаты Co(III) и Sn(IV) в присутствии СТАВ могут существовать в трёх различных формах: свободные мономеры (Рис.1, полоса 1), ассоциаты [MTPPS-СТАВ]<sub>Ag</sub> (Рис.1, полоса 2) и мицеллированные порфирины [MTPPS-СТАВ]<sub>Mc</sub> (Рис.1, полоса 3).



**Рис.1.** Спектральные изменения при титровании Sn(IV)тетраakis(4-сульфонатофенил)порфирина раствором СТАВ.

Наличие мицеллярной оболочки у диаква-порфирилата Co(III) не исключает процесс замещения аквалигандов на различные азотсодержащие основания, однако заметно этот процесс ингибирует. Как и у мономерного диаквакомплекса Co(III)TPPS(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>, у мицеллированного [Co(III)TPPS(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>]<sub>Mc</sub> в водных средах при pH 7.4 замещение аквалигандов идёт в два этапа(1). Однако, происходят эти замещения при значительно более высоких концентрациях лигандов, особенно это касается препаратов на основе имидазола.



Была изучена кинетика процесса комплексообразования порфирилата Co(III). Параллельно было изучено влияние СТАВ на данный процесс. В ходе реакции выяснили, что СТАВ ингибирует реакцию образования металлопорфиринов, в том числе и Co(III)TSPP, вплоть до полной остановки реакции. В результате взаимодействия тетрасульфофенилпорфирина с хлоридом кобальта образуется Co(II)TPPS, который сразу же окисляется до Co(III)TPPS.

Были изучены флуоресцентные свойства порфирилатов Sn(IV), рассчитан квантовый выход флуоресценции. Полученные данные свидетельствуют, что образование ассоциатов приводит к тушению флуоресценции, в то время как локализация порфирилатов в мицеллы увеличивает флуоресценцию.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-03-00048 А).*

# ПЕРГАЛОГЕНИРОВАННЫЕ АНАЛОГИ СУБФТАЛОЦИАНИНА – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АКЦЕПТОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Ковкова У. П., Скворцов И. А.

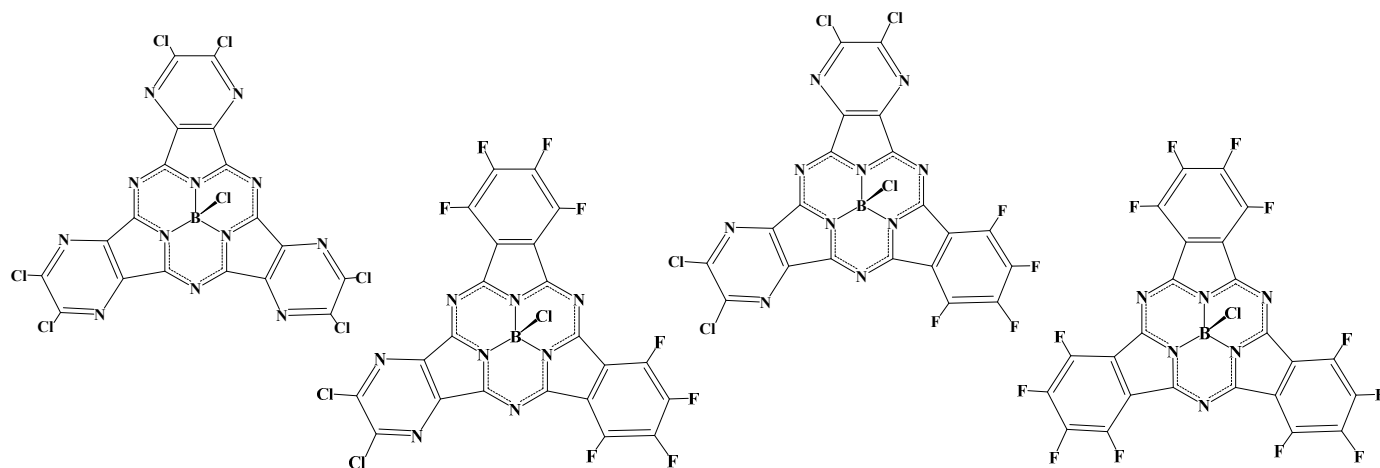
Ивановский государственный химико-технологический университет

[kovkova.ulya@mail.ru](mailto:kovkova.ulya@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Стужин П. А. (ИГХТУ)

В настоящее время субфталоцианины и их аналоги представляют повышенный интерес, так как имеют большой потенциал благодаря своим уникальным спектральным и физико-химическим свойствам. Введение заместителей в молекулу субфталоцианинов приводит к значительной модификации её свойств [1]. В отличие от субфталоцианина, используемого в качестве донорного слоя в устройствах органической электроники, его перфторированные аналоги проявляют электропроводность *n*-типа и являются акцепторами [2]. Другим способом проявления и усиления акцепторных свойств, кроме галогенирования, является азамещение в бензольных кольцах субфталоцианина.

Целью нашей работы является синтез пергалогенированных порфиразинов в качестве перспективных акцепторных материалов для органической электроники. В нашей работе мы впервые одновременно сочетали два метода модификации субфталоцианинов – и галогенирование, и азамещение. В результате, при соконденсации тетрафторфталодинитрила и 5,6-дихлор-пиразин-2,3-дикарбонитрила в присутствии хлорида бора в *p*-ксилоле нами была получена серия пергалогенированных порфиразинов, содержащих дихлорпиразиновые и тетрафторбензольные фрагменты.



Строение полученных макроциклов было охарактеризовано с помощью MALDI-TOF масс-спектрометрии и ЯМР-спектроскопии ( $^{11}\text{B}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ). Обсуждается влияние строения субпорфиринового макроцикла на спектрально-люминесцентные свойства и поведение к протондонорных средах.

1. High voltage hybrid organic photovoltaics using a zinc oxide acceptor and a subphthalocyanine donor / Dearden C.A. [et al.] // Phys. Chem. Phys. – 2014. – № 35. – P. 18926–18932.
2. Subphthalocyanines, subporphyrazines, and subporphyrins: singular nonplanar aromatic systems / Claessens C.G. [et al.] // Chem. Rev. – 2014. – № 4. 2192. – P. 18926–18932.

Данная работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант №17-13-01522)

# ПОЛУЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ CORE-SHELL ЧАСТИЦ НИКЕЛЬ-КРЕМНЕЗЕМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ НОСИТЕЛЯ ДЛЯ КАТАЛИЗАТОРОВ

Кополева Е.А.<sup>1</sup>, Лебедев М.Д.<sup>2</sup>, Гончаренко А.А.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Ивановский химико-технологический университет, Иваново

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет, Санкт-Петербург

Научный руководитель: к.х.н. Марфин Юрий Сергеевич (ИГХТУ)

lenkopoleva@yandex.ru

Получение и разработка наноматериалов с заданными морфологическими параметрами и физико-химическими свойствами - одна из актуальных задач на сегодняшний день. Повышенный интерес к нанобъектам вызван наличием у них необычных физико-химических свойств, которые связаны с их размерами. Применение наночастиц никеля в качестве составной части катализатора может быть отражено на примере магнитоуправляемых композитных частиц, которые облегчают процесс отделения гетерогенного катализатора от продуктов реакции. В настоящем исследовании обсуждается методика получения композитных материалов типа core-shell, где в качестве магнитного ядра выступает никель, а в качестве оболочки органомодифицированный кремнезем.

В работе был произведен синтез наночастиц никеля путем восстановления хлорида никеля гидразином в щелочной среде. Для инициации процесса нуклеации ядер использовали хлорид палладия. Получение частиц протекает в соответствии со следующей реакцией:



Первичные магнитные наночастицы, как правило, объединяются в крупные кластеры и, следовательно, теряют специфические свойства, связанные с морфологией частиц. Следовательно, важной характеристикой получаемых материалов является их устойчивость к агрегации. Для этих целей нами был использован цетилтриметиламмоний бромистый (СТАВ), который предотвращает агрегацию путем электростатического взаимодействия с поверхностью возникающих в процессе синтеза наночастиц.

Взаимодействие между СТАВ и наночастицами никеля было подтверждено с помощью ИК-спектроскопии. Химическое состояние элементов на поверхности и в приповерхностном слое изучали методом РФЭС.

Следующим этапом стало получение core-shell частиц никель-кремнезем золь-гель методом. Покрытие полученных частиц матрицей кремнезема проводилось за счет ковалентной привязки меркаптопропилтриметоксисилана с поверхностью никеля. В ходе данного процесса образуются ковалентная связь Ni-S. Отличительной чертой предлагаемого метода является проведение всех стадий процесса в одном стакане (one-pot) и использование ПАВ – додецилдиметиламин-N-оксида, проявляющего мультифункциональное действие в данном синтезе. Преимущества используемого подхода к синтезу материалов заключены в простоте проведения процесса получения материалов необходимого состава. Последним этапом стало включение в матрицу полученных материалов наночастиц палладия путем и осаждения их хлорида палладия. Данные системы были протестированы в качестве гетерогенных катализаторов в процессе гидрирования нитросоединений.

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГЕТЕРОЛЕПТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНИДОВ СЭНДВИЧЕВОГО ТИПА С ЛИГАНДАМИ ТЕТРА(ТРЕТ-БУТИЛБЕНЗО)ПОРФИРИНА И ФТАЛОЦИАНИНА

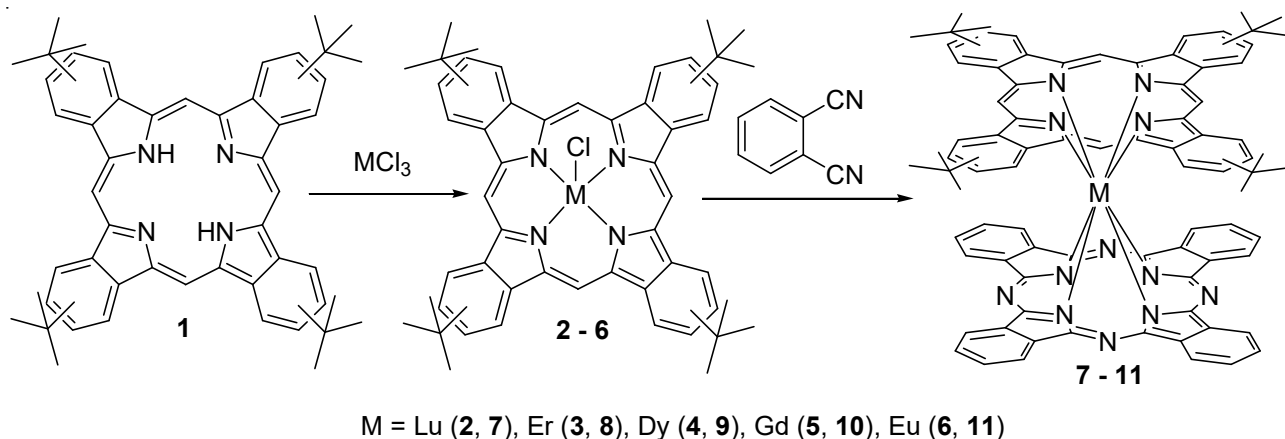
Коптяев А.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
akisuct@gmail.com

Научный руководитель: д. х. н., профессор Галанин Н. Е. (ИГХТУ)

Известно, что двухпалубные комплексы фталоцианина с редкоземельными элементами могут использоваться в качестве сенсоров различного типа [1], а также полупроводниковых компонентов [2]. Однако большая часть литературных данных относится к исследованию гомолептических лантанид-бисфталоцианинов. Информация о гетеролептических тетрабензопорфирин – фталоцианиновых комплексах лантанидов носит отрывочный характер.

В ходе данной работы были синтезированы новые гетеролигандные комплексы типа тетра(трет-бутилбензо)порфирин – лантанид – фталоцианин (**7-11**).



Исследованы спектральные свойства полученных соединений. Установлен линейный характер зависимости положения максимумов полос Q в спектрах поглощения комплексов от ионных радиусов лантанидов.

Методом термовакuumного напыления были получены образцы тонких пленок для комплексов гадолиния, эрбия и лютеция (**10**, **8** и **7**), исследована их электрическая проводимость. В температурной зависимости проводимости для тонких пленок комплексов эрбия **8** и гадолиния **10** обнаружен аномальный и обратимый электрический сигнал. Потенциально данный сигнал может быть применен на практике, например, для создания молекулярных переключателей и датчиков температуры.

Rodriguez-Méndez, M. L. New insights into sensors based on radical bisphthalocyanines/M. L. Rodriguez-Méndez et al.//Journal of Porphyrins and Phtalocyanines. – 2009. – Vol. 13. – p. 1159-1167.

Kratochvílová, I. Electronic functionality of Gd-bisphthalocyanine: Charge carrier concentration, charge mobility, and influence of local magnetic field/I. Kratochvílová et al.// Synthetic Metals. – 2018. – Vol. 236. – p. 68-78.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ ПИРАЗОЛОНАТНОГО КОМПЛЕКСА ТЕРБИЯ

Королькова К.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[korolksu37@gmail.com](mailto:korolksu37@gmail.com)

Научные руководители: д. х. н., профессор Белова Н. В. (ИГХТУ), к.х.н. Пименов О.А. (ИГХТУ)

Теория Р. Бейдера «атомы в молекулах» (Atoms-in-Molecules, AIM)[1] основана на топологическом анализе молекулярной функции распределения электронной плотности, которая может быть получена с помощью квантово-химических вычислений.

На основании результатов анализа распределения электронной плотности в рамках QТАИМ можно судить о природе химической связи между атомами в молекуле. На Рис. 1 представлены карты лапласиана электронной плотности ( $\nabla^2\rho$ ) в плоскости TbO<sub>2</sub> молекул Tb(C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)<sub>3</sub>, Tb(C<sub>8</sub>H<sub>11</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)<sub>3</sub> и Tb(C<sub>14</sub>H<sub>15</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)<sub>3</sub>. В области между атомами тербия и кислорода наблюдается сильный отток электронной плотности ( $\nabla^2\rho > 0$ ) в сторону ядер, что соответствует ионному взаимодействию, т.е. связь Tb–O является ионной. Для всех остальных химических связей в комплексе величина лапласиана электронной плотности  $\nabla^2\rho$  отрицательна, что свидетельствует в пользу ковалентной природы связей.

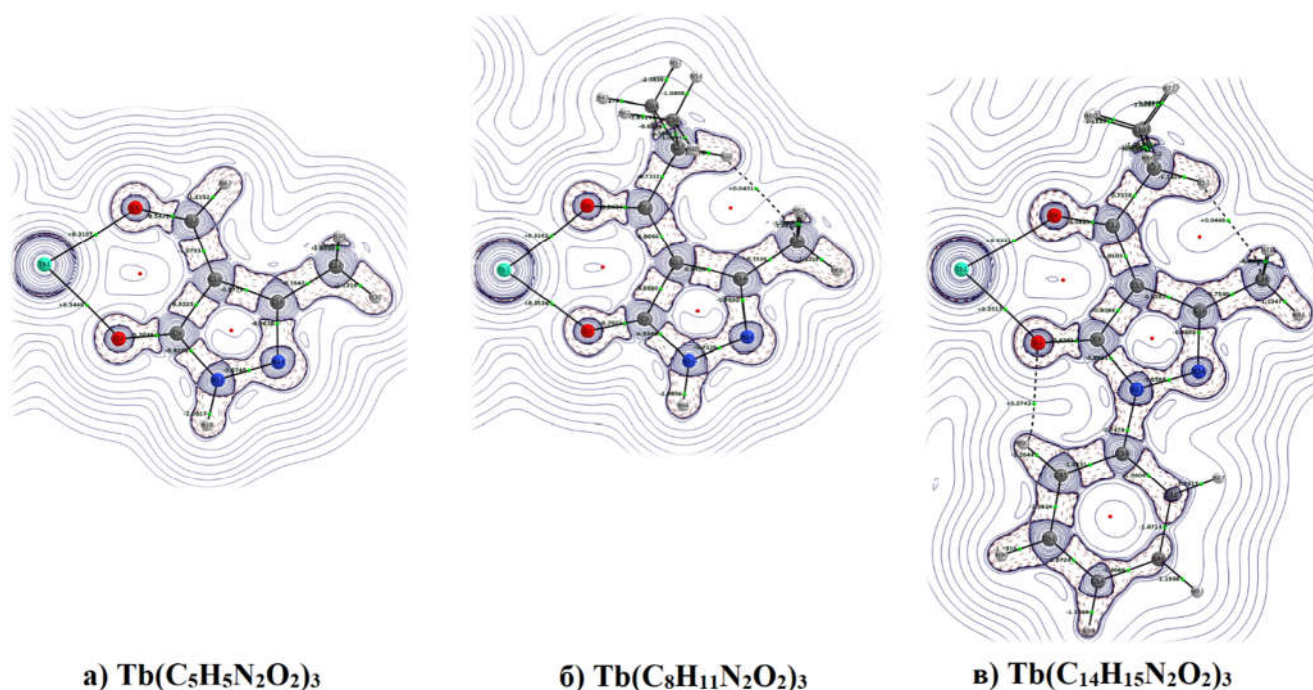


Рис. 1. карты лапласиана электронной плотности ( $\nabla^2\rho$ ) в плоскости TbO<sub>2</sub>.

(Красным обозначены зоны, где концентрация электронной плотности максимальна, что соответствует отрицательному значению лапласиана. Синяя зона, напротив, обеднена концентрацией электронной плотности, лапласиан положительный)

Bader R. Atomy v molekulakh. Kvantovayateoriya [Atoms in molecules. Quantumtheory]. Moscow, MirPubl., 2001, 463 p.



# СТРОЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ N-ОКСИДОВ

Котова В. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[vitalia.kotova@gmail.com](mailto:vitalia.kotova@gmail.com)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Белова Н. В.

Объектами исследований являются замещенные гетероциклические N-оксиды: 4-метилпиридин-N-оксид и 4-нитропиридин-N-оксид. Эти соединения обладают рядом ценных свойств, что объясняет их широкое практическое применение в различных областях науки, медицины, техники. В частности, практический интерес к гетероароматическим N-оксидам вызван тем, что многие из них проявляют биологическую активность.

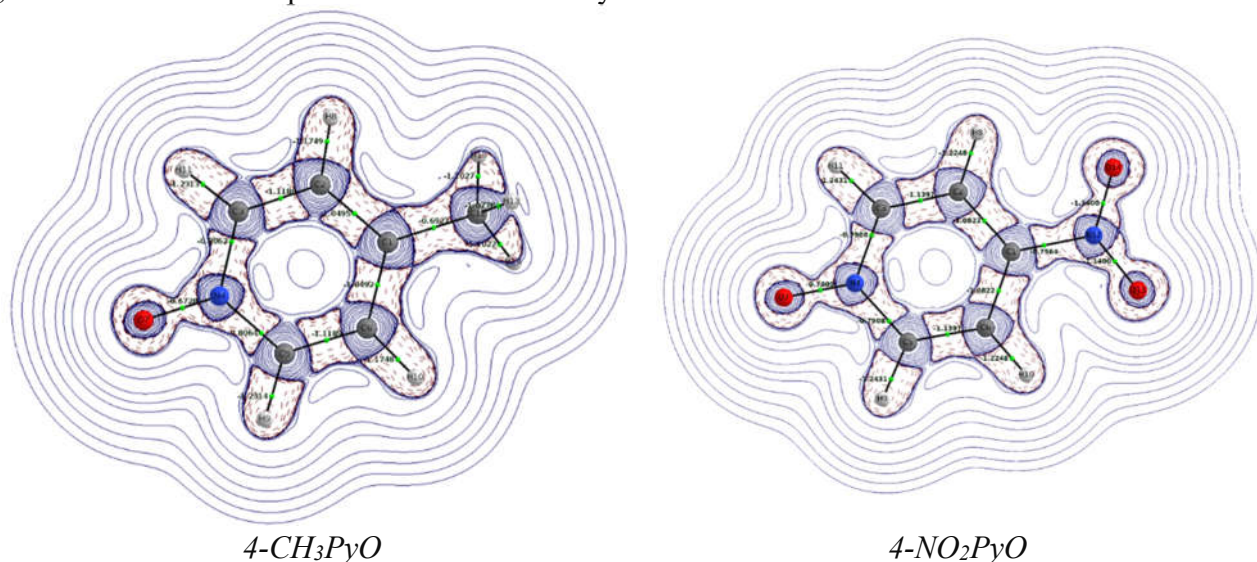


Рисунок 1. Изображение лапласиана электронной плотности

Расчет равновесных геометрических параметров и частот колебания выполнен в рамках теории функционала электронной плотности (вариант B3LYP) с базами cc-pVTZ. Согласно выполненным расчетам молекула 4-CH<sub>3</sub>PyO обладает симметрией C<sub>s</sub>, а молекула 4-NO<sub>2</sub>PyO-C<sub>2v</sub>. В таблице 1 приведены равновесные геометрические параметры для этих молекул.

Таблица 1.

Равновесные геометрические параметры молекул 4-CH<sub>3</sub>PyO и 4-NO<sub>2</sub>PyO.

	4-CH <sub>3</sub> PyO	4-NO <sub>2</sub> PyO
r (N→O), Å	1.274	1.261
Q(N→O)	1.524	1.565
q(O)	-0.56	-0.51
∠C2C1C6	115.9	119.8
r (C1-C6), Å	1.395	1.389

В ходе работы был проведен анализ распределения электронной плотности в рамках QTAIM с целью изучения влияния природы заместителя на геометрию пиридинового цикла и свойства семиполярной связи N→O. При замене группы CH<sub>3</sub> на NO<sub>2</sub> наблюдается увеличение угла ∠C2C1C6 и уменьшение длин связей C1-C6 и C1-C2, что свидетельствует об акцепторном характере заместителя -NO<sub>2</sub> по сравнению с донорным -CH<sub>3</sub>.

Можно отметить, что введение электроноакцепторного заместителя NO<sub>2</sub> приводит к уменьшению величины межъядерного расстояния r(N→O) и увеличению порядка этой связи Q(N→O), т.е. делает эту связь более жесткой. При этом уменьшается отрицательный заряд на атоме O. Все это приводит к уменьшению нуклеофильности соединения. Таким образом, введение электроноакцепторных заместителей может способствовать некоторому уменьшению комплексообразующих свойств N-оксидов.

# ЭФФЕКТ ПРИСУТСТВИЯ БИЛИРУБИНА В РЕАКЦИЯХ СВЯЗЫВАНИЯ МАЛЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ ТРАНСПОРТНЫМ БЕЛКОМ

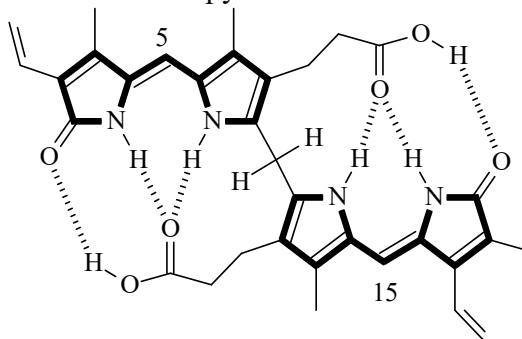
Кочергин Б. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[kocherginba1992@mail.ru](mailto:kocherginba1992@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., доцент Румянцев Е. В. (ИГХТУ, ИвГПУ)

В настоящее время очень актуальна проблема лечения раковых заболеваний. В основном в мире применяется хирургический способ удаления раковых клеток. Данный метод не всегда возможен ввиду существования подобного типа заболеваний легких, крови, кожи и многого другого. Возникает необходимость действий на клеточном уровне. Как известно, раковые клетки не подлежат восстановлению и для лечения болезни их надо уничтожать целиком. Подходящим средством для уничтожения клеток является урацил – мощный антиоксидант, входит в состав транспортной РНК и выполняет важную генетическую функцию. Известны многие его производные, выполняющие важную биологическую функцию, поэтому для изучения были также выбраны 5,6-замещенные урацилы, барбитуровая, тиобарбитуровая и циануровая кислоты.

Остается открытым вопрос с введением азотистых оснований в пораженные клетки. Благодаря возможности комплексообразования с биомакромолекулами можно повысить эффективность и контролировать биораспределение и межклеточный обмен урацила в организме человека. Ввиду того, что связывание с биомолекулами изменяет эффективность антиоксиданта, необходимо подробное, детальное изучение процессов комплексообразования. В организме человека существует множество биомакромолекул, но универсальным транспортным средством является альбумин (BSA), который содержит в своей структуре сайты связывания как для гидрофобных, так и для гидрофильных соединений. Безусловно, все заместители в биомакромолекуле влияют друг на друга в той или иной степени. В качестве такого влияющего заместителя был выбран билирубин (BR) – линейный тетрапиррол, желчный пигмент, один из антиоксидантов в сердце и нервной ткани. Таким образом целью данной работы стало изучение макромолекулярного комплексообразования урацила и его аналогов с альбумином и его билирубиновым комплексом.



11. Рис. 1. Структурная формула билирубина.

Благодаря способности к флуоресценции азотистых оснований в составе альбумина целесообразно для оценки эффективности связывания использовать метод флуоресцентной спектроскопии. Критериями успешного комплексообразования служат рассчитанные кинетические и термодинамические параметры, а также величины, полученные из применения теории флуоресцентного резонансного переноса энергии. Для установления влияния билирубина при комплексообразовании с позиции пространственного расположения был проведен компьютерный анализ методами молекулярной динамики.

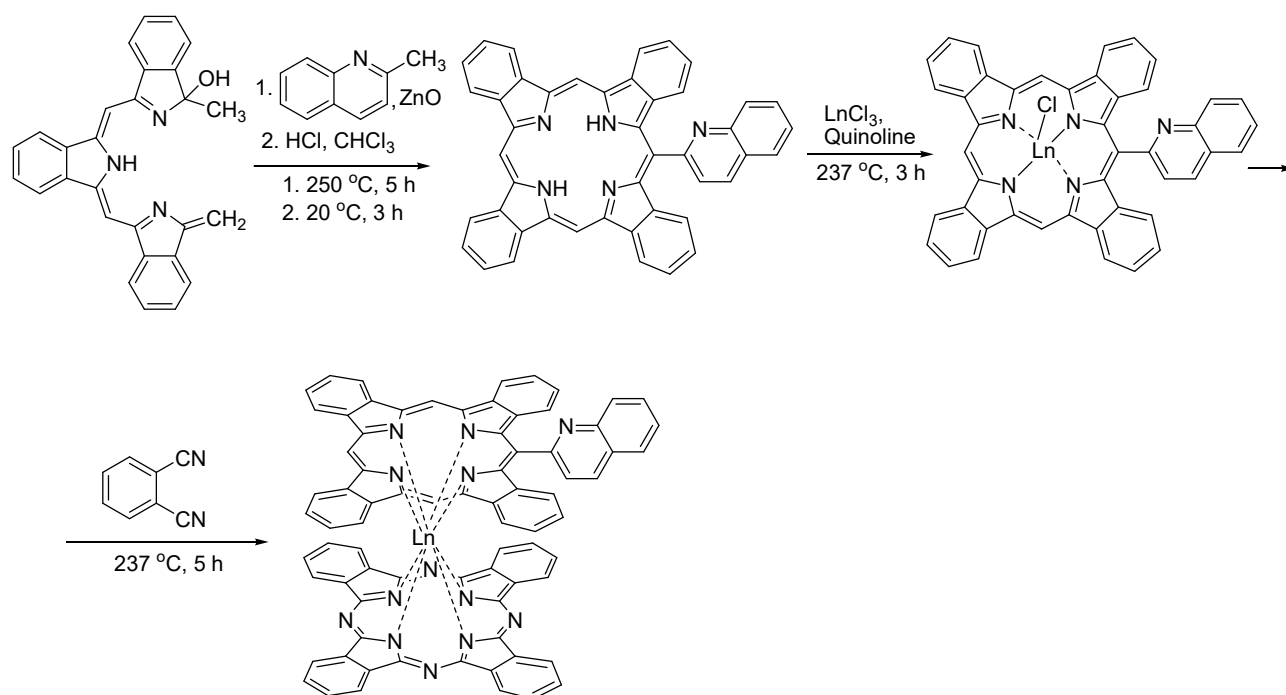
# КОМПЛЕКСЫ ЛАНТАНИДОВ «СЭНДВИЧЕВОГО» ТИПА СОДЕРЖАЩИЕ ФРАГМЕНТЫ 5-(2-ХИНОЛИЛ)ТЕТРАБЕНЗОПОРФИРИНА И ФТАЛОЦИАНИНА

Кузнецова А. Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[ann.kuznetsowa2013@yandex.ru](mailto:ann.kuznetsowa2013@yandex.ru)

Научный руководитель: д.х.н., проф. Галанин Н.Е. (ИГХТУ)

В настоящей работе представлены данные о синтезе, спектральных и электрохимических свойствах комплексов лантана, неодима, гадолиния, эрбия и лютеция «сэндвичевого» типа, содержащих фрагменты 5-(2-хинолил)тетрабензопорфирина и фталоцианина.



Синтез комплексов осуществляли в несколько стадий, с использованием в качестве исходного соединения тримерного продукта конденсации фталимида с ацетатом цинка. Его взаимодействием с 2-метилхинолином в присутствии оксида цинка получен *мезо*-(2-хинолил)тетрабензопорфинат цинка, который был деметаллирован соляной кислотой. Полученный безметалльный порфирин вводили в реакцию с хлоридами лантанидов в кипящем хинолине. Образующиеся при этом однопалубные комплексы в дальнейшем реагировали с фталонитрилом с образованием сэндвичевых комплексов. Они были очищены колоночной хроматографией, их состав и строение подтверждали элементным анализом, масс-спектрометрией MALDI-TOF, ЯМР <sup>1</sup>H и электронной спектроскопией.

Установлено, что спектральные свойства синтезированных соединений в значительной степени зависят от ионных радиусов металлов, входящих в их состав. Изучены электрохимические свойства комплексов и установлено, что они легче окисляются и труднее восстанавливаются, чем соответствующие дифталоцианины. Синхронный термический анализ показал устойчивость комплексов в инертной атмосфере до температур 300 °C.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# СИНТЕЗ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НА СВЕРХСШИТОМ ПОЛИСТИРОЛЕ ДЛЯ ГИДРИРОВАНИЯ 4-НИТРОАНИЛИНА

Кузнецова А.А., Кузьмин И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[kuznetsova.anna37@gmail.com](mailto:kuznetsova.anna37@gmail.com)

Научный руководитель: м. н. с., Латыпова А.Р.

В настоящее время известно, что на активность, селективность и стабильность катализаторов значительно влияют размер металлических частиц, гранул катализаторов, химический состав и физико-химические свойства. Поэтому изучение влияния различных условий на синтез катализаторов является одной из важнейших задач современного гетерогенного катализа.[1,2,3]

Цель работы - нахождение оптимальных условий синтеза нанесенных катализаторов на сверхсшитом полистироле для гидрирования 4-нитроанилина.

Методом осаждения было синтезировано 12 палладиевых нанесенных катализаторов при варьировании условий синтеза. Варьировались такие параметры, как кислотность среды и количество осадителя, предварительная обработка носителя пероксидом водорода, продолжительность синтеза. Синтез палладиевых катализаторов осуществляли осаждением гидроксида палладия в результате реакции гидролиза путем добавления 3 мМ раствора  $H_2PdCl_4$  к 1 г носителя, суспендированного в водном растворе  $Na_2CO_3$ . Раствор  $H_2PdCl_4$  готовили в водных растворах соляной кислоты различных концентраций. Образцы катализаторов после синтеза отфильтровывали, тщательно промывали дистиллированной водой и сушили при 338 К на воздухе. Перед кинетическими экспериментами катализатор восстанавливали при 523 К в течение 60 мин в потоке водорода в трубчатом реакторе, затем охлаждали до температуры окружающей среды.

Активность катализаторов и их стабильность изучали в условиях модельной реакции - гидрирования 4-нитроанилина (4-НА) в водном растворе 2-пропанола. Каждый эксперимент включал в себя три последовательных ввода 4-нитроанилина одинаковой навески без замены катализатора. Полнота протекания реакций в каждом опыте оценивалась по спектрам поглощения.

По результатам проведенных кинетических экспериментов, можно сказать, что самым активным является катализатор, синтезированный из хлорида палладия, растворенного в 0,5 М растворе соляной кислоты. Рассчитанные наблюдаемые скорости реакций для него имели самые высокие значения. Однако, самым стабильным оказался катализатор, носитель которого был предобработан в течении 96 часов раствором пероксида водорода. Все значения наблюдаемых скоростей гидрирования 4-нитроанилина для этого катализатора были близки. Так же необходимо отметить, что по данным спектров поглощения в конечных пробах реакционных смесей п-нитроанилин отсутствовал, что свидетельствует о его полной конверсии в п-фенилендиамин.

Yin, L., Liebsche, J. Carbon–Carbon Coupling Reactions Catalyzed by Heterogeneous Palladium Catalysts/ L. Yin, J. Liebsche// Chem. Rev. - 2007. - №107. - p.133–173.

Munnik, P. Effects of Drying Conditions on the Synthesis of Co/SiO<sub>2</sub> and Co/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fischer-Tropsch Catalysts/ P.Munnik, N. Krans, P. E. de Jongh, K. P. de Jong// ACS Catalysis. - 2014. - № 4 -p. 3219–3226.

Dong, Z. Effects of preparation conditions on catalytic activity of Ru/AC catalyst to reduce bromate ion in water/ Z. Dong, W. Dong, F. Sun, R. Zhu, F. Ouyang// Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis. - 2012. -№ 107 - p. 231–244.

*Авторы благодарят РФФ за финансовую поддержку исследований (проект № 18-79-10157). Исследование проведено с использованием ресурсов Центров коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» и ФГБОУ ВО «ТвГТУ».*

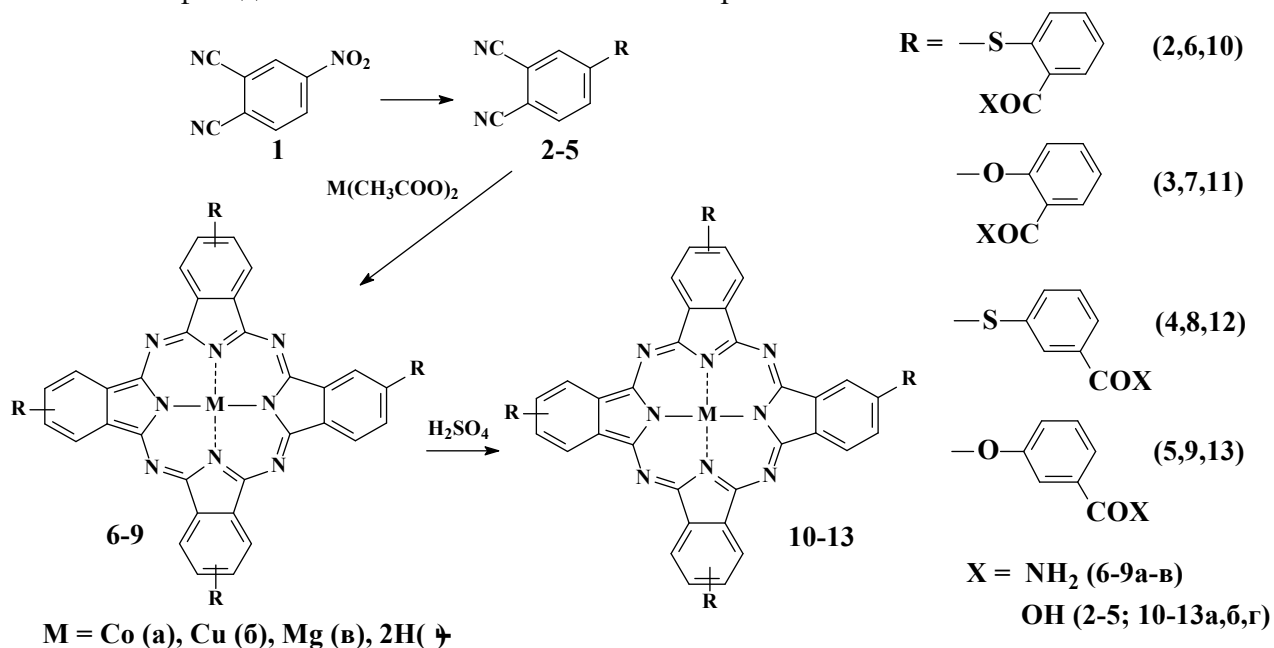
# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КАРБОКСИАРЕНЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ

Кузнецова Д.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
dashaf305@mail.ru

Научный руководитель: д.х.н., профессор Майзлиш В.Е. (ИГХТУ)

В течение долгих лет не ослабевает интерес к фталоцианину ( $H_2Pc$ ) и его металлокомплексам ( $MPc$ ), обусловленный уникальным строением и физико-химическими свойствами этих соединений. Различные подходы к синтезу позволяют модифицировать физико-химические свойства фталоцианина с помощью изменения природы металлокомплексобразователя или введения различных периферийных заместителей. Среди многообразия замещенных фталоцианинов особую группу составляют карбоксизамещенные фталоцианины. Подобные соединения в виде солей щелочных металлов хорошо растворимы в воде, что значительно расширяет области их возможного применения, например, в качестве катализаторов сероочистки и в фотодинамической и каталитической терапии онкологических заболеваний.



Схема

С привлечением реакции нуклеофильного замещения нитрогруппы в 4-нитрофталодинитриле (**1**) на остатки *o*- и *m*-гидрокси- и *o*- и *m*-меркаптобензойных кислот получили соответствующие фталодинитрилы (**2-5**). Синтез металлофталоцианинов (**6-9**) проводили темплатной конденсацией с ацетатами кобальта, меди и магния в присутствии мочевины при температуре 180-190 °С (схема). Полученные продукты переосаждали из концентрированной серной кислоты, что привело к кислотному гидролизу карбамоильных групп и переводу фталоцианинов в соответствующие карбоновые кислоты (**10-13**). Перевод фталоцианинов в водорастворимые натриевые соли соответствующих карбоновых кислот проведен обработкой раствором этилата натрия в этаноле.

Изучены спектральные свойства синтезированных фталоцианинов в различных растворителях, выявлено влияние природы заместителя и металла-комплексобразователя на положение полосы поглощения. Проведена оценка термоустойчивости синтезированных фталоцианинов.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# ЭНТАЛЬПИЯ СУБЛИМАЦИИ 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21-ТИА-, 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21,23- ДИТИА-, И 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21-ОКСО-ПОРФИРИНОВ

Кузьмин И.А., Краснов А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[wonderful\\_37@lict.ru](mailto:wonderful_37@lict.ru)

Научный руководитель: д. х. н., доцент Шлыков С. А. (ИГХТУ)

Возможность модернизации как внутреннего кольца порфиринов, так и их периферических заместителей, позволяет использовать их в различных отраслях деятельности человека: оптические устройства, молекулярные сенсоры, катализ. Например, замена пиррольного атома азота на атомы O, S, Se или Te приводит к изменению электронных свойства структуры, которые влияют на физико-химические свойства соединения.

В данной работе, эффузионным методом Кнудсена с масс-спектрометрической регистрацией, были получены энтальпии сублимации гетеропорфиринов, Рис.1.

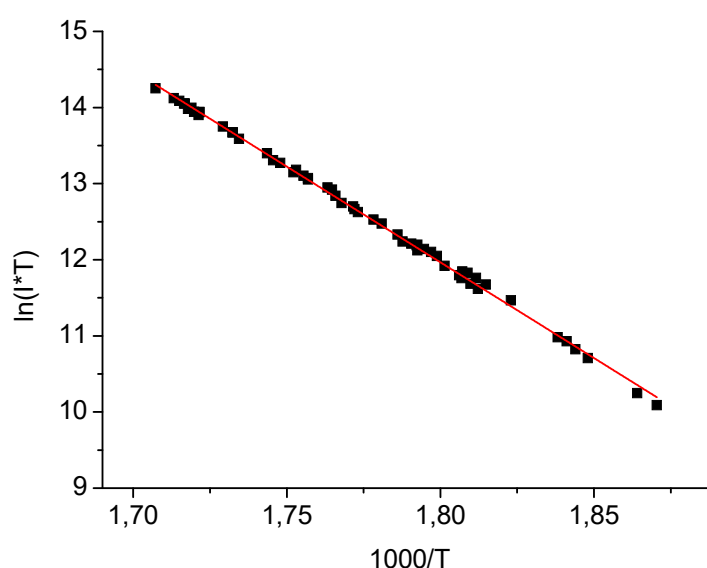


Рисунок 1. Зависимость  $\ln(IT)$  от  $10^3/T$  для тетрафенил-21-оксапорфирина

Измерение проводилось в диапазоне температур от 541-604 К. Получены энтальпии сублимации:  $\Delta_s H^\circ_{567} = 209,2 \pm 1,1$  кДж/моль для тетрафенил-21-оксапрофин,  $\Delta_s H^\circ_{554} = 223,6 \pm 1,2$  кДж/моль для тетрафенил-21-тиопорфин и  $\Delta_s H^\circ_{578} = 219,0 \pm 1,4$  кДж/моль для тетрафенил-21,23-дитиопорфин. Для сравнения, энтальпия сублимации 5,10,15,20 тетрафенилпорфирина составляет  $\Delta_s H^\circ_{550} = 171 \pm 2$  кДж/моль<sup>[1]</sup>.

Полученные данные говорят об увеличении энтальпии сублимации при замене одного или двух атомов N пиррольного кольца на O или S, а в случае O замещенного порфирина, ниже, чем у S содержащих аналогов. Данный факт может свидетельствовать об изменении в энергиях связи кристаллической решётки при переходе от незамещённого тетрафенилпорфирина к гетерозамещённым производным.

Torres L.A., The enthalpy of sublimation of 5,10,15,20-tetraphenyl and 5,10,15,20-tetrakis(4-methoxyphenyl)porphine/ M. Campos, E. Enriquez, R. Patino// J. Chem. Thermodynamics. – 2002. –№34. –P. 293-302.

Работа выполнена при частичной поддержке Министерства науки и высшего образования (Проект 4.3232.2017/4.6). Исследование проведено с использованием УНУ Центра коллективного пользования ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# РАСЧЕТ ЭНТАЛЬПИЙ ОБРАЗОВАНИЯ СПИРОПИРАНОВ МЕТОДОМ ИЗОДЕСМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Кузьмин Н.А., Говоров Д.Н., Дунаев А.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[supernick2011@yandex.ru](mailto:supernick2011@yandex.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Кудин Л.С. (ИГХТУ)

Спиропираны – это органические фотохромные вещества, относящиеся к спиросоединениям и имеющие цветную и бесцветную формы с возможностью обратимого перехода между ними под действием излучения. Цель данной работы – нахождение энтальпий образования газообразных форм двух представителей данного класса (рис. 1):

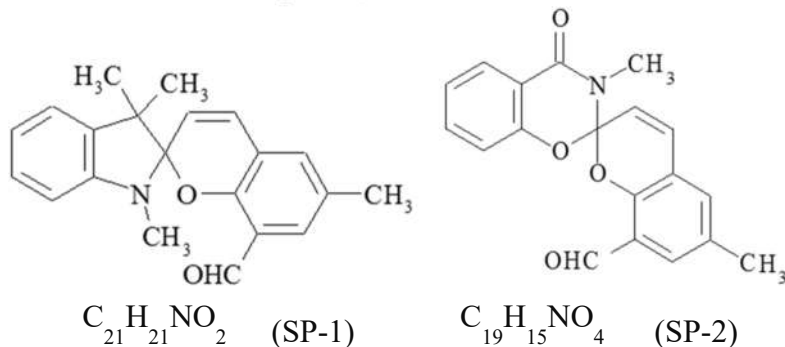


Рис. 1. Химические формулы исследуемых соединений

Энтальпии образования объектов исследования в газовой фазе были найдены при помощи метода изодесмических реакций (ИДР). Этот метод основан на составлении реакций с участием искомого вещества, в которых сохраняется количество одноптипных связей данного типа. Например,  $CH_3-CH_2-OH + CH_4 = CH_3-CH_3 + CH_3-OH$ . При этом необходимо, чтобы для всех прочих участников реакций были известны экспериментальные энтальпии образования. С помощью квантово-химических расчетов определяется энтальпия каждой реакции и, на основании следствия из закона Гесса, вычисляется энтальпия образования искомого вещества.

Экспериментальные энтальпии образования были взяты из базы данных *NIST Chemistry Webbook*. Все реакции для упрощения расчетов были составлены в форме  $A + B = SP$ .

Исследования проводились в программном пакете Gaussian 03 [1], с использованием теории функционала электронной плотности. Расчеты были выполнены с использованием функционала TPSSh, основанного на неэмпирическом мета-обобщенном градиентном приближении [2]. Это метод был выбран после предварительных расчетов ИК-спектров исследуемых спиропиранов с помощью различных функционалов и сопоставлении их с экспериментальными. В качестве базисных функций были выбраны корреляционно-согласованные валентно-трехэкспонентные базисы Даннинга [3].

Значения  $\Delta_f H_{gas}^0(298)$  были вычислены для 20 реакций, средние величины которых составили:  $\Delta_f H(SP1, g, 298.15 K)_{cp} = 199 \pm 9$  кДж · моль<sup>-1</sup>,  $\Delta_f H(SP2, g, 298.15 K)_{cp} = -296 \pm 10$  кДж · моль<sup>-1</sup> (со знаком «±» приведено стандартное отклонение).

Такой метод моделирования прост, удобен для оценки термодинамических величин и менее затратен по времени и трудоемкости, чем экспериментальные методы. При этом точность метода сопоставима с экспериментальными методами, что обуславливает его преимущество.

1. Frisch M. J. et al. GAUSSIAN 03 software package // Gaussian Inc., Wallingford Google Scholar. – 2004.

2. Dunning Jr T. H. Gaussian basis sets for use in correlated molecular calculations. I. The atoms boron through neon and hydrogen // J. Chem. Phys. – 1989. – Т. 90. – №. 2. – С. 1007-1023.

3. Staroverov V. N. and Scuseria G. E. Comparative assessment of a new nonempirical density functional: Molecules and hydrogen-bonded complexes // J. Chem. Phys. – 2003. – V. 119. – P. 12129 - 12138.

# КОНФОРМАЦИОННОЕ СОПЕРНИЧЕСТВО ГЕМИНАЛЬНЫХ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ В 1-СИЛАЦИКЛОГЕКСАНАХ

Кузьмина Л.Е.<sup>1</sup>, Чан Динь Фиен<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>2</sup>Отдел химии и окружающей среды, вьетнамско-российский тропический центр,

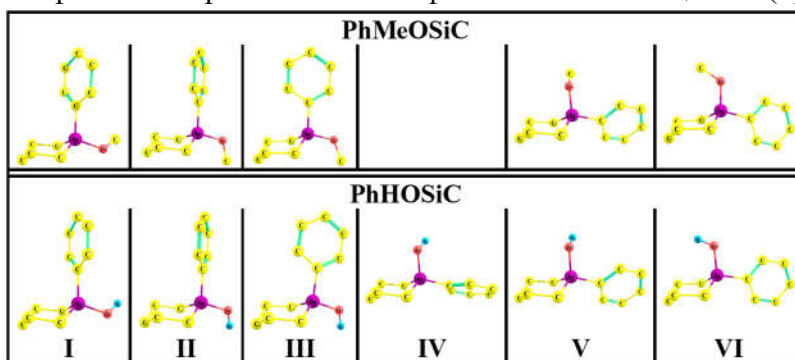
Нгуен Ван Хуен, Кау Жай, Ханой, Вьетнам

[Luba-8may@mail.ru](mailto:Luba-8may@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., доцент Шлыков С.А.

Молекулярная структура и конформационный состав 1-фенил-1-метокси- (1) и 1-фенил-1-гидрокси-силоциклогексанов (2) были изучены с помощью квантово-химических (КХ) расчетов, методами газовой электронографии / масс-спектрометрии (ЭГ / МС). Обе молекулы могут быть представлены 5 или 6 конформерами, соответственно, отличающихся друг от друга положением заместителей: (а) аксиальное или экваториальное расположение фенильного кольца и (б) ориентация вращения относительно шестичленного цикла.

В формах с экваториальным ( $Ph_{eq}$ ) и аксиальным ( $Ph_{ax}$ ) расположением фенильной группы, вращение группы метокси- или гидрокси- групп вызывает вращение фенильного кольца. Однако вращение фенильного кольца практически не влияет на ориентацию O-R групп. На



ориентацию относительно остова шестичленного цикла фенильного кольца оказывает слабое воздействие замещение атома водорода метильной группой. Следует отметить, что при попытке оптимизации структуры IV она конвергирует в конформер V, причем для молекулы 2 - только в случае использования базиса cc-pVTZ.

Конформер	$\Delta E^0$ , ккал/моль						$\Delta G^0(298K)$ , ккал/моль					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Метод/базис	PhMeOSiC											
V3LYP-D3/6-311G**	0	1.07	0.89	a	0.06	0.91	0	0.88	1.03	a	0.06	0.05
V3LYP-D3/cc-pVTZ	0	1.03	0.83	a	-0.13	0.77	0	0.60	0.79	a	-0.21	-0.05
M062X/6-311G**	0	1.25	1.40	a	0.04	1.25	0	1.08	1.13	a	-0.06	1.20
M062X/cc-pVTZ	0	1.15	1.39	a	-0.15	1.14	0	0.87	1.10	a	-0.33	1.05
MP2(FC)/6-311G**	0	1.18	1.83	a	0.50	2.02	0	0.60	0.97	a	-0.04	1.68
	PhHOSiC											
V3LYP-D3/6-311G**	0	1.10	1.18	0.51	0.59	0.90	0	1.01	1.17	0.22	0.29	0.14
V3LYP-D3/cc-pVTZ	0	0.86	0.77	a	0.13	0.42	0	0.65	0.78	a	-0.05	-0.26
M062X/6-311G**	0	1.17	1.48	0.52	0.68	0.97	0	1.03	1.05	0.05	-0.02	0.18
M062X/cc-pVTZ	0	0.92	1.19	a	0.17	0.44	0	0.78	0.79	a	-0.20	-0.23
MP2(FC)/6-311G**	0	0.99	1.82	0.77	1.08	1.53	0	0.73	0.81	0.41	0.62	0.44

a – структура IV конвергирует в конформер V

Вклад  $Ph_{ax}$  форм обоих соединений варьируется от 35 до 60%, в зависимости от применяемого теоретического метода расчета. По данным ЭГ суммарные молярные доли конформеров были определены как  $Ph_{ax} : Ph_{eq} = 70 (15) : 30 (20)$  и  $50 (20) : 50 (20) \%$ , что соответствует  $\Delta G = G_{ax} - G_{eq} = -0,55 (46)$  и  $0,00 (56)$  ккал / моль для соединений 1 и 2 соответственно.

*Работа выполнена при частичной поддержке грантом Министерства науки и высшего образования (Проект 4.3232.2017/4.6). Исследование проведено с использованием УНУ Центра коллективного пользования ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*



# ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ L-КАРНОЗИНА

Курицына А.А.

<sup>1</sup> Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново

<sup>2</sup> Институт химии растворов им. Г.А. Крестова, РАН, Иваново, Россия

[kaa\\_isc@mail.ru](mailto:kaa_isc@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., ст.н.с. Тюнина Е.Ю. (ИХР РАН),

к.х.н., ст.н.с. Межевой И.Н. (ИХР РАН)

Пептиды являются структурными компонентами белков и используются в качестве модельных соединений для изучения их поведения в жидких системах. В молекуле карнозина две аминокислоты ( $\beta$ -аланин и L-гистидин) связаны друг с другом посредством пептидной связи. L-карнозин (L-Car) и его производные широко применяются в биомедицине. В настоящее время в литературе практически отсутствуют данные по термодинамическим свойствам пептидов, которые содержат в своей структуре гистидин (His). Уникальность карнозина состоит в том, что он содержит несколько функциональных групп: карбоксильную, амино- и амидную группы, а также имидазольное кольцо во фрагменте гистидина. Карнозин может существовать в одной из двух нейтральных таутомерных форм или в виде заряженного конформера. Наличие His в структуре молекулы L-Car имеет большое значение, поскольку его боковая цепь может служить как кислотой, так и основанием при изменении  $pH$ , а также донором и акцептором водородной связи. Цель работы – определение ионного состояния L-Car в воде ( $pH \sim 5,4$ ), получение тепловых эффектов его растворения в водном растворе в интервале концентраций 0.0011 – 0.0089 моль/кг и стандартных термодинамических величин растворения и сольватации L-Car при  $T=298.15$  К.

В зависимости от  $pH$  среды L-Car существует в различных ионных формах. С использованием компьютерной программы RRSU нами получены диаграммы долевого распределения ионизированных форм L-Car как функция  $pH$  раствора. В случае чистой воды ( $pH \sim 5,4$ ) L-Car находится преимущественно в катионной форме  $[H_2L]^+$  и частично в цвиттер-ионном состоянии  $[HL]^{\pm}$ . Именно эти формы принимают участие в межмолекулярных взаимодействиях L-Car в водном растворе.

Показано, что энтальпии растворения  $\Delta_{sol}H^m$  не зависят от концентрации дипептида в изученном интервале концентраций. Стандартная энтальпия растворения ( $\Delta_{sol}H_m^{\infty}$ ) вычислена как среднее значение в диапазоне экспериментальных энтальпий растворения. Используя значения  $\Delta_{sol}H_m^{\infty}$  и энтальпии сублимации L-Car, определена молярная энтальпия его сольватации в воде ( $\Delta_{solv}H_m^{\infty}$ ).

В случае растворения L-Car в воде происходит разрыв водородных связей между молекулами  $H_2O$  и нарушение межмолекулярных взаимодействий в чистом растворенном веществе. Оба эффекта сопровождаются расходом энергии (положительный вклад в энтальпию растворения). Взаимодействие L-Car с молекулами воды через образование водородных связей вызывает выделение тепла (отрицательный вклад в энтальпию растворения). Эти два положительных и отрицательных энтальпийных вклада в величину  $\Delta_{sol}H^m$  являются основными факторами, определяющими знак и величину рассматриваемых молярных термодинамических характеристик. Полученные значения  $\Delta_{sol}H_m^{\infty}$  отражают различие в сольватации дипептида и составляющих его аминокислот, для которых вычисленные величины  $\Delta_{solv}H_m^{\infty}$  имеют отрицательные значения. Степень сольватации L-Car в воде значительно выше, чем у аминокислот, и уменьшается в ряду: L-Car > L-His >  $\beta$ -Ala. Тенденция к увеличению экзотермичности сольватации L-Car коррелирует с увеличением размера молекул. Степень гидрофобности уменьшается в ряду:  $\beta$ -Ala (-2,923) > L-His (-2,748) > L-Car (-2,615). Таким образом, неполярные ( $\beta$ -Ala) и полярные (L-His) аминокислотные боковые цепи L-Car присоединены к пептидному остову, который, в свою очередь, влияет на гидрофобность (или гидрофильность) молекулы дипептида.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Грант №18-43-370018).

СОВМЕСТНОЕ ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ  
ИССЛЕДОВАНИЕ 5,10,15,20-ТЕТРАКИС(4'-ФТОРФЕНИЛ)ПОРФИНА

Курочкин И. Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет [ivan.kurochkin.95@bk.ru](mailto:ivan.kurochkin.95@bk.ru)

Научные руководители: Гиричев Г. В., Погонин А. Е.

Галогензамещённые порфирины представляют интерес из-за широких перспектив их применения: используются в качестве структурных блоков для синтеза различных порфириновых диад, триад, олигомеров, полимеров и дендримеров; катализ разнообразных химических, электрохимических и фотохимических процессов; в медицине, ввиду их биологической активности; в производстве базовых плёночных материалов фотовольтаических приборов, изделий микроэлектроники и т.д.. Согласно современным представлениям тщательное изучение как электронного, так и геометрического строения соединений является необходимым для объяснения химических, биологических и физических свойств того или иного класса соединений.

Синхронный электронографический и масс-спектрометрический эксперимент для 5,10,15,20-тетракис(4'-фторфенил)порфина:  $H_2P-4C_6H_4F$  (Рис.1) был выполнен на комплексе аппаратуры ЭМР-100/АПДМ-1. В масс-спектре не было обнаружено интенсивных ионов с массой, превышающей массу молекулярного иона  $[M]^+$ . Наибольшей интенсивностью обладает пик, соответствующий молекулярному иону ( $[M]^+=686$  а.е.м.).

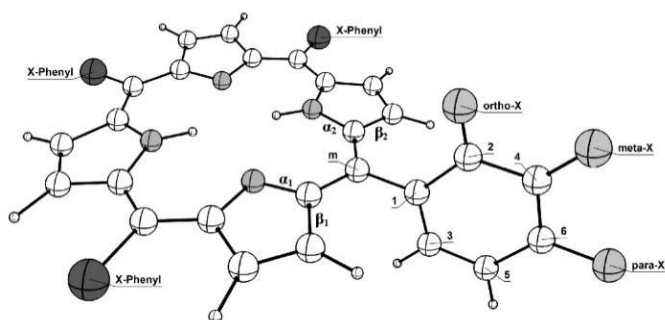


Рис.1 Модель молекулы  $H_2P-4C_6H_4X$  ( $X=F$ )

В Табл. 1 сопоставлены основные геометрические характеристики  $H_2P-4C_6H_4F$ , полученные из методов квантовой химии (КХ) и газовой электрографии (ГЭ). Структурный анализ был выполнен в гармоническом приближении (определялась  $r_{h1}$ -структура). Гармонические колебательные поправки к экспериментальным длинам связей были оценены на основе квадратичного силового поля, рассчитанного в приближении V3LYP/cc-pVTZ.

Экспериментальные параметры молекулы в целом неплохо согласуются с теоретическими. Предсказываемые величины длин связей отличаются в пределах 0.005 Å, валентные углы в пределах 1°.

Табл. 1. Основные геометрические параметры  $H_2P-4C_6H_4F$ . Величины длин связей в Å, валентных и торсионных углов в °.

Параметр	КХ V3LYP/pVTZ	ГЭ ( $R_f = 4.5\%$ ) $r_{h1}$
$N_i-C_{\alpha}(1)$	1.364	1.367(3)
$C_{\alpha}-C_{\beta}(1)$	1.458	1.461(3)
$C_{\beta}-C_{\beta}(1)$	1.351	1.357(4)
$C_m-C_{\alpha}(1)$	1.408	1.411(3)
$C_m-C_{\alpha}(2)$	1.401	1.404(3)
$N_i-H_i(2)$	1.011	1.029(8)
$N_i-C_{\alpha}(2)$	1.374	1.377(3)
$C_{\alpha}-C_{\beta}(2)$	1.432	1.435(3)
$C_{\beta}-C_{\beta}(2)$	1.367	1.372(4)
$C_m-C_1$	1.499	1.497(8)
$C_1-C_2$	1.399	1.402(3)
$C_1-C_3$	1.399	1.402(3)
$C_2-C_4$	1.392	1.395(3)
$C_3-C_5$	1.392	1.395(3)
$C_4-C_6$	1.385	1.388(3)
$C_5-C_6$	1.385	1.388(3)
C-F	1.355	1.360(17)

Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-33-01199)

# ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РУБРЕНА

Курочкин И. Ю., Отлётов А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[ivan.kurochkin.95@bk.ru](mailto:ivan.kurochkin.95@bk.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Гиричев Г. В.

Согласно современным представлениям тщательное изучение как электронного, так и геометрического строения соединений является необходимым для объяснения химических, биологических и физических свойств того или иного класса соединений.

В данной работе проведен синхронный электронографический и масс-спектрометрический эксперимент для молекулы рубрена на комплексе аппаратуры ЭМР-100/АПДМ-1. Полученный масс-спектр хорошо согласуется с найденным в базе данных SDBS(Spectral Database for Organic Compounds)[1]. Наибольшей интенсивностью обладает пик, соответствующий молекулярному иону ( $[M]^+=532$  а.е.м.).

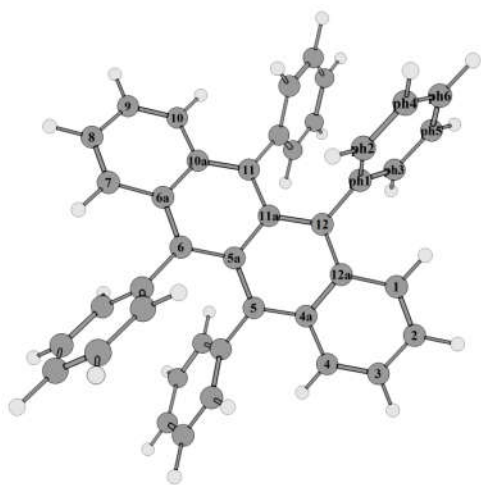


Рис.1 Модель молекулы рубрена ( $C_{42}H_{28}$ ) с нумерацией атомов

В Табл.1 сопоставлены основные геометрические характеристики рубрена, полученные из квантовой химии (КХ) и электронографии (ГЭ).

Согласно данным квантовой химии, равновесная геометрия молекулы соответствует симметрии  $D_2$ . Структурный анализ выполнен в гармоническом приближении (определялась  $r_{hl}$ -структура).

Гармонические колебательные поправки к экспериментальным длинам связей были оценены на основе квадратичного силового поля, рассчитанного в приближении PBE0/cc-pVTZ.

1. Saito T, et al. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.2018. SDBSWeb. URL: [https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/sdb/cgi-bin/cre\\_index.cgi](https://sdb.sdb.aist.go.jp/sdb/sdb/cgi-bin/cre_index.cgi)

Табл. 1. Основные геометрические параметры рубрена. Величины длин связей в Å, валентных и торсионных углов в °.

Параметр	КХ	КХ	ГЭ ( $R_f=4\%$ )
	B3LYP	PBE0	$r_{hl}$
$C_{12}-C_{ph1}$	1.494	1.485	1.492(10)
$C_1-C_2$	1.360	1.358	1.367(3)
$C_1-C_{12a}$	1.434	1.429	1.441(3)
$C_{12}-C_{12a}$	1.400	1.395	1.407(3)
$C_{12}-C_{11a}$	1.426	1.420	1.433(3)
$C_2-C_3$	1.421	1.419	1.434(3)
$C_{4a}-C_{12a}$	1.445	1.439	1.459(3)
$C_{5a}-C_{11a}$	1.452	1.443	1.466(3)
$C_{11a}-C_{12}-C_{ph1}$	121.5	121.0	123(1)
$C_{12}-C_{ph1}-C_{ph2}$	118.7	118.3	119(2)
$C_2-C_3-C_8-C_9$	43.7	39.3	29(7)
$C_5-C_{5a}-C_{11a}-C_{11}$	156.6	158.7	163(3)
$C_4-C_{4a}-C_{12a}-C_{12}$	168.6	169.8	173(2)
$C_{11a}-C_{12}-C_{ph1}-C_{ph2}$	67.5	68.0	75(4)

## ТЕМПЛАТНЫЙ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ ОРГАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦ КРЕМНЕЗЕМА

Лебедев М.Д., Гончаренко А.А., Латыпова А.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[MaximLebedev37@gmail.com](mailto:MaximLebedev37@gmail.com)

Научный руководитель: д.х.н., Румянцев Е. В. (ИГХТУ)

Одним из важнейших направлений синтеза новых материалов является получение наночастиц. На их основе создаются функциональные материалы с заданными структурными и морфологическими параметрами. Такие материалы перспективны для использования их в качестве сорбентов, систем точечной доставки лекарственных препаратов, а также в катализе.

В настоящей работе был проведен синтез субмикронного модифицированного кремнезёма с последующим наращиванием на его поверхности металлических (Au и Pd) наночастиц. Для получения матрицы модифицированного диоксида кремния, использовался золь-гель процесс с использованием алкоксисиланов. Полученные материалы содержали amino, тиол, метил и фенил функциональные группы. Функционализация проводилась методом соконденсации с соответствующими алкоксисиланами. Контроль морфологических характеристик в ходе синтеза, был осуществлен за счет введения ПАВ. В растворе происходит самоорганизация мицелл, которые являются структурообразующими элементами для растущей матрицы кремнезёма. Отличительной чертой предлагаемого метода является проведение всех стадий процесса в одном стакане (one-pot) и использование ПАВ – додецилдиметиламин-N-оксида, проявляющего мультифункциональное действие в данном синтезе. Функциональные органические группы обеспечивают взаимодействие с ионами платины и способствуют росту металлических наночастиц на поверхности кремнезёма. Преимущества данного подхода заключены в простоте проведения синтеза частиц необходимого состава.

Планируется что данные, представленные в настоящей работе, будут в дальнейшем использованы для получения катализаторов для тонкого органического синтеза. Была проведена экспертиза на модельном соединении, которая показала его превосходство по сравнению с углерод-нанесенными палладиевыми аналогами применяемыми в процессах гидрогенизации.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (проект № 18-79-10157)*

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КАТИОННЫХ СОЛЕЙ ПОРФИРИНОИДОВ: ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ И КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Лихонина А.Е.<sup>1</sup>, Крестьянинов М.А.<sup>2</sup>, Моршнева Ф.К.<sup>1</sup>, Критский Е.Л.<sup>1</sup>

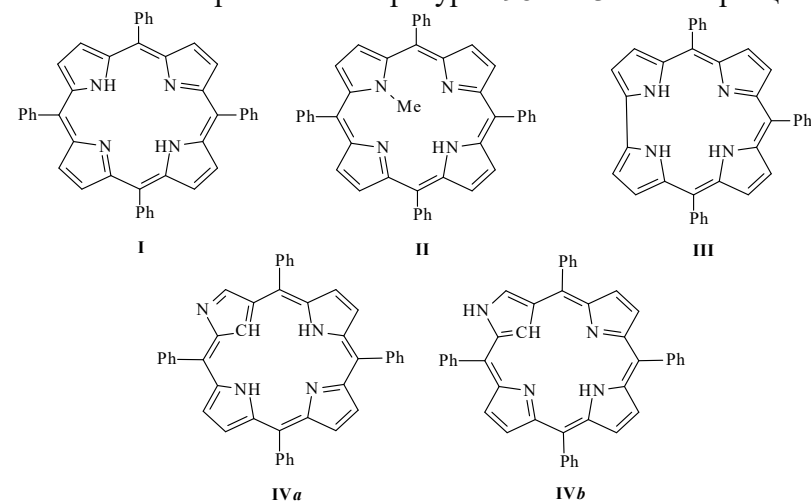
<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук  
talanovaanastasiya@mail.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Березин Д. Б. (ИГХТУ)

Порфирины и их аналоги – порфириноиды могут быть рассмотрены в качестве перспективных материалов для катализа, медицины и других областях. На данный момент изучены далеко не все свойства порфириноидов, именно поэтому, нами была изучена термоустойчивость и NH-кислотность одно- и двукратнопротонированных форм порфириноидов и аналогов порфиринов, таких как *мезо*-тетрафенилпорфирин (H<sub>2</sub>TPP I), его инвертированный (conf. H<sub>2</sub>TPP IV) и N-замещенный аналог (H(N-Me)TPP II), а также *мезо*-трифенилкоррол (H<sub>3</sub>Ph<sub>3</sub>Cor III) с уксусной и трифторуксусной кислотами.

Термогравиметрические исследования проводили на дериватографе STA 449 F3 JUPITER. Навеску образца массой 5 мг нагревали в платиновом тигле в атмосфере аргона со скоростью 5 К/мин в интервале температур 298-1223 К. Образцы твердых моно- и дикатионных солей порфириноидов



получали выпариванием насыщенных растворов вышеперечисленных соединений в уксусной и трифторуксусной кислотах до постоянной массы.

Оптимизацию геометрических параметров исследуемых макроциклов с молекулами уксусной и трифторуксусной кислотами выполняли с использованием пакета программ Gaussian 09, метода функционала плотности, гибридного функционала B3LYP и базисного набора CC-pVDZ. Также был поведен

NBO-анализ и рассчитаны энергии взаимодействия кислотно-основных центров, энергии стабилизации несвязывающих орбиталей, величины переноса заряда и геометрия полученных катионных солей.

H<sub>2</sub>TPP образует симметричный N,N'-дication, в то время как H(N-Me)TPP образует дication несимметричного строения из-за наличия метильной группы внутри цикла. H<sub>3</sub>Ph<sub>3</sub>Cor образует устойчивый N-монокатион. Дальнейшее протонирование макроцикла III по *мезо*-углеродному атому возможно только в среде сильных кислот. Соединение IV может существовать в виде двух таутомеров (a и b). В таутомере IVa оба основных атома азота находятся в координационном центре макроцикла, а в IVb один из атомов азота мигрирует на периферию молекулы.

Обычно на термограмме катионных солей порфиринов наблюдается три этапа деструкции: отщепление воды, отщепление кислоты и терморазложение макроцикла. Вода в расчете на одну молекулу удаляется при температуре 63-88°C с энтальпией испарения ( $\Delta H_{\text{vap}}$ ) 3-9 кДж/моль в зависимости от строения макроцикла и природы кислоты. Испарение молекул кислот из катионных солей макроциклов проходит в интервале температур 128-185°C. Деструкция самого макроцикла начинается при более высоких температурах в интервале 310-470°C. Полученные данные согласуются с данными терморазложения свободных лигандов.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКИЛ-ИМИДАЗОЛЬНЫХ ПРОТОННЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Маров А.С.

Институт химии растворов им. Г. А. Крестова Российской академии наук

[sasha.marow@yandex.ru](mailto:sasha.marow@yandex.ru)

Научный руководитель: к. х. н. Фадеева Ю.А. (ИХР РАН)

В лаборатории «Структура и динамика молекулярных и ион-молекулярных растворов» (ИХР РАН) ранее были синтезированы девять солей [MeIm/TFA], [MeIm/TFSI], [MeIm/TfO], [MeIm/MsO], [BuIm/TFA], [BuIm/TfO], [BuIm/SA], [BuIm/H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>], [BuIm/MsO] синтез которых проводили прямой реакцией нейтрализации между протонными кислотами и (метил-) или бутил-имидазолом. Цель нашего исследования заключалась в изучении термических и электрохимических свойств полученных солей. Термические свойства анализировались методами дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) и термогравиметрии (ТГ). Температуры фазового перехода определялись на калориметре NETZCH DSC 401 F1. Измерения проводились в диапазоне температур 100°C-150°C. Температуры разложения определялись с помощью анализатора NETZCH TG 209 F1. Сделан вывод о том, что температуры плавления солей определялась структурными особенностями, как катиона, так и аниона, а также их взаимодействием. В то же время термическая стабильность в основном определялась природой анионов и практически не зависела от структуры катиона. Самая высокая температура разложения определена для ионной жидкости [MeIm/TFSI] (бис-трифторметансульфонил имид). Объемное сопротивление (ПИЖ) определяли методом электрохимического импеданса с помощью Solartron 1260A (UK) в диапазоне частот от 0,1 Гц до 1 МГц при амплитуде сигнала 10 мВ. Для определения сопротивления использовалась измерительная ячейка с двумя параллельными платиновыми электродами. В целом следует отметить, что синтезированные ПИЖ имеют достаточно высокие значения проводимости (от 1.75 до  $5 \cdot 10^{-2}$  См·см<sup>-1</sup> при 418К (135°C)). Величина электрохимического окна (ЭХО) измерялась с помощью импульсного потенциостата PI 50-Pro-3 в трех электродной ячейке с платиновой проволокой в качестве рабочего электрода в интервале температур 50-140°C. Самые высокие значения (ЭХО) во всем изученном диапазоне температур наблюдались для [MeIm/TFSI]. Для всех изученных ПИЖ с ростом температуры наблюдалось сужение величины ЭХО.

Три наиболее проводящие ПИЖ ([MeIm/TFA], [MeIm/TFSI], и [MeIm/TfO]) использовались в качестве протонгенирующих добавок в мембранах на основе полибензимидазола (ПБИ). Мембраны с различными молярными соотношениями ПИЖ/ПБИ были получены методом разлива из растворов. Были получены высокие значения проводимости для всех синтезированных мембран (от 1 до  $2.5 \cdot 10^{-3}$  См·см<sup>-1</sup> при 140°C в зависимости от природы ионной жидкости).

*Исследования проводились в рамках проекта РНФ (№ 16-13-10371). Экспериментальные данные получены с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований».*

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НЕСИММЕТРИЧНОГО СТРОЕНИЯ

Майловская Е.А.

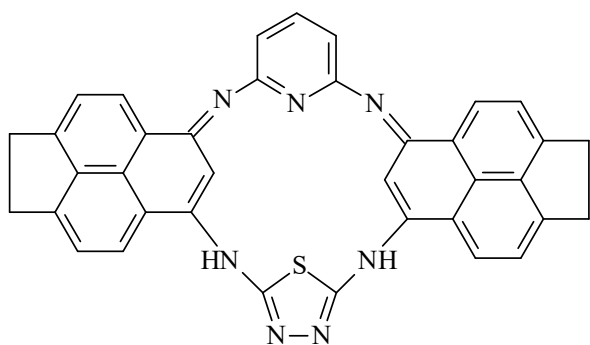
Ивановский государственный химико-технологический университет

[cat.marvel@mail.ru](mailto:cat.marvel@mail.ru)

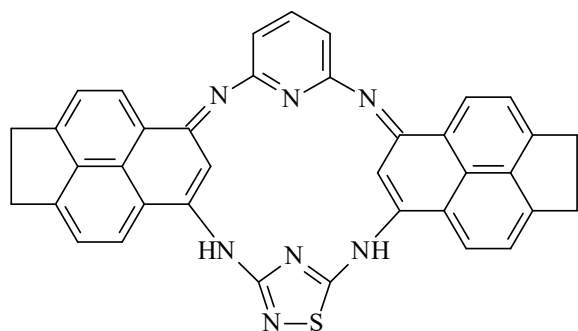
Научный руководитель: к.х.н., доцент Березина Г.Р.

В настоящем сообщении излагается материал о синтезе макрогетероциклических соединений на основе цикlopента[cd]феналена, которые растворимы в воде и могут быть использованы в науке и технике.

В сообщении обсуждаются экспериментальные данные по синтезу и исследованию физико-химических свойств макрогетероциклических соединений несимметричного строения с фрагментами цикlopента[cd]феналена, 2,6-диаминопиридина, 1,3,4- и 1,2,4-тиадиазолов соответственно.



Растворитель	lg ε	λ, нм	S · 10 <sup>3</sup> , моль/л		
			298 К	308 К	318 К
ДМФА	4.2	432	3.81	3.68	3.31
Этанол	4.8	411	0.73	0.80	0.81



Растворитель	lg ε	λ, нм	S · 10 <sup>3</sup> , моль/л		
			298 К	308 К	318 К
ДМФА	4.1	421	1.20	1.40	1.74
Этанол	4.9	413	0.23	0.49	0.88

Синтезированные соединения – порошкообразные вещества с различными оттенками коричневого цвета. Структура доказана спектральными методами анализа, состав данными элементного анализа.

Методом изотермического насыщения определена растворимость соединений в ДМФА и этаноле в интервале температур 298,15-318,15 К, рассчитаны термодинамические характеристики растворения. Имеющиеся в молекуле макрогетероциклов центры специфической и универсальной сольватации определяют ее специфику и поведение в растворе.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».*

# СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕРИАЦЕНАФТЦИКЛОГЕКСАНДИОНА И *n*-ДИАМИНОВ ДИАРИЛЬНОГО РЯДА

Медведева М.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет

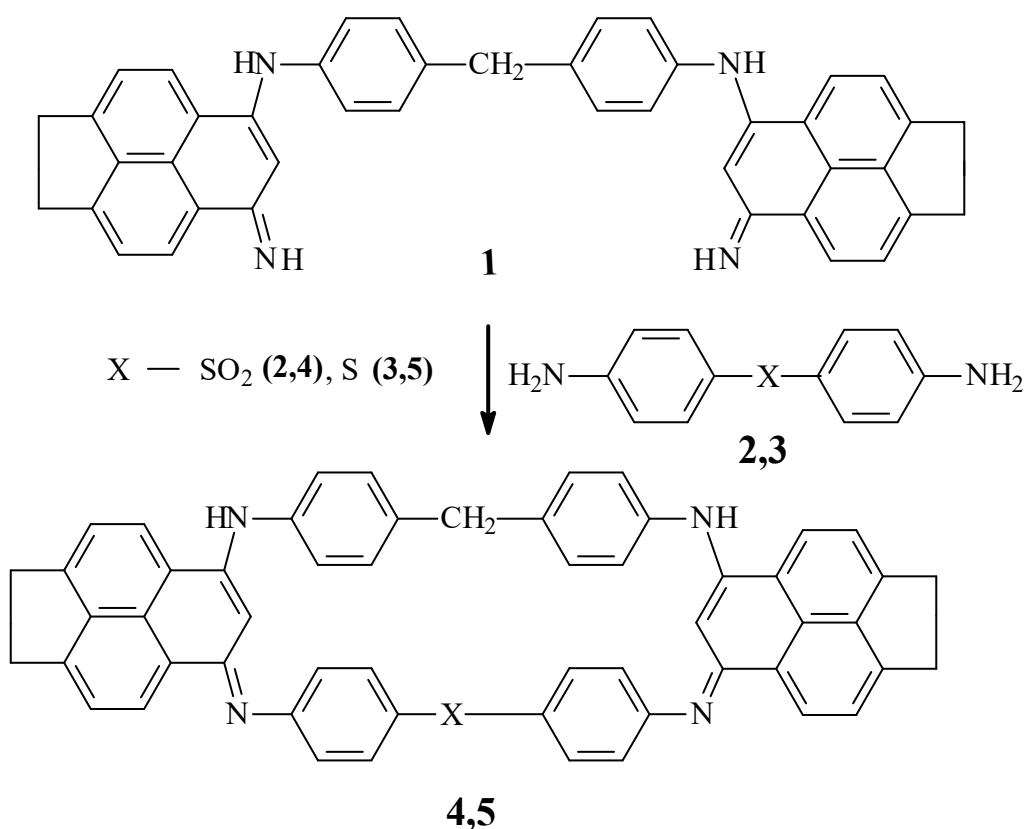
medvedeva16886@gmail.com

Научный руководитель: к.х.н., доцент Березина Г.Р.

Синтез новых соединений остается одним из фундаментальных направлений развития современной химии. Это связано с разнообразием их молекулярных структур и возможными областями применения в науке и технике.

В сообщении обсуждаются экспериментальные данные по синтезу и спектральным свойствам водорастворимых макроциклов с фрагментами периаценафтциклогександиона и дифенил- метана, сульфона, сульфида.

Взаимодействием линейного соединения (1) с диаминодифенилсульфоном (2) и диаминодифенилсульфидом (3) синтезированы макроциклы несимметричного строения (4,5) по схеме.



Соединения (4,5) синтезированы при нагревании в мольном соотношении 1:1 в течение 37-41 ч. соответственно. Они представляют собой порошкообразные вещества с различными оттенками коричневого цвета, растворимы в ДМФА, этаноле, серной кислоте. Структура подтверждена данными электронной, инфракрасной спектроскопией. Для контроля чистоты продуктов реакций использован метод колоночной хроматографии. В концентрированной серной кислоте флуоресцируют зеленым цветом.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».*



# ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ И АРОМАТИЧНОСТЬ ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА И ТИАДИАЗОЛ-АННЕЛИРОВАННОГО ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА

Мерлян А.П., Веретенников В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

*merant88@mail.ru*

Научный руководитель: к. х. н., доцент Жабанов Ю. А.

Выполнено квантово-химическое исследование (в приближении ВЗLYP/pcseg-2) геометрического строения и ароматичности макрогетероциклических соединений гемигексафиазина (ГГФ) и тиадиазол-аннелированного гемигексафиазина (ТДАГГФ, рис.1). Для таутомеров ГГФ и ТДАГГФ, отличающихся расположением трёх атомов Н внутри координационной полости, выполнена оптимизация геометрических параметров с последующим расчётом частот колебаний.

Согласно результатам расчётов, минимуму энергии отвечают структуры ГГФ и ТДАГГФ симметрии  $D_{3h}$  (рис. 1). Остальные таутомеры имеют существенно ( $> 45$  кДж/моль) большие относительные энергии. Энергии внутримолекулярных водородных связей в таутомерах ГГФ и ТДАГГФ оценивались с помощью методов NBO и QТАИМ. Обеих молекул наибольшую относительную энергию имеют таутомеры с наибольшей суммарной энергией внутримолекулярных водородных связей.

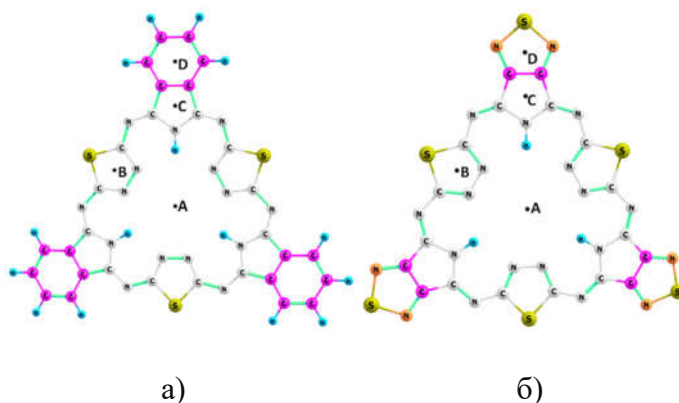


Рисунок 1. Модель молекул ГГФ и ТДАГГФ (таутомеры симметрии  $D_{3h}$ ).

Ароматичность макроциклов и их отдельных циклических фрагментов для молекул ГГФ и ТДАГГФ оценивалась с использованием критериев ароматичности НОМА, NICS(0), NICS(1), а также критерия FLU [1], рассчитанного в рамках формализма теории QТАИМ. Результаты расчётов представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Критерии ароматичности, рассчитанные для циклических фрагментов таутомеров молекул ГГФ и ТДАГГФ.

	NICS(0)	NICS(1)	НОМА	FLU
<b>ТДАГГФ (<math>D_{3h}</math>)</b>				
Центр (А)	+1.37	+0.83	0.864	0.022
Тиадиазол (В)	-8.39	-7.23	0.772	0.010
Пиррол (С)	+1.72	-0.68	0.208	0.063
Бензол (D)	-7.06	-8.94	0.991	0.001
<b>ГГФ (<math>D_{3h}</math>)</b>				
Центр (А)	+1.52	+0.96	0.833	0.024
Тиадиазол (В)	-8.68	-7.60	0.801	0.009
Пиррол (С)	+4.38	+0.04	0.167	0.073
Тиадиазол (D)	-11.04	-10.43	–	0.008

Авторы благодарят Российский научный фонд (проект № 17-73-10198) за финансовую поддержку исследования

# ПОЛУЧЕНИЕ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ 5,10,15,20-(ТЕТРА-4-ИЗОПРОПИЛФЕНИЛ)-21Н,23Н-ПОРФИРИНА КОБАЛЬТА(II) И ПИРРОЛИДИНО-ФУЛЛЕРЕНОВ C<sub>60</sub>.

Мозгова В. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук  
[mozgova.varavara@mail.ru](mailto:mozgova.varavara@mail.ru)

Научный руководитель: к. н. х., ст. н. с. Бичан Н. Г. (ИХР РАН)

Для получения донорно-акцепторных комплексов с заданными свойствами часто используется подход через комплексообразование металл-пиридин/имидазол. Активно данный подход применяется для формирования фотоактивных порфириносодержащих систем. Аксиальная координация акцепторных лигандов, содержащих фуллерены, металлопорфиринами позволяет получить супрамолекулы, способные к фотоиндуцированному разделению разноименных зарядов. А как известно, фотоиндуцированное разделение заряда - фундаментальный процесс необходимый как для естественного фотосинтеза, так и для преобразования солнечной энергии

В данном докладе представлены данные по изучению реакций образования донорно-акцепторных комплексов на основе 5,10,15,20-(тетра-4-изопропилфенил)-21Н,23Н-порфирина кобальта(II) (CoTTPP) и 1-метил-2-(пиридин-4'-ил)-3,4-фуллеро[60]пирролидина (PyC<sub>60</sub>) / 1-метил-4-(1Н-имидазол-1'-ил)фенилфуллеро[60]пирролидина (ImC<sub>60</sub>) (Рис. 1).

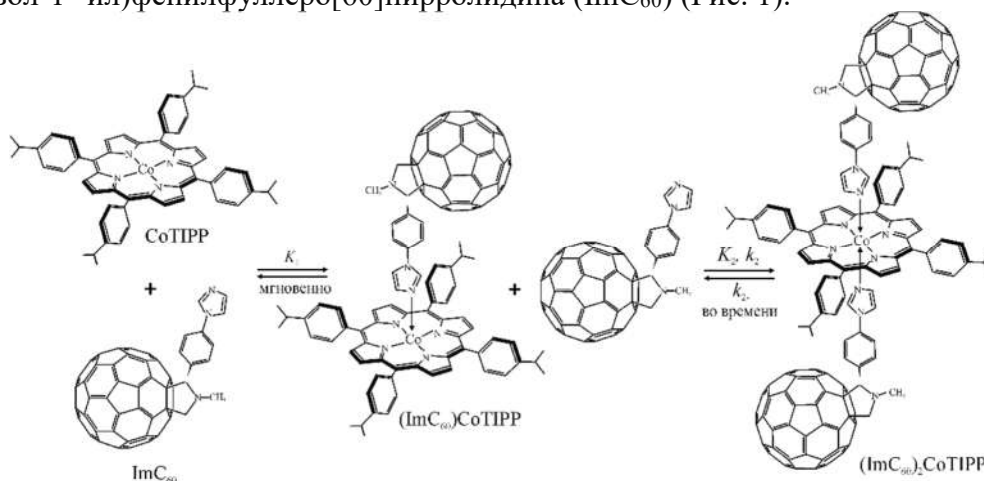


Рис.1 Схема реакции взаимодействия CoTTPP и ImC<sub>60</sub>.

Реакции были изучены спектрофотометрическим методом молярных отношений в среде толуола при 298К. При постоянной концентрации комплекса кобальта и различных концентрациях пирролидинофуллеренов (PyC<sub>60</sub> и ImC<sub>60</sub>). Для процессов, протекающих при взаимодействии CoTTPP с PyC<sub>60</sub>/ImC<sub>60</sub>, удается обнаружить установление двух равновесий. Первое устанавливается сразу после сливания растворов реагентов, а второе – во времени. То есть конечным продуктом данных реакций будет является супрамолекулярные системы состава 2:1. Полученные комплексы охарактеризованы данными циклической вольтамперометрии, ИК и <sup>1</sup>H ЯМР спектроскопии.

Авторы благодарят РФФИ и Правительство Ивановской области за финансовую поддержку исследований (грант № 18-43-370023). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования «Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований» и Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА BODIPY С РАСШИРЕННОЙ П-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМОЙ

Молчанов Е. Е., Ксенофонов А. А., Шипалова М. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[evgenmolch@mail.ru](mailto:evgenmolch@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., проректор по НИР Марфин Ю. С. (ИГХТУ)

Борфторидные комплексы дипирролилметена (BODIPY) представляют значительный интерес в качестве компонентов оптически активных систем, поскольку обладают высокой термодинамической и хемо устойчивостью, а также интенсивной флуоресценцией по сравнению с органическими люминофорами. Важным свойством BODIPY является возможность модификации структуры для конкретных практических задач. В рамках данного исследования нашей научной группой было получено соединение на основе BODIPY с расширенной  $\pi$ -электронной системой (Рис.1). Данная модификация приводит к батохромному смещению полос поглощения и флуоресценции в область красного терапевтического окна, что дает данному соединению возможности практического использования в области получения оптических преобразователей энергии и в медицине в качестве агентов тераностики онкологических заболеваний.

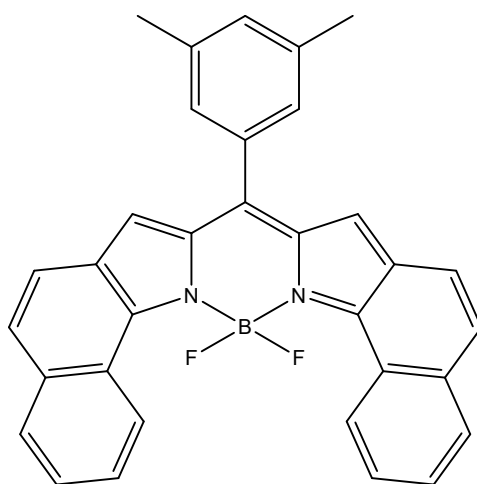


Рис.1. Структурная формула 8-(3,5-диметилфенил)-4,4-дифторо-4-боро-3а,4а-диаза-динафто[1,2b][1,2c]-сим-индацена

Соединение синтезировано по методике *one pot*, что позволило повысить выход целевого продукта. Полученные BODIPY выделены, очищены методом колоночной хроматографии, идентифицированы методами ИК-, ЯМР-спектроскопии, MALDI TOF-спектрометрии. Полученные соединения обладают интенсивной флуоресценцией, спектральные характеристики определены в ряду органических растворителей различной природы. Проведены квантово-химические расчеты электронных спектров поглощения соединения и рассчитаны энергетические уровни и электронное строение граничных молекулярных орбиталей методом TDDFT. Полученные расчетные данные находятся в согласии с экспериментальными результатами.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (проекты № 18-33-20218, № 18-43-370035). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ИНВЕРТИРОВАННЫЕ ПОРФИРИНОИДЫ: СИНТЕЗ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ И АГРЕГАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ

Моршнева Ф.К.

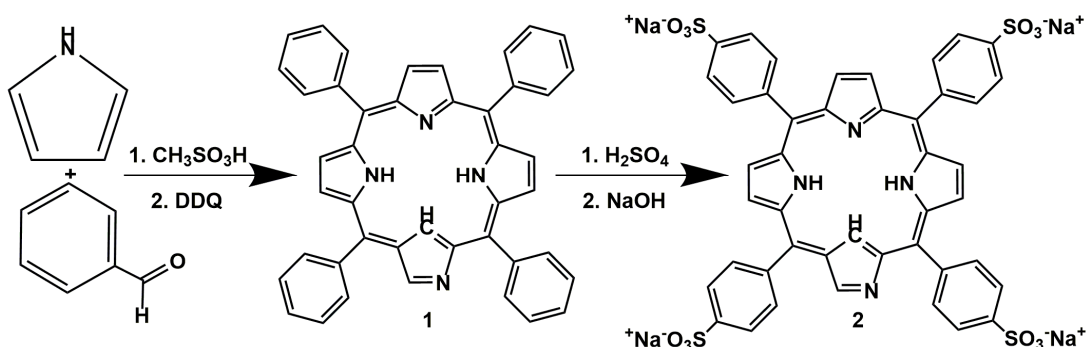
Ивановский государственный химико-технологический университет

[morshnevphilipp@gmail.com](mailto:morshnevphilipp@gmail.com)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Березин Д. Б. (ИГХТУ)

Возрастающая полирезистентность патогенных микроорганизмов к действию некоторых препаратов стала угрожать жизни и здоровью людей. В связи с этим антибактериальная фотодинамическая терапия (ФДТ) становится многообещающим методом лечения многих заболеваний. Поэтому в настоящее время актуальным направлением является поиск новых фотосенсибилизаторов (ФС) для ФДТ.

Цель нашей работы заключалась в синтезе потенциального ФС 2-аза, 21-карба-тетра-мезо-(*p*-сульфофенил) порфирина (соед. 2) [1] из гидрофобного инвертированного порфирина (соед. 1) и исследовании ряда свойств, позволяющие оценить возможность использования данного макрогетероцикла (МГЦ) в качестве фотосенсибилизатора в антимикробной ФДТ.



При подборе фотосенсибилизатора нужно учитывать следующие характеристики вещества: Q-полоса поглощения с высоким коэффициентом экстинкции в красной области спектра, а также высокий квантовый выход генерации им синглетного кислорода, который во многом зависит от баланса гидрофильных и липофильных свойств, степени агрегации в водных растворах и фотоустойчивости ФС.

Согласно данным спектрофотометрического титрования сульфированное производное инвертированного порфирина (соед. 2) в водных растворах и смесях  $\text{EtOH} - \text{H}_2\text{O}$  с содержанием воды выше 61% ( $m_{\text{PS}} = 7,3 \cdot 10^{-6}$  моль/кг) существует в ассоциированной форме. С использованием метода динамического рассеяние света (ДРС) было показано, что соединение 2 остается в ассоциированной форме как в водных, так и в этанольных растворах при концентрации ФС  $10^{-4}$  моль/кг. Известно, что ассоциация ФС значительно снижает эффективность ФДТ. Чтобы решить эту проблему, было использовано биосовместимое неионогенное поверхностно-активное вещество ТВИН 80. Рассчитаны константы взаимодействия ФС-ТВИН 80 для гидрофильного (2) и гидрофобного (1) МГЦ.

Микробиологическое тестирование на музейных штаммах показало, что в водном растворе ТВИН 80 сульфозамещенный порфириноид не обладает собственным цитотоксическим действием и проявляет антимикробную активность в отношении грамположительных бактерий *Staphylococcus Aureus* посредством ФДТ (снижение КОЕ с  $10^7$  до 25 единиц).

Thomas A.P. meso-Tetrakis(*p*-sulfonatophenyl)N-confused porphyrin tetrasodium salt: a potential sensitizer for photodynamic therapy / A.P. Thomas, P.S. Babu, S.A. Nair, S. Ramakrishnan, D. Ramaiah, T.K. Chandrashekar, A. Srinivasan, M.R. Pillai // J. Med. Chem. – 2012. – №55. – С. 5110-5120.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРОИЗВОДНЫХ 3,5-ДИАМИНО-1Н-1,2,4-ТРИАЗОЛА

Мочалина К. Е.

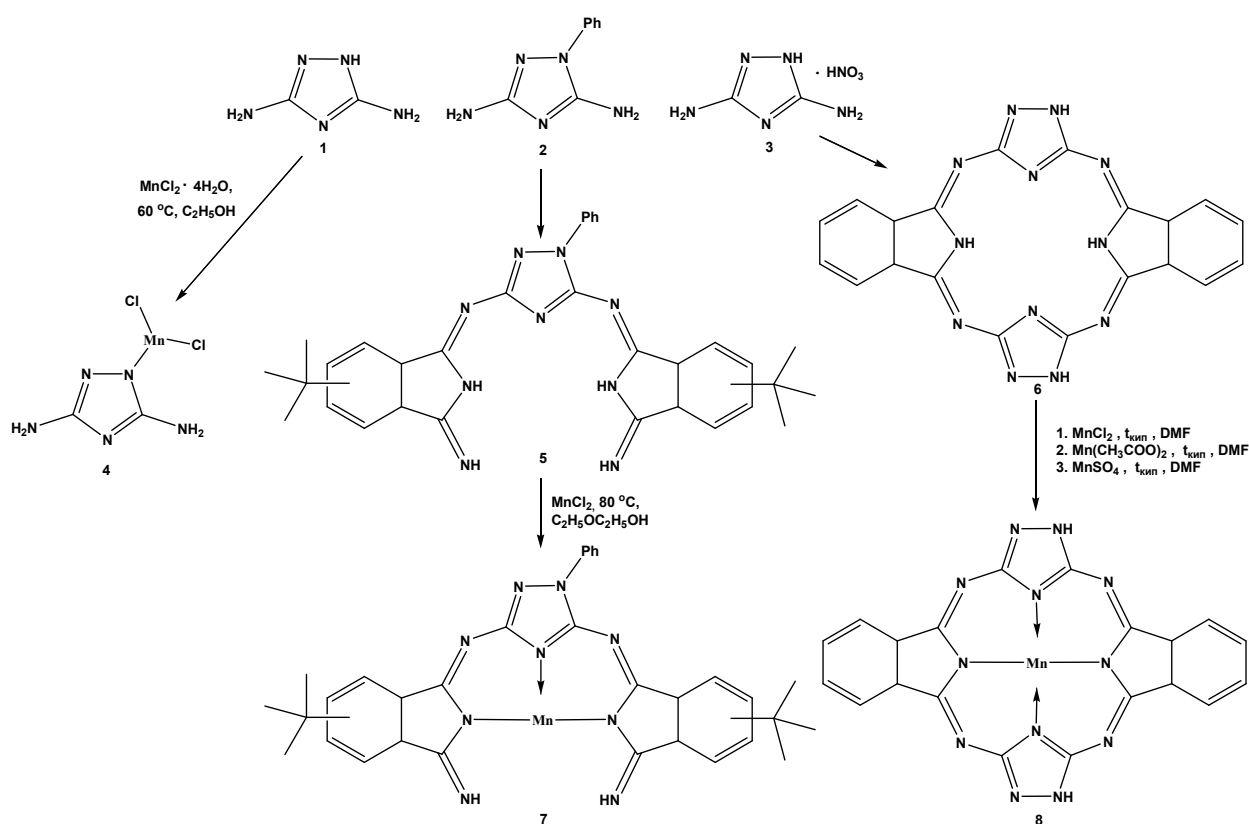
Ивановский государственный химико-технологический университет

[mo4alina.cris@yandex.ru](mailto:mo4alina.cris@yandex.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Данилова Е. А.

В настоящее время наиболее востребованными и менее изученными являются препараты, обладающие биологической и противоопухолевой активностью, действие которых направлено на борьбу с раковыми клетками. Класс триазолов представляет собой особый интерес. Доказано, что гуаназол (3,5-диамино-1Н-1,2,4-триазол) активен против лейкемии L 1210, лейкемии К 1964, тучных клеток опухоли Р 815.

Известно, что биологическая активность гуаназола усиливается при координации с металлом. И особое место занимают комплексы, полученные на основе биогенных металлов, таких как Mn. В качестве синтонов для синтеза металлокомплексов были взяты: гуаназол (1), фенилгуаназол (2) и нитрат гуаназола (3).



Соединения 4-8 идентифицированы с привлечением данных электронной и колебательной спектроскопии, масс-спектрометрии, элементного анализа и ДСК. Обсуждаются свойства полученных соединений

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение № 18-73-00217. Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

О ДОСТИЖЕНИИ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ  
МОЛЕКУЛ СОЕДИНЕНИЙ ЛАНТАНОИДОВ, ОБЛАДАЮЩИХ МНОЖЕСТВОМ  
НИЗКОЛЕЖАЩИХ ВОЗБУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ

Наваркин И.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Лаборатория квантовой химии НИИ термодинамики и кинетики химических процессов  
[I.S.Navarkin@gmail.com](mailto:I.S.Navarkin@gmail.com)

Научный руководитель: д.х.н., профессор Соломоник В.Г.

В данном сообщении на примере молекул  $\text{PrX}_3$  ( $X = \text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) рассмотрены возможности достижения высокой точности при описании свойств молекул соединений лантаноидов, обладающих множеством низколежащих возбужденных электронных состояний. Например, у молекул  $\text{PrX}_3$  первое возбужденное состояние лежит выше основного всего лишь на несколько десятков обратных сантиметров. В таких системах очень сильны эффекты электронной корреляции, причем не только динамической, но и нединамической. Поэтому при их теоретическом описании следует применять сложные, многоисходные методы учета электронной корреляции. Кроме того, важную роль в этих соединениях играют релятивистские эффекты, в том числе эффекты спин-орбитального взаимодействия.

В нашей работе учет нединамической электронной корреляции выполнен методом CASSCF. Он же лежит в основе испытанных нами многоисходных (MR) методов учета динамической корреляции, в числе которых методы конфигурационного взаимодействия MRCISD+Q и теории возмущений 2-го и 3-го порядков, CASPT2 и CASPT3. Кроме того, изучена работоспособность ряда модификаций метода CASPT2, таких как SS-SR-CASPT2, MS-MR-CASPT2 и XMS-CASPT2.

Анализ результатов расчетов показал, что энергии электронного возбуждения и эффекты Яна–Теллера в молекулах рассматриваемого класса могут быть с достаточно высокой точностью определены методом CASSCF. Корректное описание других молекулярных параметров не возможно без учета динамической корреляции, который следует выполнять по крайней мере на уровне CASPT3.

Учет эффектов спин-орбитального взаимодействия мы проводили двумя способами: 1) методом диагонализации матричного представления полного спин-орбитального оператора Брейта–Паули в базисе электронных волновых функций, вычисленных методами CASSCF или MRCISD; 2) более строгим методом DC-HF с применением четырехкомпонентного релятивистского гамильтониана Дирака–Кулона. Сравнение результатов показывает, что упрощенный подход, основанный на применении оператора Брейта–Паули и CASSCF-базиса, способен обеспечить достаточно высокую точность описания спин-орбитальных эффектов в молекулах рассматриваемого класса.

*Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (проект № 4.3232.2017/4.6).*

# МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ТЕТРА-(*R*-ФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНОВ С *f*-ЭЛЕМЕНТАМИ

Налимова К. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

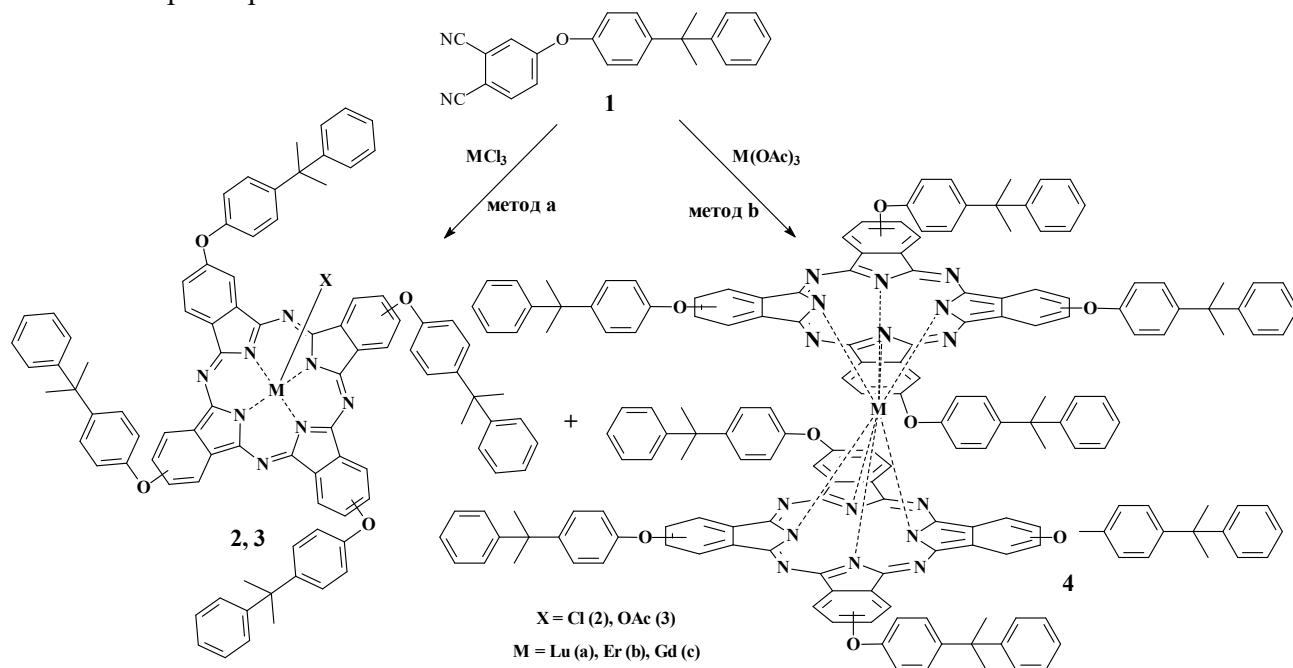
[216nka@mail.ru](mailto:216nka@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., с.н.с. Тихомирова Т. В.

Комплексы фталоцининов с металлами являются соединениями, которые обладают перспективными свойствами. За счет высокой химической, термической и фотостабильности соединения фталоцианинового класса могут быть использованы при создании новых функциональных материалов для широкого круга областей их применения.

В настоящем сообщении описывается синтетический путь для получения новых металлокомплексов фталоцианинов, содержащих на периферии 4-(1-метил-1-фенилэтил)феноксигруппы с лютецием, эрбием, гадолинием различного состава.

Реакцией нуклеофильного замещения нитрогруппы в 4-нитрофталоцитриле на фрагмент 4-(1-метил-1-фенилэтил)фенола получен 4-[4-(1-метил-1-фенилэтил)фенокси]фталоцитрил (**1**). Экспериментально было установлено, что наиболее мягким способом получения металлокомплексов фталоцианинов, содержащих на периферии 4-(1-метил-1-фенилэтил)феноксигруппы с лантанидами является темплатный синтез на основе соответствующего нитрила (**1**) с избытком катиона металла в кипящем *i*-амиловом спирте в присутствии DBU. Таким образом синтезированы одно- и двухпалубные комплексы 2,9,16,23-тетра- $\{[(1,1'$ -бифенил)-4-ил]окси}фталоцианинов лютеция, эрбия, гадолиния. Идентификацию полученных соединений проводили с привлечением ИК,  $^1\text{H}$  ЯМР и электронной спектроскопии, MALDI-TOF спектрометрии.



Установлено, что на состав реакционной массы оказывает влияние ионный радиус металла, так с его увеличением количество образующегося двухпалубного комплекса (**4**) возрастает.

Изучены спектральные свойства синтезированных фталоцианинов (**2-4**) в различных растворителях, выявлено влияние природы растворителя и металла на характер и положение основной полосы.

Авторы благодарят РНФ за финансовую поддержку исследований (грант № 17-73-20017). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕКСА АЗАЗАМЕЩЕННЫХ СУБФТАЛОЦИАНИНОВ

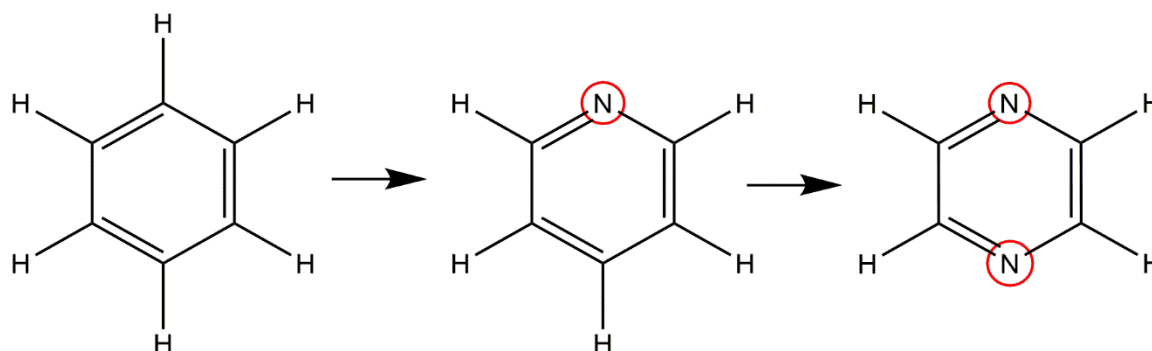
Никитин И.А., Скворцов И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[ivan.nickitin-15@yandex.ru](mailto:ivan.nickitin-15@yandex.ru)

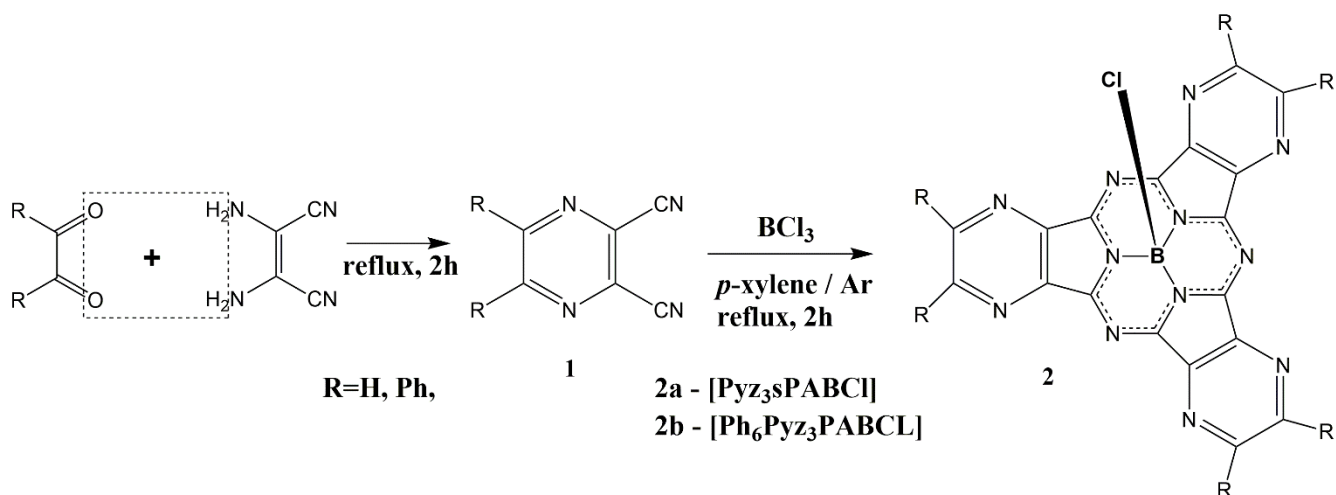
Научный руководитель: д. х. н., профессор Стужин П.А.

Субфталоцианины - макрогетероциклы, в которых три изоиндольных фрагмента выстроены вокруг атома бора, связанного с каким-либо аксиальным лигандом. Они используются в органической электронике. Замещение связей CH на N в макроцикле увеличивает акцепторные свойства молекул. Увеличение происходит в ряду бензол, пиридин, пиразин:



Цель работы - синтез и исследование свойств до сих пор мало изученных азааналогов субфталоцианинов, содержащих вместо бензольных колец  $\pi$ -дефицитные пиразиновые фрагменты.

В работе был синтезирован незамещённый трипиразиносубпорфиразин, и проведено его



сравнение с гексафенилзамещенным. Строение макроциклов было установлено на основании масс-спектрометрии MALDI-TOF. Проведено исследование спектральных свойств. Согласно квантово-химическим данным эти соединения должны быть акцепторами электронов и могут использоваться в устройствах органической электроники в качестве полупроводников *n*-типа.

Авторы благодарят РФФ за финансовую поддержку исследований (грант №17-13-01522).



# КИНЕТИКА РЕАКЦИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЦИКЛИЗАЦИИ N, N'-ДИ(4-ХЛОРФЕНИЛ) ДИИМИДА 1,1'-БИНАФТИЛ-4,4',5,5',8,8'- ГЕКСАКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Никитин К.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) ([nikitin\\_kost@mail.ru](mailto:nikitin_kost@mail.ru))

Научный руководитель: д. х. н., профессор Поленов Ю.В. (ИГХТУ)

Реакция восстановительной циклизации производных диимидов бинафтилгексакарбонической кислоты (кубогенов) лежит в основе получения периленовых красителей в процессах печатания тканей и крашения волокон. Важными областями применения периленовых производных является также их использование в качестве лазерных красителей и противоопухолевых препаратов.

Несмотря на подробное исследование механизма реакции восстановления кубогенов серосодержащими восстановителями [1] и разработку способов их применения в отделке тканей [2] кинетика их циклизации изучена недостаточно. Отсутствуют также работы по использованию кубогенов в процессах получения пленочных покрытий на твердых поверхностях. Настоящее исследование предпринято с целью устранения данных пробелов.

В работе изучались кинетика и механизм реакции восстановительной циклизации калиевой соли N,N'-ди(4-хлорфенил) диимид 1,1'-бинафтил-4,4',5,5',8,8'-гексакарбонической кислоты (кубогена красного) в водно-щелочной среде. Установлено, что при взаимодействии с диоксидом тиомочевины (ДОТМ) процесс протекает за счет промежуточных продуктов разложения молекул восстановителя: анионов сульфокислоты и дитионита. Изучена кинетика образования указанных интермедиатов, предложены стехиометрические механизмы распада ДОТМ в аэробных и анаэробных условиях. С использованием математической модели рассчитаны константы скорости отдельных стадий. Впервые установлено, что указанный процесс протекает по параллельным маршрутам: с разрывом связи C-S и образованием мочевины и без разрыва связи C-S и образованием тиомочевины.

Циклизация кубогена протекает через образование промежуточных продуктов, состав и количественное соотношение которых зависит от концентрации восстановителя и наличия или отсутствия кислорода в растворе. Обнаружено, что конечными продуктами восстановительной циклизации в растворе являются два периленовых производных с различным количеством восстановленных карбонильных групп. Их окисленные формы удалось выделить в твердом виде, установить их состав и строение.

Проведены предварительные опыты по получению на углеродном волокне покрытия, в состав которого входят продукты восстановительной циклизации кубогена красного. Покрытие получали двумя способами: путем запаривания волокна, предварительно пропитанного реакционной смесью, и электрохимическим. Обнаружено, что при обработке волокна по первому способу на поверхности образуются отдельные частицы, в состав которых входит один из продуктов восстановительной циклизации. При электрохимическом способе образуется неоднородное островковое покрытие.

1. Механизм восстановительной циклизации N, N'-дизамещенных диимида 1,1'-бинафтил-4,4',5,5',8,8'- гексакарбонической кислоты в водной щелочной среде / Шулепова О.И., Рябинин В.А., Стариченко В.Ф., Ворожцов Г.Н. // ЖОрХ.-1993.- Т.29 .-№ 5.- С.1001-1011.
2. Кубогены-красители нового типа / Докунихин Н.С., Ворожцов Г.Н., Алексеев В.И., Филиппова М.С., Шулепова О.И., Масанова Н.Н., Рябинин В.А. // Хим. пром-сть.-1981.- № 10.-С.592-595.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».*

# ТЕРМОДИНАМИКА РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ $\text{Ce}^{3+}$ С ДИГЛИЦИНОМ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Ньянгоя Глория Керубо

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Научные руководители: доц.к.х.н. Черников В.В., н.с. к.х.н. Крутова О.Н.

Химия координационных соединений d- и f-элементов с лигандами, в состав молекул которых входит одновременно несколько донорных атомов, представляет не только практический, но и теоретический интерес. Помимо необычных свойств таких комплексов, строение и типы связывания полидентатных лигандов с различными металлами дают новый толчок в развитии наших представлений о координационной химии в целом. Природные аминокислоты и дипептиды с O,N-содержащими донорными группами являются классическим примером таких лигандов. До сих пор исследование процессов их комплексообразования с различными металлами является одним из наиболее перспективных направлений бионеорганической химии

Исключительно важную роль аминокислоты и дипептиды играют в биохимических процессах, являясь строительным материалом белков и других биологически важных субстратов. В сочетании с ионами металлов они обеспечивают протекание большого числа биохимических реакций.

Однако, термодинамические исследования растворов этих объектов немногочисленны, ограничены как правило одним значением ионной силы и температуры. В настоящей работе калориметрическим методом определены тепловые эффекты процессов образования комплексов в системах иона  $\text{Ce}^{3+}$  с диглицином в водном растворе при значении ионной силы 0.5 (фоновый электролит  $\text{KNO}_3$ ) и температуре 298.15K. Расчет равновесного ионного состава растворов для каждого калориметрического опыта проводили с использованием программы «RRSU». Основной целью оптимизации условий калориметрического определения тепловых эффектов образования комплексов было выделение таких областей  $pH$  и таких соотношений [металл]:[лиганд], при которых выход изучаемого соединения был бы максимальным, а доли других процессов были бы минимальными. Рассчитаны термодинамические характеристики реакций образования комплексов. Проведен анализ полученных данных с использованием представлений Герни.

Научные руководители: доц.к.х.н. Черников В.В., н.с. к.х.н. Крутова О.Н.

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ НА ПЕРИФЕРИИ ФРАГМЕНТЫ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

Павлова Е. И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[green-day97@yandex.ru](mailto:green-day97@yandex.ru)

Научный руководитель: к. х. н., н.с. Знойко С. А. (ИГХТУ)

В настоящей работе представлены данные о синтезе и исследовании спектральных свойств октазамещенных фталоцианинов кобальта, сочетающих на периферии фрагменты салициловой кислоты с нитро- или 1-бензотриазольными группами. Нитрозамещенный фталонитрил получали, исходя из 4-бром-5-нитрофтalonитрила, бензотриазолилзамещенный фталонитрил – из 4-(1-бензотриазолил)-5-нитрофтalonитрила (схема 1).

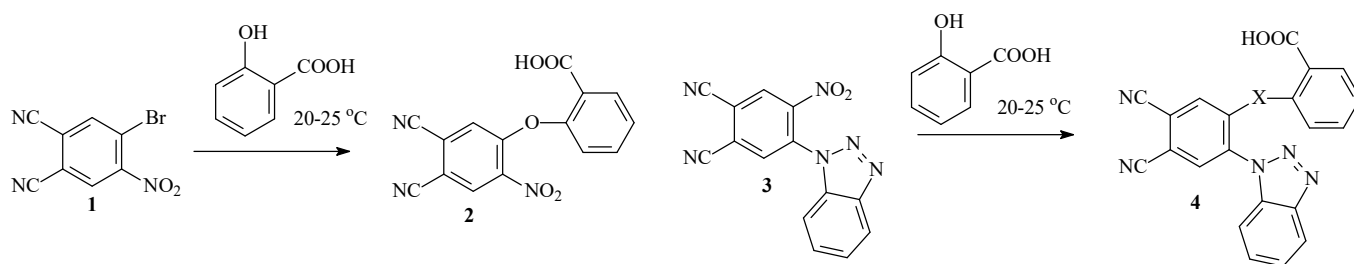


Схема 1

Фталоцианины кобальта синтезировали «нитрильным» методом из соответствующих 4,5-замещенных фталонитрилов, одновременно содержащих заместители различной природы (схема 2). Изучены спектральные свойства синтезированных фталоцианинов.

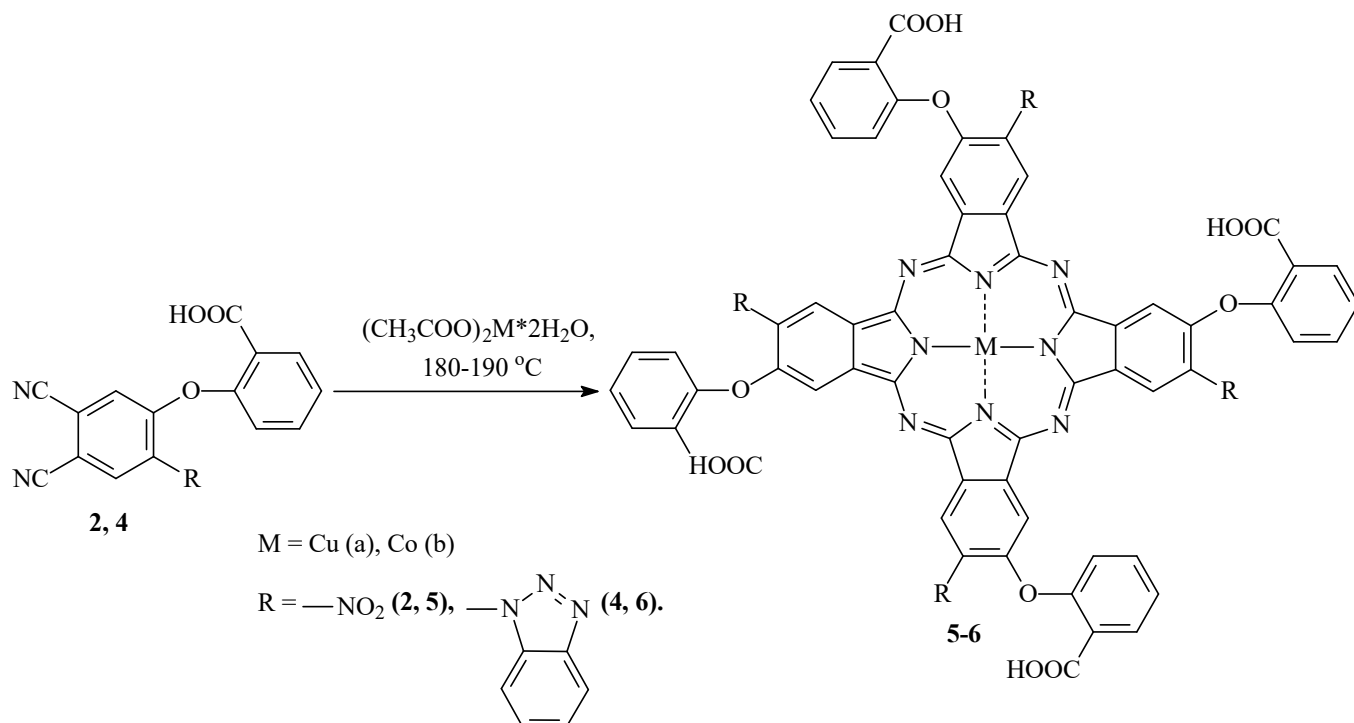


Схема 2

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

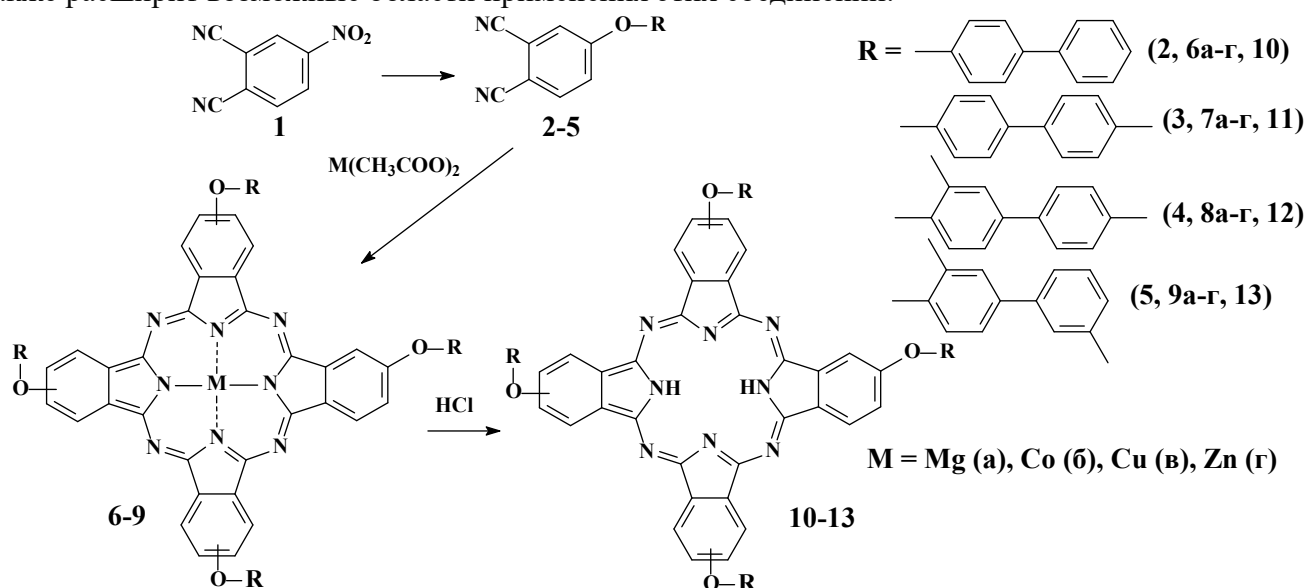
# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕТРАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ НА ПЕРИФЕРИИ ФЕНИЛФЕНОКСИГРУППЫ И ИХ СУЛЬФОКИСЛОТ

Пеледина А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
alexandra\_peledina@mail.ru

Научный руководитель: к.х.н., с.н.с. Тихомирова Т. В. (ИГХТУ)

Производные фталоцианина являются интересными объектами для создания новых материалов. Благодаря гибкости подходов к синтезу, физико-химические свойства фталоцианина могут быть легко модифицированы путем изменения природы металла-комплексобразователя в макроциклической полости его молекулы или введения различных периферийных заместителей. Обнаружено, что наличие объемных групп приводит к снижению агрегации, проявлению жидкокристаллических и сенсорных свойств. Кроме того, введение в молекуле фталоцианина объемных арилоксильных заместителей должно обеспечить им хорошую растворимость в органических растворителях, что облегчит процесс выделения и очистки целевых продуктов, а также расширит возможные области применения этих соединений.



Синтез подобных соединений невозможен без предварительного получения соответствующих 4-арилоксифталонитрилов (2-5), который осуществляли нуклеофильным замещением нитрогруппы в 4-нитрофталонитриле на остатки соответствующих фенилов в среде ДМФА в присутствии поташа. Далее темплатной конденсацией полученных фталонитрилов (2-5) с ацетатами магния/кобальта/меди/цинка синтезированы соответствующие металлокомплексы (6-9). Комплексы магния (6a-9a) деметаллировали кипячением в концентрированной соляной кислоте с выделением соответствующих лигандов (10-13). Далее сульфохлорированием синтезированных фталоцианинов с последующим гидролизом образовавшихся сульфохлоридов получали соответствующие сульфокислоты. Подтверждение состава и структуры синтезированных соединений проводили с привлечением современных физико-химических методов.

Изучены спектральные свойства синтезированных фталоцианинов в различных растворителях, выявлено влияние природы заместителя и металлакомплексобразователя на положение основной полосы. Проведена оценка термоустойчивости синтезированных фталоцианинов.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# 3D ГРАФИКИ В СПЕКТРОСКОПИИ И КОРРЕКЦИЯ СПЕКТРОВ НА ЭФФЕКТ ВНУТРЕННЕГО ФИЛЬТРА

Переляхин М.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[maxim.perelyahin@yandex.ru](mailto:maxim.perelyahin@yandex.ru)

Научный руководитель: к. х. н., проректор по научной работе Марфин Ю. С.

Спектральные методы, такие как ЭПР, ЯМР, УФ/ИК-спектроскопия, спектроскопия поверхностного плазменного резонанса (SPR,) исследования представляют в настоящее время значительный интерес. И чаще всего для визуализации полученных данных используются двухмерные графики. Однако во многих ситуациях удобнее использовать трехмерные изображения. Например, метод 3D ЭПР-спектроскопии объединяет в себе несколько методов молекулярной спектроскопии, а также позволяет исключить множество проблем при снятии спектров. При исследовании температурно-зависимых спектров ЯМР осуществляется расчет констант скоростей и параметров активации с использованием 3D графиков. А для исследования флуоресценции используют график зависимости возбуждения (Excitation) от испускания (Emission) (рис.1 и рис.2). Можно привести множество других примеров.

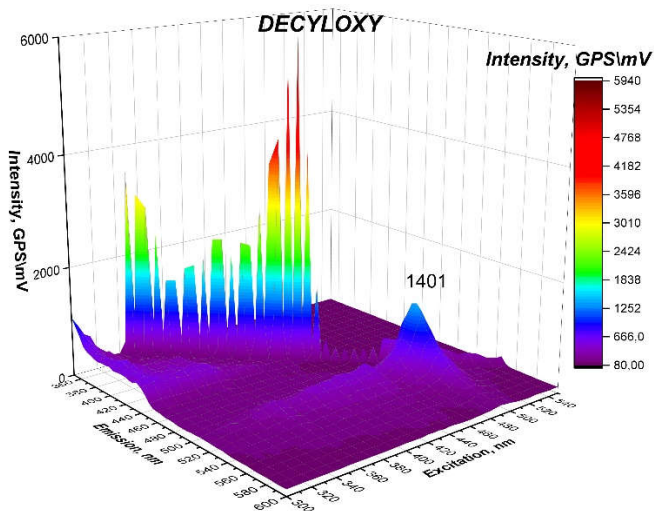


Рис. 1 3D график

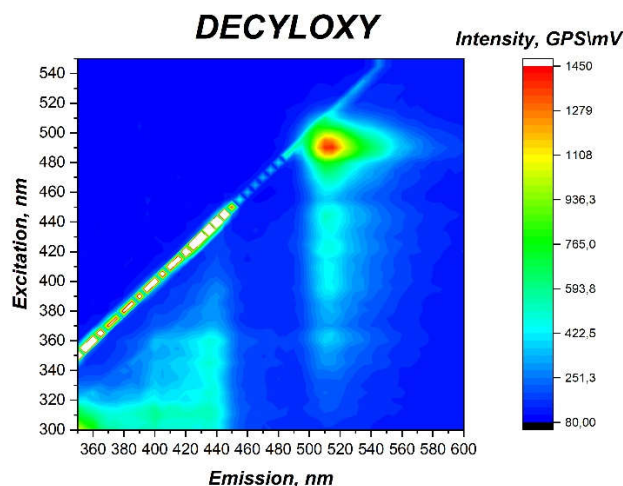


Рис. 2 3D график (вид сверху)

В связи с большей информативностью 3D графиков в работе будут рассмотрены все возможные варианты их применения. А также представлен анализ графиков зависимости возбуждения от испускания для DIBUN- и DECYLOXY-BODIPY.

На основе полученных 3D графиков были сняты более точные спектры поглощения и флуоресценции, и при определении истинных спектров люминесценции в поглощающих средах была решена проблема учета эффекта внутреннего фильтра. Этот эффект возникает из-за спектральной зависимости величины поглощения от испускаемого света. В результате этого происходит искажение истинных интенсивностей и формы контуров спектров люминесценции. Коррекция спектров на эффект внутреннего фильтра, необходимый для уменьшения погрешности эксперимента проводилась по формуле:

$$I_{cor} = I_{obs} \text{antilog}\left(\frac{OD_{ex} + OD_{em}}{2}\right)$$

В рамках работы определили, в какой области флуоресцируют исследуемые соединения и построили графики флуоресценции и поглощения с учётом эффекта внутреннего фильтра. Также были объединены два 3D графика разных соединений для удобства их сравнения.

# СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ С ЦИНКОМ, АЛЮМИНИЕМ И ЛАНТАНИДАМИ

Петлина А. И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[green-day97@yandex.ru](mailto:green-day97@yandex.ru)

Научный руководитель: к. х. н., н.с. Знойко С. А. (ИГХТУ)

Фталоцианиновые макроциклы несколько десятилетий подряд привлекают внимание исследователей во всем мире. За счет варьирования структуры периферического окружения фталоцианинового макроцикла и природы центрального катиона металла достигается направленное регулирование их каталитической активности, агрегационного поведения, фотофизических и фотохимических свойств.

Среди разнообразных замещенных фталоцианинов, которые были исследованы, *трет*-бутилзамещенные фталоцианины выделяются своей универсальностью и высокой растворимостью, а также вследствие того, что данные фталоцианины проявляют ряд ценных прикладных свойств, таких как нелинейно-оптические, сенсорные, электрокаталитические, люминесцентные свойства. Наличие в молекуле фталоцианина объемных арилосильных заместителей, например, бифенилоксигрупп, обеспечивает им хорошую растворимость в органических растворителях, а также расширяет возможные области применения этих соединений.

В этой связи целью данной работы является синтез и исследование спектрально-люминесцентных свойств октазамещенных фталоцианинов, а также их металлокомплексов с цинком, алюминием и некоторыми лантанидами.

Фталонитрилы с остатками замещенных бифенилоксигрупп получали, исходя их 4-бром-5-нитрофталонитрила, а фталонитрил, сочетающий *трет*-бутильные и фенилсульфанильные группы – из 4-*трет*-бутил-5-нитрофталонитрила. В качестве растворителя использовали ДМФА, а в качестве депротонирующего агента во всех случаях выступал поташ.

Указанные соединения синтезированы «нитрильным» методом на основе предварительно полученных 4,5-замещенных фталонитрилов, одновременно содержащих заместители различной природы – как электронодонорные (*трет*-бутил-, фенилсульфанил- или бифенилоксигруппы), так и электроноакцепторные (1-бензотриазол- или нитрогруппы).

Изучены спектрально-люминесцентные свойства синтезированных фталоцианинов в органических растворителях.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАМЕЩЕННЫХ НИТРОБЕНЗОЛОВ В УСЛОВИЯХ ЖИДКОФАЗНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ

Петухова Е. А.

[ek.petukhova@mail.ru](mailto:ek.petukhova@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Немцева М.П.

В настоящее время в промышленности тонкого органического синтеза широко используются реакции гетерогенно-каталитической гидрогенизации различных замещенных нитробензолов в водно-органических средах. На практике процесс часто проводится на скелетных никелевых катализаторах в водных растворах 2-пропанола. На закономерности жидкофазной гидрогенизации существенно влияет положение заместителя в молекуле исходного соединения вследствие изменения адсорбционной способности нитрогруппы на поверхности никеля Ренея, а значит и ее реакционной способности по отношению к адсорбированному водороду. При этом данные по закономерностям адсорбции органических соединений, а также количественные характеристики этого процесса на катализаторах гидрогенизации из растворов в литературе практически отсутствуют.

Цель работы заключалась в разработке и апробации методики проведения адсорбционного эксперимента в условиях каталитической гидрогенизации замещенных нитробензолов на скелетном никелевом катализаторе в водных растворах 2-пропанола. Объектами данного исследования являются изомеры нитрофенола, продукты гидрогенизации которых применяются в качестве основы для синтеза пептидных димеров и фармацевтических препаратов.

Адсорбционный эксперимент проводился при атмосферном давлении водорода на установке, состоящей из термостатируемого герметичного реакционного сосуда и системы снабжения водородом – электролизёров и газовых бюреток. Раствор нитрофенола при периодическом встряхивании выдерживался в присутствии катализатора при 303 К. В определенные моменты времени фиксировался объем водорода, поглощенный из бюреток, и с помощью шприцов отбирались пробы реакционной смеси для проведения ее качественного и количественного анализа. Для количественного анализа использовали жидкостной хроматограф «Shimadzu LC-6A», снабженный спектрофотометрическим детектором для УФ- и видимой области спектра. Погрешность в определении концентрации нитро- и аминифенолов не превышала 4 %, а воспроизводимость результатов анализа составляла 96÷99 %. Для проведения качественного анализа использовался метод восходящей тонкослойной хроматографии на пластинках «Sorbfill». С учетом степени разделения веществ и времени хроматографирования в качестве подвижной фазы была выбрана смесь толуол:ацетонитрил в объемном соотношении 3:1. Для проявления пятен пластинка помещалась в камеру с нитрозными газами, а затем в пары аммиака. С помощью этих методов было зафиксировано присутствие в реакционной смеси исходного нитросоединения и аминифенола. Хроматографических пиков и пятен возможных побочных и промежуточных продуктов гидрогенизации обнаружено не было. Таким образом, в ходе адсорбционного эксперимента наблюдается образование соответствующего изомера аминифенола, вероятно, за счет гидрогенизации нитрофенола с участием адсорбированного на поверхности катализатора водорода и частично с участием водорода из газовой фазы. При этом убыль концентрации исходного вещества не совпадает с прибылью продукта реакции, что в первую очередь связано с адсорбцией нитросоединения. Известно, что адсорбционная способность и величина адсорбции аминифенолов значительно меньше, чем нитросоединений. При расчете величины адсорбции изомеров нитрофенола по экспериментальным данным учитывалась убыль их концентрации за счет гидрогенизации до аминифенола.

На основании характера изменения величины адсорбции *m*-нитрофенола в течение времени установлено, что адсорбционное равновесие устанавливается на 30 минуте. При этом равновесная величина адсорбции составила 0,640 моль/кг<sub>кг</sub>, что не противоречит данным по адсорбции *n*-нитрофенола на угле. На основании полученных экспериментальных данных можно заключить, что разработанный метод проведения адсорбционных исследований может применяться для получения величин адсорбции и других характеристик процесса адсорбции замещенных нитробензолов в условиях жидкофазной каталитической гидрогенизации.

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ ПРОИЗВОДНЫХ ГУАНАЗОЛА С ГАЛЛИЕМ

Питева Ю. А., Рогова Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

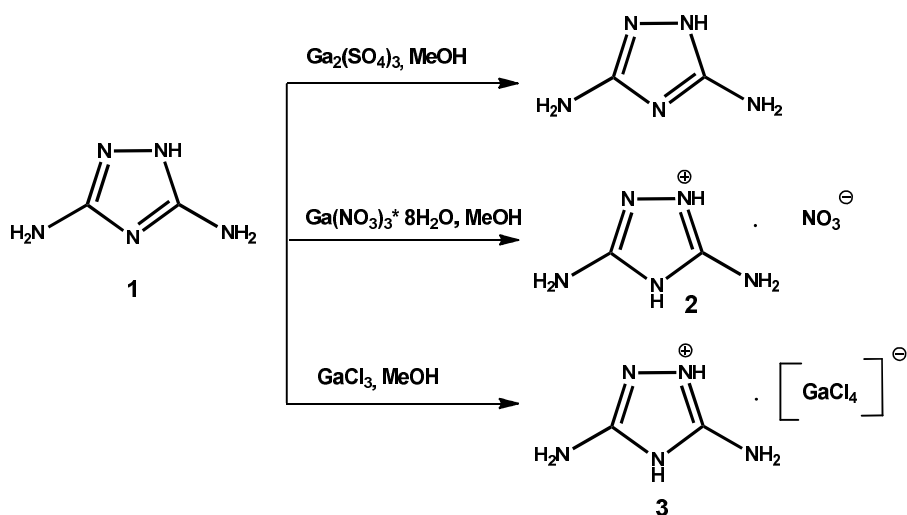
jylua31.95@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., старший научный сотрудник Кудаярова Т.В.

Разработка оптимальной стратегии получения новых потенциальных противоопухолевых средств на основе производных гуаназола и их комплексов является актуальной и научно-значимой задачей, поскольку позволит получить новые объекты значительно лучше растворимые и менее ассоциированные в биологических жидкостях, имеющие большую селективность накопления в атипичных клетках, малую токсичность и обладающие несколькими механизмами цитотоксичности.

Анализ зарубежных и отечественных литературных данных показывает, что гуаназол содержит в своей структуре несколько реакционных центров, которые могут быть использованы для введения в его структуру дополнительных группировок (ионов металлов), что открывают перспективу биодоступности, селективности накопления и эффективности от применения. Особое место занимают комплексы, полученные на основе биогенных металлов, таких как галлий.

В качестве солей галлия, в настоящей работе, были использованы – хлорид, сульфат и нитрат галлия (III). Реакцию проводили в соотношении гуаназола и соли галлия - 4:1 в среде метанола. Все синтезированные соединения идентифицированы с привлечением данных электронной и колебательной спектроскопии, масс-спектрометрии, элементного анализа, ДСК и рентгеноструктурного анализа.



Оказалось, что только с хлоридом галлия в таких условиях синтеза был получен комплексный галлат состава -  $\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_5^+ \cdot [\text{GaCl}_4]^-$ . Подобрав другие условия синтеза – получили галлиевый комплекс, состоящий из двух молекул гуаназола и одной молекулы  $\text{GaCl}_3$ .

Кроме этого, нами также показана возможность получения галлиевых комплексов триазоламакрогетероциклических соединений различного строения, которые могут быть в дальнейшем перспективными в медицине.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение № 18-73-00217. Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*



# КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ И КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА С $Zn^{2+}$ и $Pd^{2+}$ МЕЗО-НИТРОЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 5-ФЕНИЛ- $\beta$ -ОКТААЛКИЛПОРФИРИНА

Плотникова А.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[forwime19@gmail.com](mailto:forwime19@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., с.н.с. Иванова Ю.Б.  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН.

Методом спектрофотометрического титрования исследованы кислотно-основные свойства мезо-нитрозамещенных производных 5-фенил- $\beta$ -октаалкилпорфина: 10,20-динитро-5-фенил-2,3,7,8,12,13,17,18-октаметилпорфин (I), 10,15,20-тринитро-5-фенил-2,3,7,8,12,13,17,18-октаметилпорфин (II), 10,15,20-тринитро-5-(4-нитрофенил)-2,3,7,8,12,13,17,18-октаметилпорфин (III) в системах  $HClO_4$  – ацетонитрил и 1,8-диазаби-цикло[5.4.0]ундец-7-ен – ацетонитрил при 298К.

Установлено, что в основных и кислых средах все нитро – производные 5-фенил- $\beta$ -октаалкилпорфина последовательно образовывали моно - и дважды протонированные и депротонированные формы лигандов по внутрициклическим атомам азота. Определены параметры электронных спектров поглощения и концентрационные интервалы существования полученных моно - и дважды протонированных и депротонированных форм соответствующих лигандов, а также их константы кислотной и основной диссоциации.

Анализ влияния нитрогрупп на реакционную способность синтезированных соединений показал, что основной вклад в изменении кислотно-основных свойств нитропроизводных 5-фенил- $\beta$ -октаалкилпорфина суммируется и связан и с акцепторным влиянием  $NO_2$ -групп и со структурными эффектами деформации плоскостного строения макроцикла.

Так же спектрофотометрическим методом исследована кинетика реакций образования цинковых и палладиевых комплексов исследуемых порфиринов в системах:  $Zn(OAc)_2$  – ацетонитрил,  $Zn(OAc)_2$  – ацетонитрил-ДБУ,  $Pd(OAc)_2$  – ацетонитрил при 303 - 323К.

Анализ кинетических параметров реакции образования цинковых и палладиевых комплексов соединений (I – III), показал, что введение нитрогрупп в мезо - положения исследуемых порфиринов, а также и в фенильное кольцо (в случае соединения III) приводит к снижению реакций комплексообразования этих соединений, что, вероятно связано с деформацией порфиринового макроцикла и снижением электронной плотности на центральных атомах азота в результате электроноакцепторного влияния  $NO_2$  – заместителей.

В докладе изложены результаты исследования взаимосвязи геометрического строения с координационными, флуоресцентными, спектральными и кислотно-основными свойствами серии порфиринов с различной системой мезо - и  $\beta$  - заместителей (I-III) в ацетонитриле, что дает возможность направленного изменения химической модификации макроцикла для управления реакционной способностью этого класса соединений.

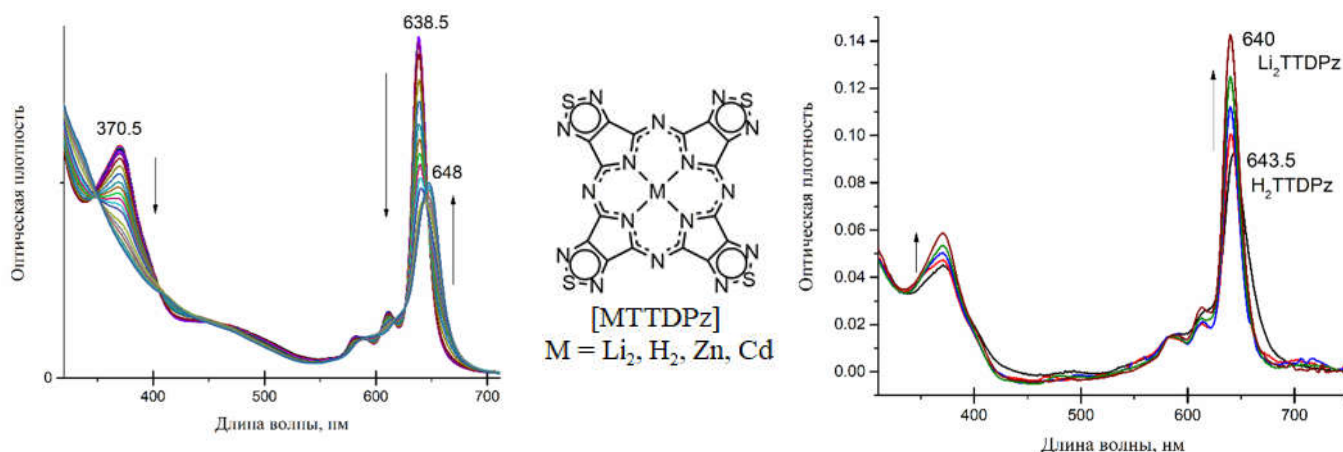
# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ Li-КОМПЛЕКСА ТЕТРАКИС(1,2,5-ТИАДИАЗОЛО)ПОРФИРАЗИНА

Попов А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
a-antalex97@mail.ru

Научный руководитель: д.х.н., профессор Стужин П.А. (ИГХТУ)

При циклотетрамеризации 1,2,5-тиадиазоло-3,4-дикарбонитрила в присутствии пентоксида лития был получен Li-комплекс тетракис(1,2,5-тиадиазоло)порфиразина,  $[Li_2TTDPz]$ , который устойчив в воде и спирте, превращается в безметалльный макроцикл  $[H_2TTDPz]$  только при кипячении в уксусной кислоте в присутствии добавки  $H_2SO_4$ . Изучено поведение  $[Li_2TTDPz]$ ,  $[H_2TTDPz]$  и  $[ZnTTDPz]$  в ДМСО, ДМФА в присутствии добавок  $H_2SO_4$ , трифторуксусной кислоты. Li-комплекс, существующий, по-видимому, в форме анионного комплекса  $Li^+[LiTTDPz]^-$  оказался в этих условиях устойчив и наблюдаемые при введении кислот обратимые спектральные изменения можно связать с протонированием *мезо*-атома азота в анионе  $[LiTTDPz]^-H^+$ . Необычно высокая устойчивость Li-комплекса в присутствии кислоты обусловлена, по-видимому, резким повышением NH-кислотности макроцикла  $[H_2TTDPz]$  под влиянием сильно акцепторных 1,2,5-тиадиазольных фрагментов и хорошим соответствием размеров его внутренней координационной полости ионному радиусу лития. При добавке  $H_2SO_4$  к безметалльному макроциклу и Zn-комплексу смещения Q-пика не происходило, в отличие от Li-комплекса.



Титрование  $[Li_2TTDPz]$  раствором трифторуксусной кислоты в ДМФА

Титрование  $[H_2TTDPz]$  раствором ацетата лития в ДМФА

При титровании  $[H_2TTDPz]$  раствором ацетата лития в ДМФА происходило образование литиевого комплекса. Данные изменения – обратимы.

$[Li_2TTDPz]$  при нагревании в воде переходит в жидкую фазу в виде ассоциата, при стоянии снова выпадает в осадок.

Для данного литиевого комплекса характерны реакции замещения центрального иона (на  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ) при реакции с ацетатами соответствующих металлов в ДМФА.

Квантовый выход флуоресценции  $[Li_2TTDPz]$  ( $\Phi_F = 0,39$  в ДМФА и  $0,34$  в ДМСО) значительно выше чем для  $[H_2TTDPz]$  ( $\Phi_F = 0,20$  в ДМФА и  $0,013$  в ДМСО) и  $[ZnTTDPz]$  ( $\Phi_F = 0,25$  в ДМФА и  $0,11$  в ДМСО).

Авторы благодарят РНФ за финансовую поддержку исследований (грант 17-13-01522). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

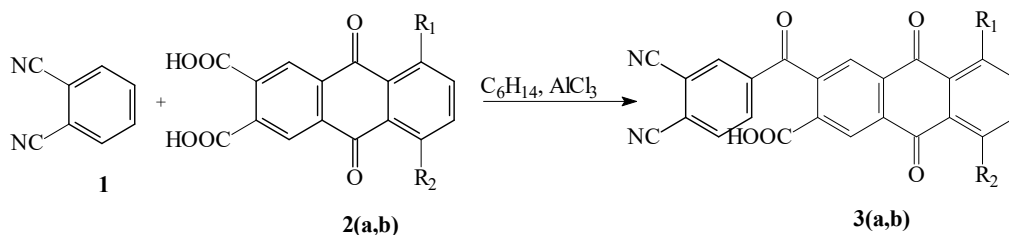
# 4-(АНТРАХИНОНИЛ)КАРБОНИЛЗАМЕЩЕННЫЕ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНЫ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Потапова А.А., Литвиненко А.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [hcc@isuct.ru](mailto:hcc@isuct.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Борисов А.В (ИГХТУ)

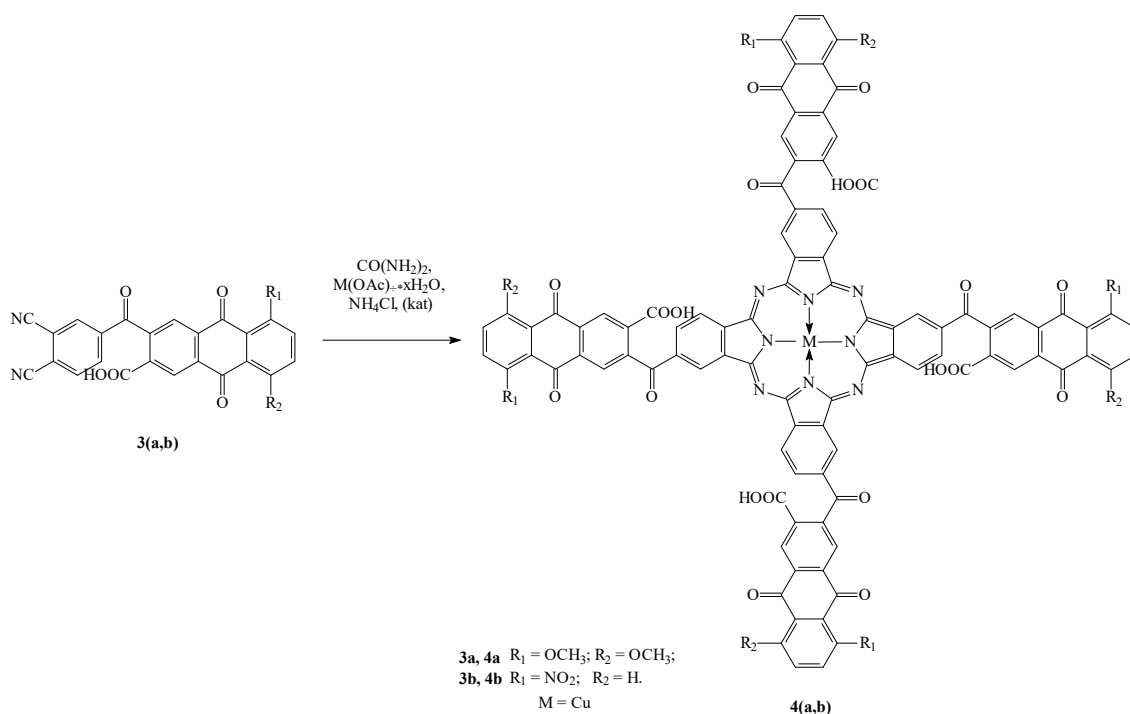
Взаимодействием 5,8-диметоксиантрахинон-2,3-дикарбоновой кислоты (2a) и 2,3-дикарбокси-8-нитроантрахинона (2b) с фталонитрилом 1 в среде гексана в присутствии  $AlCl_3$  получен 2-(2,3-дицианбензол)-5,8-диметокси-3-карбоксиантрахинон (3a) и 2-(3,4-динитрилфенокси)-3-карбонил-8-нитроантрахинон (3b):



**2a, 3a**  $R_1 = OCH_3$ ;  $R_2 = OCH_3$ ;

**2b, 3b**  $R_1 = NO_2$ ;  $R_2 = H$ .

Взаимодействием нитрилов 3a и 3b в присутствии ацетата меди были синтезированы соответствующие металлокомплексы симметричного строения 4 (a,b).



**3a, 4a**  $R_1 = OCH_3$ ;  $R_2 = OCH_3$ ;

**3b, 4b**  $R_1 = NO_2$ ;  $R_2 = H$ .

$M = Cu$

Полученные фталоцианины обладают хорошей растворимостью в концентрированной серной кислоте, ДМФА, ДМСО и слабой растворимостью в толуоле. Соединения идентифицированы с привлечением данных элементного анализа, электронной спектроскопии, масс-спектрологии.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ 5,6-БИС(4-(БЕНЗО[D]ТИАЗОЛ-2-ИЛ)ФЕНИЛ)ПИРАЗИН-2,3-ДИКАРБОНИТРИЛА СОГЛАСНО РЕЗУЛЬТАТАМ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

Савенкова М.А., Телецкий З.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
mariasavenkova@bk.ru

Научные руководители: к.х.н., доц. Погонин А.Е. (ИГХТУ)  
к.х.н., ст.преп. Киселёв А.Н. (ИГХТУ)

В рамках настоящей работы проведены квантово-химические расчёты строения и гармонических частот колебаний 5,6-бис(4-(бензо[d]тиазол-2-ил)фенил)пиразин-2,3-дикарбонитрила с использованием программы Gaussian 03 в рамках методов DFT (функционал B3LYP). Квантово-химические расчеты выполнены с использованием наборов базисных функций 6-311g(d,p) и pVTZ. Согласно результатам расчетов молекула имеет три конформера, отличающихся друг от друга ориентацией атомов серы в пространстве. Наиболее энергетически выгодной структурой является конформер, представленный на рисунке 1. Величины относительных энергий конформеров не превышают 0.6 кДж/моль.

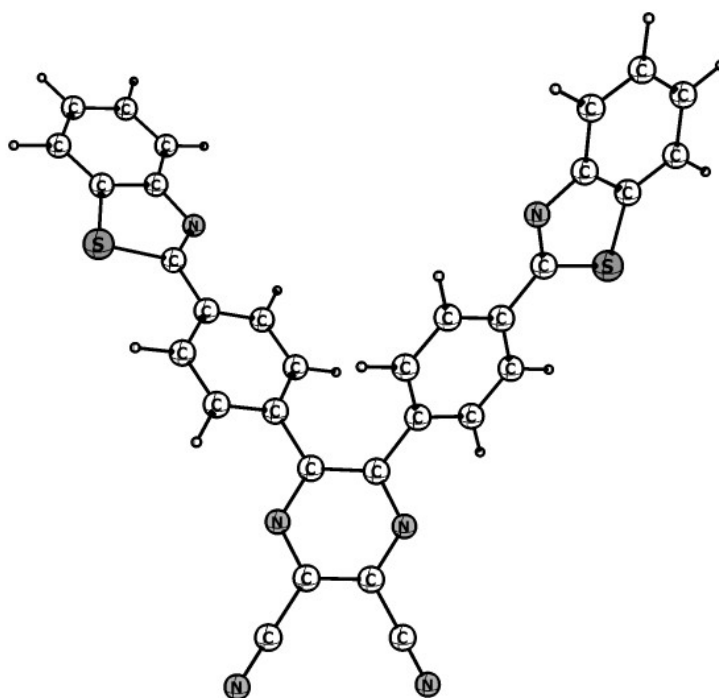


Рисунок 1. Строение молекулы 5,6-бис(4-(бензо[d]тиазол-2-ил)фенил)пиразин-2,3-дикарбонитрила

Проведен анализ изменения строения в ряду молекул 5,6-бис(4-(бензо[d]тиазол-2-ил)фенил)пиразин-2,3-дикарбонитрила, 5,6-бис(4-(бензо[d]оксазол-2-ил)фенил)пиразин-2,3-дикарбонитрила, 5,6-бис(4-(1-метил-1H-бензо[d]имидазол-2-ил)фенил)пиразин-2,3-дикарбонитрила, 5,6-бис(4-(бензо[d]селеназол-2-ил)фенил)пиразин-2,3-дикарбонитрила, 5,6-бис(4-(1,3,7-триметил-2,6-диоксо-2,3,6,7-тетрагидро-1H-пурин-8-ил)фенил)пиразин-2,3-дикарбонитрила.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01199 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования ФГБОУ ВО «ИГХТУ».

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОРРОЛОВ А<sub>2</sub>В-ТИПА С ГИДРОФИЛЬНЫМИ ГРУППАМИ

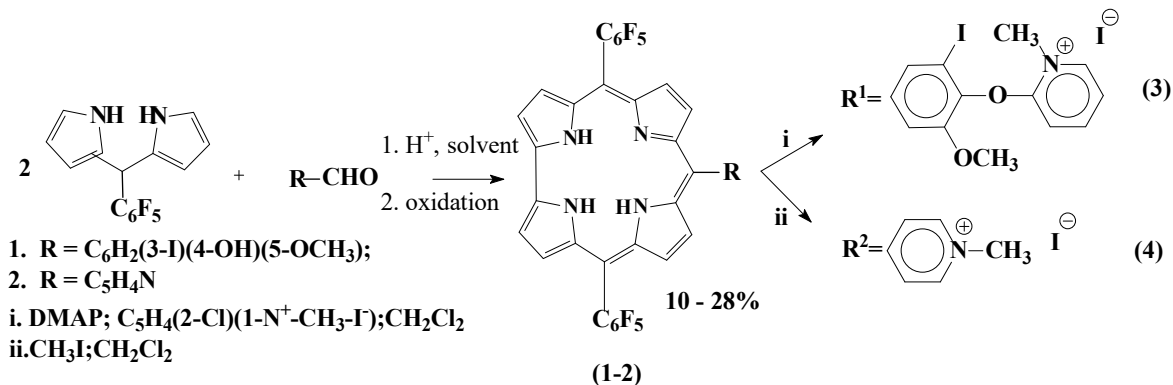
Савонин П.В., Макаров В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [hcc@isuct.ru](mailto:hcc@isuct.ru)

Научный руководитель: д.х.н. проф. Березин Д.Б.(ИГХТУ)

Низкосимметричные корролы могут выступать в качестве эффективных генераторов синглетного кислорода, что позволяет рассматривать их в качестве потенциальных средств для фотодинамической терапии (ФДТ) инфекционных и онкологических заболеваний.<sup>1</sup>



В настоящей работе представлен подход к синтезу корролов А<sub>2</sub>В-типа, которые в своей структуре содержат как гидрофобные, так и гидрофильные фрагменты различного строения. Суть получения состояла в конденсации соответствующего дипирролилметана и альдегида в присутствии кислоты в качестве катализатора с последующим окислением интермедиата 2,3,5,6-тетрахлор-п-бензохиноном (п-хлоранилом) или 2,3-дихлор-5,6-дициано-1,4-бензохиноном (DDQ).<sup>2,3</sup>Выход низкосимметричных корролов лежит в интервале 10 - 28%. Кроме того, применялась последовательная модификация полученного макрогетероцикла путем кватернизации и алкилирования с количественным выходом полученного продукта (см. схему). Все полученные соединения идентифицированы с помощью методов 1D- (<sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C) и 2D-(HSQC, HMBC, COSY) ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии (МАЛДИ).

Часть полученных соединений являются производными 10-(5-иодванилил)-5,15-бис(пентафторфенил) коррола<sup>2</sup>(1), показавшего ранее высокий квантовый выход синглетного кислорода φ<sub>Δ</sub> = 0.75 (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Сохранение приемлемой величины φ<sub>Δ</sub> в водных растворах, где осуществляется процесс ФДТ, является одной из ключевых задач. Поэтому нами изучена агрегация корролов (1,3,4) в системе вода-этанол и вода-Твин 80, рассчитаны константы взаимодействия ФС с молекулами ПАВ.

В ходе микробиологического тестирования на музейных штаммах бактериальных клеток при дозе облучения 40 кДж/см<sup>2</sup> коррол (1) не показал эффекта, но при увеличении её до 80 кДж/см<sup>2</sup> был отмечен фотодинамический эффект даже на резистентных к антибиотикам микроорганизмам подгруппы *E.coli*.

## Литература:

1. Корролы и их производные: Синтез, свойства, перспективы практического применения//Березин Д.Б., Каримов Д.Р., Кустов А.В./Под ред. О.И. Койфмана. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 304 с.
2. Патент № RU 2 633 371 С1, Березин Д.Б. и соавт, 12.10.2017, Бюл. № 29
3. D. T. Gryko, B. Koszarna, Synthesis 2004, No. 13, 2205–2209

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ТРЕХЗВЕННОГО ПРОДУКТА КОНДЕНСАЦИИ 4-ТРЕТ-БУТИЛФТАЛИМИДА С АЦЕТАТ-ИОНОМ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

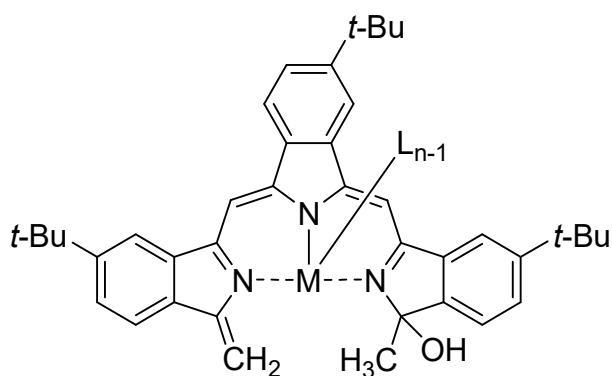
Скотников Н.А., Коптяев А.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
myownsoap37@gmail.com

Научный руководитель: д.х.н., профессор Галанин Н.Е. (ИГХТУ)

Реакция темплатного синтеза тетрабензопорфиринов протекает через промежуточное образование незамкнутых двух-, трех- и четырехзвенных продуктов конденсации фталимидов с ацетат-ионом. Эти соединения, в том числе трехзвенные, представляют интерес в связи с использованием их в качестве исходных продуктов в синтезе несимметричных тетрабензопорфиринов. Однако, их физико-химические свойства до настоящего времени не изучены.

Настоящая работа посвящена металлокомплексам *трет*-бутилзамещенных трехзвенных продуктов конденсации *трет*-бутилфталимида с ацетат-ионом. Синтез металлокомплексов осуществляли взаимодействием свободного лиганда (1) с ацетатами металлов при нагревании в среде ДМФА. Целевые соединения (2-4) выделяли из разбавленной водой реакционной массы экстракцией хлороформом с последующей колоночной хроматографией.



1 - 4

M = H (1), Co (2), Cu (3), Fe (4)

Полученные соединения идентифицированы с привлечением данных элементного анализа, ЯМР  $^1\text{H}$ , электронной и колебательной спектроскопии, масс-спектрометрии. Показано, что синтезированные металлокомплексы обладают растворимостью в хлороформе, бензоле, ДМСО, ДМФА. Исследованы спектральные свойства синтезированных металлокомплексов, исследованы их электрохимические и электрокаталитические свойства в реакции восстановления молекулярного кислорода. Установлено, что все они являются электрокатализаторами, а наибольшую активность проявил комплекс с медью.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

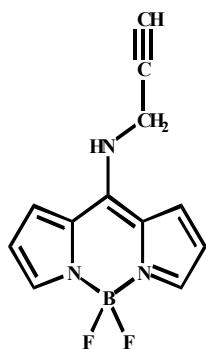
# ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ СРЕДЫ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЗО-ПРОПАРГИЛАМИНО-BODIPY

Смирнова У.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет,  
uliana-sm98@yandex.ru

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН  
Научный руководитель: к.х.н., с.н.с. Гусева Г.Б. (ИХР РАН, gbg@isc-ras.ru)

В настоящее время одной из основных задач лазерной техники является поиск эффективных люминофоров с поглощением и испусканием в синей области видимого спектра. Альтернативным способом подстройки спектральных свойств BODIPY-люминофоров под конкретную практическую задачу является введение в центральный *мезо*-CH<sub>2</sub>-спейсер азот содержащих группировок таких, например, как амины. В связи с этим, задачами нашего исследования стали синтез, спектральное и квантово-химическое исследование *мезо*-пропаргиламинозамещенного дипиррометената бора(III) в широком ряду органических растворителей разной полярности, протоно- и электронодонорной способности.



Спектрофотометрические исследования показали, что синтезированный BODIPY имеет двухполосный спектр поглощения с наиболее интенсивной ( $\epsilon \sim 15\text{--}43770$  л/моль·см) длинноволновой полосой ( $\lambda_{\text{max}}^1$ ) в диапазоне 404–426 нм. Спектральные характеристики первой интенсивной полосы оказались весьма чувствительны к свойствам среды. Влияние свойств среды проявляется в гипсохромном (до  $\sim 22$  нм) сдвиге максимума  $\lambda_{\text{max}}^1$  при замене неполярных (циклогексана и др.) на ароматические, протоно- и

электронодонорные (толуол, хлороформ, спирты, ДМФА, ДМСО) среды. Кроме того, обнаружено, что *мезо*-пропаргиламино-BODIPY испускает в сине-зеленой области (433–486 нм) и имеет близкий к  $\sim 100\%$  квантовый выход флуоресценции ( $\phi$ ) в неполярных средах. Важно отметить, что в протоно- и, особенно, в электронодонорных растворителях наблюдается резкое тушение флуоресценции красителя и  $\phi$  понижается в 2.2–31.2 раза. Проведенный квантово-химический анализ позволил заключить, что регистрируемое тушение флуоресценции люминофора в протоно- и электронодонорных средах вызвано образованием супрамолекулярных структур за счет специфического взаимодействия молекул растворителя с атомами *мезо*-пропаргиламиновой группы красителя. Благодаря высокой чувствительности флуоресценции к свойствам среды, *мезо*-пропаргиламино-BODIPY может быть рекомендован в качестве нового эффективного флуоресцентного сенсора специфических электроно- и протонодонорных молекул.

Авторы выражают благодарность Объединенному суперкомпьютерному центру РАН за предоставление ресурсов суперкомпьютера MBC-100K.

# АЗОМЕТИНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЖЕЛЕЗА (III), ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБАЗОЛА

Сорокина И. А.<sup>а</sup>, Червонова У.В.<sup>б</sup>

<sup>а</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

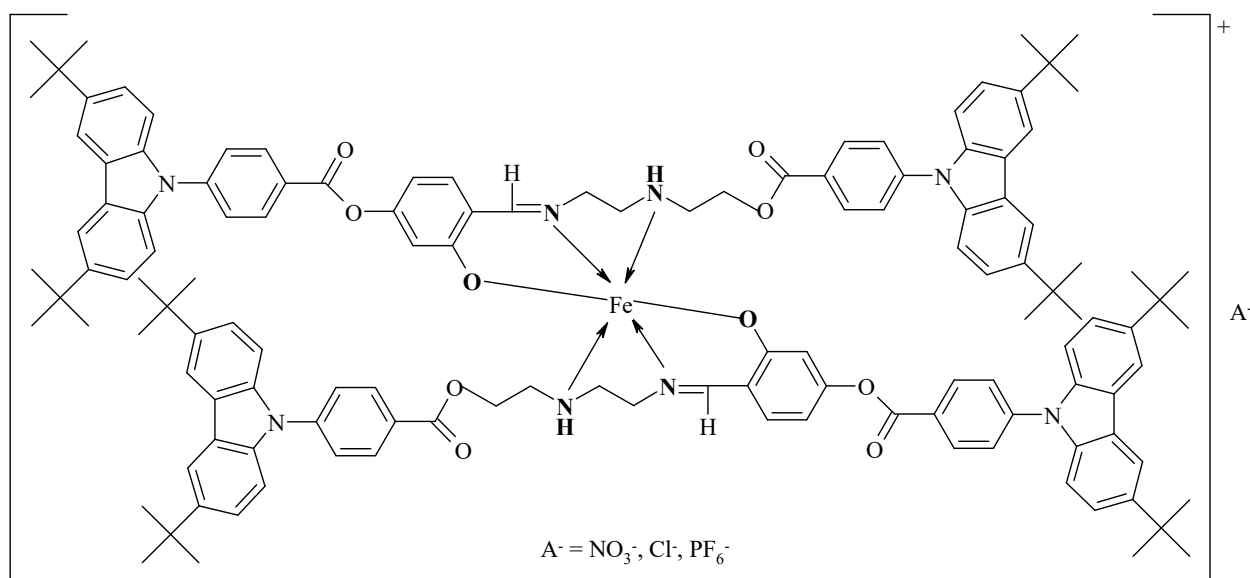
<sup>б</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук

ira22.sorokina@yandex.ru

Научный руководитель: с.н.с., Груздев М. С. (ИХР РАН)

Создание новых типов лигандных систем стало важным шагом в химии металлокомплексов с такими физико-химическими свойствами, которые востребованы для научных исследований и практических применений. Перспективным с точки зрения возможных применений является сочетание свойств разветвленных макромолекул – дендримеров – со специфическими свойствами переходных ионов металлов за счет их инкапсулирования в дендримерную матрицу. Таким образом, появляется возможность создавать перспективные материалы с заданными размерами молекул и контролируемыми магнитными параметрами. Кроме того, на свойства молекулы влияет изменение концевых функциональных групп и другие структурные модификации. Наиболее интересными в этом плане являются производные карбазола на периферии, благодаря их фотофизическим свойствам.

Работа включает в себя синтез альдегида (4-(3,6-ди-трет-бутил-9Н-карбазол-9-ил)-бензоилокси-2-гидроксibenзальдегид) и амина (4-(3,6-ди-трет-бутил-карбазол-9-ил)бензоилокси-N'-этил-N-этиленамин), производных карбазола, а также проведение реакций комплексообразования азометина на их основе с солями железа (III).



Для подтверждения чистоты и структуры синтезированных полупродуктов и координационных соединений выполнен комплекс физико-химических методов анализа, включающий элементный анализ, ЯМР-, ИК- спектроскопию, масс-спектрометрию. Характеристики фазовых переходов, а также данные по температурам плавления получены методом дифференциальной сканирующей калориметрии. Определены величины Стокса сдвига и квантового выхода флуоресценции.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ивановской области в рамках научного проекта № 18-43-370021 р-а. Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» и Центра коллективного пользования «Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований».*



# ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СЕНСОРЫ N- И O-СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ БИС(ДИПИРРОМЕТЕНАТОВ) ЦИНКА(II)

Ступикова С.А.

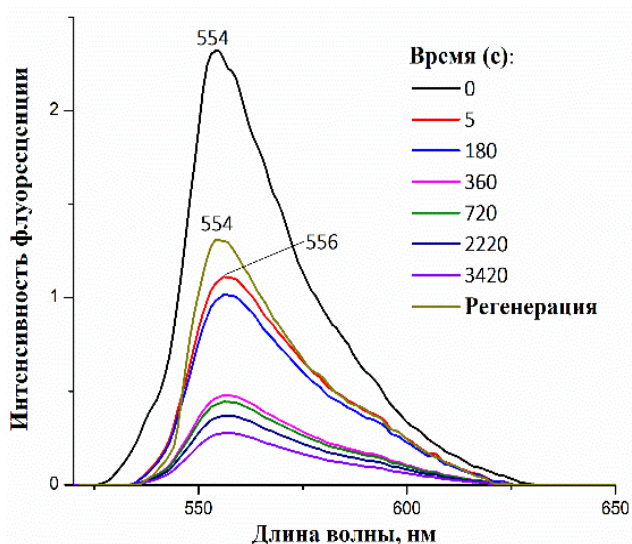
Ивановский государственный химико-технологический университет

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

[armstrong97@list.ru](mailto:armstrong97@list.ru)

Научный руководитель: м.н.с. Ксенофонтов А.А. (ИХР РАН)

Одним из наиболее приоритетных направлений исследований современных исследований является разработка химических сенсоров. Современные газоанализаторы, основой которых служат полупроводниковые сенсоры, могут ошибочно принять некоторые заболевания за алкогольное опьянение из-за плохой различимости паров ацетона и этанола. Разработке сенсоров с низким пределом обнаружения и «хорошими» показателями чувствительности и селективности к ацетону и этанолу является важной задачей, решение которой необходимо для создания анализатора дыхания при неинвазивном мониторинге диабета. Для этих целей весьма перспективны флуоресцентные сенсоры на основе этилцеллюлозы, допированные люминофорами на основе бис(дипиррометенатом) цинка(II) состава  $[Zn_2L_2]$ . Квантовый выход флуоресценции люминофоров данного типа, близкий к 100% в неполярных средах, существенно понижается в присутствии кислородсодержащих соединений в следствие дополнительной координации электронодонорных молекул на атомах цинка(II) геликата с образованием супрамолекулярных комплексов состава  $[Zn_2L_2X_n]$ .



**Рис. 1.** Эволюция спектра флуоресценции  $[Zn_2L_2]$  сенсора в присутствии паров этанола

Для изучения эффективности и селективности флуоресцентного отклика  $[Zn_2L_2]$  люминофора на присутствие паров этанола или ацетона в воздушной атмосфере твердотельные образцы этилцеллюлозы, выдерживали в растворе красителя в циклогексане ( $c \sim 2 \cdot 10^{-4}$  моль/л) и высушивались до постоянной массы. Спектры флуоресценции полимерных композитов регистрировали с помощью флуоресцентного зонда, присоединенного к спектрометру СМ 2203. Спектрофлуориметрический анализ показал, что в насыщенных парах этанола или ацетона (X) наблюдается мгновенное тушение флуоресценции геликата  $[Zn_2L_2]$  (Рис. 1). Последующая замена паров этанола и ацетона на воздушную атмосферу давала частичное ( $\leq 50\%$ ) восстановление интенсивности флуоресценции образца по сравнению с исходной.

Оценка селективности флуоресцентного отклика сенсора на присутствие паров этанола или ацетона проведена с использованием аналитического критерия, определяемого как относительное изменение интенсивности флуоресценции на длинах двух волн в спектрах испускания сенсора в газовой фазе в присутствии аналита.

По результатам анализа зависимости показателя относительной интенсивности флуоресценции сенсора от состава газовой смеси циклогексан-этанол(ацетон) определены пределы обнаружения этанола и ацетона, которые составили  $1 \cdot 10^{-6}$  мг/м<sup>3</sup> и  $5 \cdot 10^{-6}$  мг/м<sup>3</sup> соответственно, что свидетельствует о высокой чувствительности сенсоров на основе  $[Zn_2L_2]$  люминофоров и перспективности их применения для обнаружения этанола и ацетона в воздушных смесях.

# СИНТЕЗ ФТАЛОЦИАНИНОВ КОБАЛЬТА И МЕДИ, СОДЕРЖАЩИХ В СВОЕМ СОСТАВЕ АНТРАХИНОНОВЫЕ ХРОМОФОРЫ

Тарасова Е.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[super\\_katusha@mail.ru](mailto:super_katusha@mail.ru)

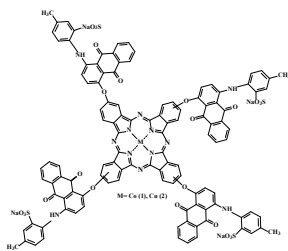
Научный руководитель: канд. хим. наук, доцент Румянцева Т.А.

Целью данной работы является синтез и исследование физико-химических свойств фталоцианинов с остатком антрахинонового красителя.

Нами впервые синтезирован нитрил – 2- {[4-(3,4-дицианофенокси)-9,10-диоксо-9,10-дигидро-1-антраценил]ами-но} -5-мет-илбензолсульфонокислоты натриевая соль - порошок сиреневого цвета, который хорошо растворяется в органических растворителях. На основе него синтезированы и идентифицированы металлокомплексы кобальта (2) и меди (3).

Получение металлофталоцианинов осуществлялось «нитрильным» методом. Замещенный фталонитрил тщательно растирали с безводным ацетатом кобальта (меди) и полученную смесь нагревали при 220-230 °С в течении 30 минут в присутствии мочевины и хлорида аммония.

Полученные соединения (2;3) – темно-зеленые порошки, растворимые в ДМФА и ДМСО. Для идентификации полученных фталоцианинов и нитрила использовали данные элементного анализа, ИК- и электронной спектроскопии, масс-спектров (MALDI-TOF).



*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# СИНТЕЗ МОНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ КОБАЛЬТА И НИКЕЛЯ ДЛЯ ГИДРИРОВАНИЯ НИТРОБЕНЗОЛА

Тарасюк И. А., Латыпова А.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[tarasyukia@inbox.ru](mailto:tarasyukia@inbox.ru)

Научный руководитель: к. х. н., проректор по научной работе Марфин Ю. С.

Индустрия химии и современных материалов играла ведущую роль в предыдущих промышленных революциях благодаря своим продуктам и инновациям в таких областях, как фармацевтика, пластмассы и бытовая электроника. Сегодня сектор химии и современных материалов является важным фактором четвертой промышленной революции. Вопросы разработки новых химических процессов включают в себя, в первую очередь, понимание фундаментальных основ проходящих химических реакций и их постадийного изучения. Однако для достижения этого неизбежен процесс накопления массива экспериментальных данных. Особый интерес для промышленного сектора вызывают исследования в сфере каталитических процессов, связанные с разработкой новых катализаторов и оптимизацией условий химических процессов. Данный проект направлен на разработку новых катализаторов, основанных на использовании никеля и кобальта, как дешевых и доступных металлов.

Цель работы – разработать методику синтеза высокоактивных и селективных никелевых и кобальтовых монометаллических частиц. Для синтеза использовались два подхода – темплатный и безтемплатный метод. В первом случае использовали водные миллимолярные растворы солей соответствующих металлов, к которым добавляли восстановительный агент – 0,1М водный слабощелочной раствор гидразина. Во втором случае были использованы поверхностно-активные вещества, выполняющие роль стабилизаторов и отвечающие за контроль размера частиц металлов. Для этого были взяты такие вещества, как цетилтриметиламмоний бромид и N,N-диметилдодециламин N-оксид. К слабо концентрированным растворам солей металлов добавляли ПАВ и оставляли растворы на перемешивании в течение 2-3 часов для формирования мицелл и солюбилизации соли металла. После этого вводили восстанавливающий агент – 0,1М водный слабощелочной раствор гидразина. Во всех случаях были получены слабо опалесцирующие суспензии.

Полученные каталитические системы были использованы для катализа реакции гидрогенизации нитробензола в 2-пропанол. Для этого отбирали одинаковые объемы суспензий и помещали их в каталитический реактор к 2 мл нитробензола и 20 мл 2-пропанола. Реактор закрывали, продували большим количеством азота с созданием давления в 15-20 атм. и нагревали реакционную смесь до 200 °С. После этого реактор продували водородом с созданием давления в 30 атм. С этого момента из реактора производился отбор проб для качественного и количественного анализа на газовом хроматографе КристаллЛюкс 4000М (Хроматэк, РФ) и газовом хроматомасс-спектрометре QP 2010S (Shinadzu, Japan). Анализ реакционных смесей показал, что процесс гидрирования протекает с образованием побочных продуктов конденсации растворителя с анилином, которые в дальнейшем также взаимодействуют друг с другом. В целом, для всех катализаторов средний выход анилина составил порядка 95-97 %, что является хорошим показателем селективности полученных катализаторов.

Согласно полученным результатам, наилучший результат был получен при использовании в синтезе металлических частиц N,N-диметилдодециламин оксида. В случае частиц кобальта общее время реакции сократилось вдвое, а для частиц никеля уменьшилось количество побочных продуктов.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10157). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ТвГТУ»*

# ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА БЕНЗОТИАЗОЛСОДЕРЖАЩЕГО НИТРИЛА

Телецкий З.А., Савенкова М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

tel.za@ya.ru

Научные руководители: к.х.н., ст.преп. Киселёв А.Н. (ИГХТУ)

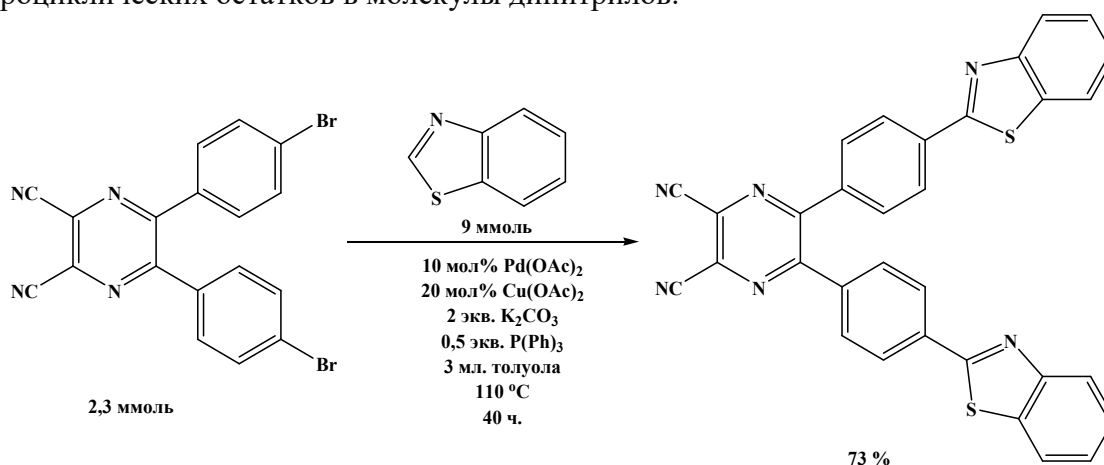
к.х.н., доц. Погонин А.Е. (ИГХТУ)

Нитрилы являются важными строительными блоками в органическом синтезе. На их основе могут быть получены амины, амидины, тетразолы, альдегиды, амиды, карбоновые кислоты, а при конденсации динитрилов - макрогетероциклические соединения с аза-мостиками, например порфиразины. Традиционные методы синтеза нитрилов включают реакции Зандмейера, Розенмунда-фон Брауна, а также дегидратацию альдоксимов и амидов. В последние годы появились новые методы получения нитрилов с помощью катализируемого цианирования арилгалогенидов комплексами переходных металлов.

Для получения новых функциональных материалов на основе порфиразинов необходимы разнообразные динитрилы. Динитрилы модифицируют, используя ипсо-замещение нитрогрупп, алкилирование и арилирование тио-, гидроксигрупп, и карбокси групп; реакции кросс-сочетания: Хека, Негиши, Соногаширы, Сузуки [1].

Разработка новых методик синтеза и модификации динитрилов представляет значительный интерес и позволяет расширить круг синтезируемых из них симметричных и несимметричных порфиразинов.

В нашей работе мы предлагаем синтез ещё неопisanного в литературе динитрила с помощью палладий-катализируемой C-H-функционализации. Первоначально был синтезирован 5,6-бис(4-бромфенил)пиразин-2,3-дикарбонитрил, который был введён в реакцию гетарилирования с бензотиазолом. Продукт 5,6-бис(4-(бензо[d]тиазол-2-ил)фенил)пиразин-2,3-дикарбонитрил был получен с выходом 73%. Такая методика открывает перспективы для введения разнообразных кислых гетероциклических остатков в молекулы динитрилов.



1. Y. Guobing, Y Zhang, J. Wang. Recent Advances in the Synthesis of Aryl Nitrile Compounds. *Advanced Synthesis & Catalysis Volume*. 2017, 359, 23, 4068-4105.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-01199 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ВЫСОКОСИММЕТРИЧНЫХ ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ С ЗАМЕЩЕННЫМИ ФЕНОКСИГРУППАМИ

Толстых Н. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[nadya.tolstykh@list.ru](mailto:nadya.tolstykh@list.ru)

Научный руководитель: к. х. н., н.с. Знойко С. А. (ИГХТУ)

В настоящей работе представлены данные о синтезе и исследовании спектральных свойств октазамещенных металлофталоцианинов, сочетающих на периферии фрагменты замещенных фенокси групп.

Фталонитрилы с остатками замещенных фенокси групп получали, исходя их 4-бром-5-нитрофталонитрила. В качестве растворителя использовали ДМФА, а в качестве депротонирующего агента во всех случаях выступал поташ. Синтез высокосимметричных фталонитрилов вели 80-90 °С.

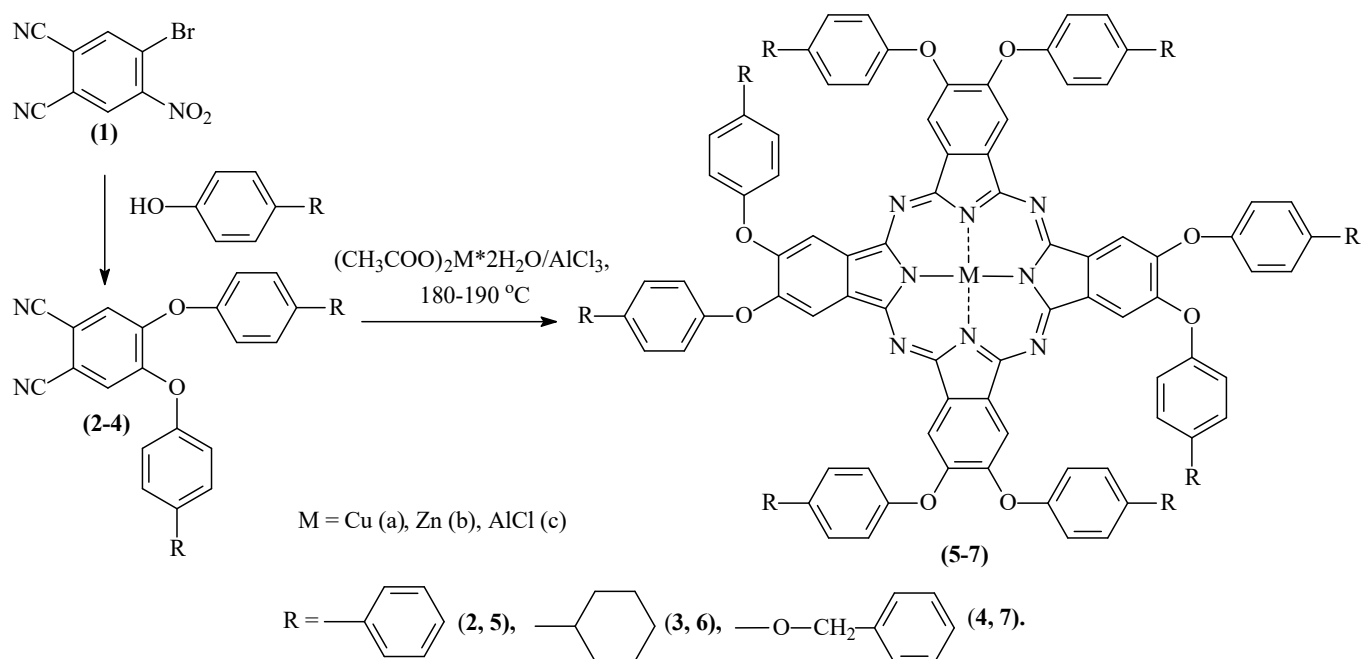


Схема 1

Соответствующие высокосимметричные фталоцианины меди синтезировали «нитрильным» методом из соответствующих 4,5-замещенных фталонитрилов (схема).

Идентификация полученных соединений проведена с привлечением элементного анализа, MALDI-TOF масс-спектрометрии, ИК и электронной спектроскопии. Исследованы физико-химические свойства синтезированных фталоцианинов.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ 2-НИТРО-2'-ГИДРОКСИ-5'-МЕТИЛАЗОБЕНЗОЛА НА НАНЕСЁННЫХ ПАЛЛАДИЙ – УГЛЕРОДНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Удальцов А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

sanek\_051997@mail.ru

Научный руководитель: д.х.н., проф. Лефёдова О.В.

Известно, что активность и избирательность катализаторов жидкофазной гидрогенизации зависят как от природы и состава растворителя, так и природы катализатора.

В связи с этим работы, направленные на разработку научных основ создания эффективных каталитических систем, следует признать актуальными и имеющими как теоретическую, так и практическую значимость.

Высокоэффективные, малоотходные и более экологически безопасные технологии жидкофазной гидрогенизации замещенных нитро-, азо- и нитроазобензолов представляют особый интерес для промышленности тонкого органического синтеза и фармацевтики. Продукты гидрогенизации соединений различного строения находят широкое применение в текстильной, лакокрасочной и полимерной промышленности. В частности, продукты гидрогенизации 2-гидроксиинитроазобензолов являются эффективными стабилизаторами шин, резин и полимеров. [1]

Реакционная способность исходного соединения во многом связана с его строением и электронным состоянием в растворе. Нами проведены квантово-химические расчеты таутомерных форм молекулы 2-нитро-2'-гидрокси-5'-метилазобензола (2-НАБ) с учетом наличия внутримолекулярной водородной связи (ВМВС) между протоном гидроксигруппы и атомами азота азогруппы. Полученные результаты сопоставлены с данными ИК- и УФ-спектров поглощения в индивидуальных растворителях и водных растворах 2-пропанола с добавками уксусной кислоты или гидроксида натрия.

Анализ результатов квантово-химических расчетов строения 2-НАБ и спектральных характеристик позволил сделать следующие выводы:

нитрогруппа в молекуле 2-НАБ выходит из плоскости расположения азогруппы не более чем на 15 %. Не исключено, что нитрогруппа может иметь преимущественное превращение в условиях гидрогенизации;

сопоставление расчетных значений частот и максимумов поглощения, полученных для реальных ИК- и УФ-спектров 2-НАБ показало, что в растворах наиболее вероятен *транс*-изомер с ВМВС с  $\beta$ -атомом азота азогруппы. Значение энергии ВМВС составляет 44 кДж/моль, что свидетельствует о ее достаточно высокой прочности, что не исключает ее сохранение, несмотря на сольватационные эффекты;

при наличии добавки гидроксида натрия в водном растворе 2-пропанола в количестве эквивалентом ионизации 2-НАБ заметного батохромного смещения максимумов поглощения в УФ-спектре не наблюдается. Сильное батохромное смещение максимума поглощения 2-НАБ с 414 нм до 496 нм отмечено только для водных растворов гидроксида натрия, что свидетельствует об ионизации молекулы, увеличении ее степени сопряжения и роста компланарности, а также смещении равновесия от азоидной к хиноидной структуре красителя.

1. Si L. Catalytic hydrogenation of 2-nitro-2' -hydroxy-5' -methylazobenzene over solid base-hydrogenation bifunctional catalysts : Effect of alkali metals on Pd /  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / Si L., Wang B., Chen S., Hou J., Yan X., Li Y., Chen L. // CATCOM – 2017. – V. 90 – P.35–38.

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ СУЛЬФАСАЛАЗИНА, ТИАЦЕТАЗОНА И АЦЕТАЗОЛАМИДА

Удоратин А.К., Манин А.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

andko2013@gmail.com

Научный руководитель: к. х. н., н. с. Манин А. Н. (ИХР РАН)

Сегодня в фармацевтической индустрии наблюдается сложная ситуация с разработкой и выводением новых лекарств на рынок. Резистентность микроорганизмов и вирусов к уже существующим лекарственным препаратам вынуждает исследователей искать новые лекарственные соединения. Но лишь 1% из всех соединений на стадии разработки попадают на рынок. Это связано с низкими фармацевтически значимыми характеристиками лекарственных соединений, в частности, с растворимостью. Для повышения растворимости твёрдых форм ЛС используются различные методы: образование солей, полиморфных форм кристаллов, повышение дисперсности частиц и другие. Одним из методов, быстро набирающим популярность, является получение сокристаллов - кристаллов, состоящих из двух или более компонентов, находящихся в определённом стехиометрическом соотношении, и связанных между собой посредством нековалентных взаимодействий. [1] Активное развитие данного направления началось около 20 лет назад, поэтому до сих пор актуальной задачей исследований является поиск и апробация новых методов скрининга сокристаллов. [2]

Целью нашей работы является исследование методов скрининга сокристаллов на примере ряда активных фармацевтических соединений. В качестве объектов исследования были выбраны сульфасалазин, тиацетазон и ацетазоламид — лекарственные соединения, применяющиеся в лечении воспалительных заболеваний кишечника, артрита, туберкулёза, эпилепсии и т.д. Основными способами получения сокристаллов были выбраны сухой перемол, перемол с добавлением растворителя, приготовление суспензии и кристаллизация с медленным испарением растворителя. Анализ полученных смесей проводился методами порошковой рентгеновской дифракции и дифференциальной сканирующей калориметрии. Для метода перемола с добавлением растворителя были использованы семь растворителей: метанол, этанол, ацетонитрил, ацетон, тетрагидрофуран, этилацетат, вода.

Был проведён скрининг 120 двухкомпонентных систем с объектами исследования. Обнаружено 3 новых сокристалла. Для обнаруженных сокристаллов были найдены условия получения наиболее чистой формы сокристалла при варьировании стехиометрии, растворителя и метода получения. Также для обнаруженных сокристаллов были построены фазовые диаграммы плавления. Для сокристалла ацетазоламида выращен монокристалл и расшифрована кристаллическая решетка, а также измерена растворимость и скорость растворения в водной среде при pH 7.4.

1. Duggirala N.K. et al. Pharmaceutical cocrystals: along the path to improved medicines // Chem. Commun. 2016. Vol. 52, № 4. P. 640–655.
2. Etter M.C., Reutzel S.M. Hydrogen bond directed cocrystallization and molecular recognition properties of acyclic imides // J. Am. Chem. Soc. 1990. Vol. 113, № 7. P. 2586–2598.

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОКСОФОСФОРИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДИПИРРОЛИЛМЕТЕНА

Усольцев С.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[sergeyusoltsev@isuct.ru](mailto:sergeyusoltsev@isuct.ru)

Научный руководитель: к. х. н., Марфин Ю.С.

Среди известных семейств органических люминофоров особое положение занимают дипирролилметенаты р- и d-элементов. Их отличительной особенностью является простота синтетической процедуры получения лиганда с выбранными структурными модификациями и высокая стабильность комплексов к протолитической и сольволитической диссоциации. Яркие представители этого семейства - дипирролилметенаты дифторида бора (BODIPY) - группа флуорофоров с наилучшими практически-значимыми характеристиками, среди которых узкие полосы поглощения и эмиссии, высокие значения коэффициентов молярной экстинкции и квантового выхода флуоресценции.

Известен ряд подходов к модификации флуорофоров для достижения у последних специфических сенсорных характеристик (провоцирование субстрат-специфичного проявления эффектов внутримолекулярного переноса электрона или пространственного переноса заряда) - чувствительности к рН, полярности, динамической вязкости, температуре в ближайшем молекулярном окружении. Последняя особенность позволяет с высокой точностью измерять обсуждаемые параметры непосредственно в живых клетках и межклеточной жидкости с достижением высокого пространственного разрешения. Бордипиррины, однако, являются нейтральными неполярными молекулами, а введение ионогенных группировок для применения их в полярных протонных растворителях сильно ухудшает флуоресцентные характеристики, использование же супрамолекулярных ансамблей для доставки красителей к биологическим мишеням удорожает процесс и уменьшает пространственное разрешение измерений. Недавно полученные впервые, оксофосфорильные комплексы дипирролилметена (PODIPY) обнаруживают сохранение фотофизических характеристик бордипирриновых люминофоров, обладая, однако, повышенной структурно-обусловленной растворимостью в полярных средах.

В работе был получен молекулярный ротор (флуорофор, чувствительный к динамической вязкости микроокружения) класса PODIPY (8-(4-decyloxy-phenyl)-4,4'-dioxy-4-phosphoro- -3a,4a-diaza-s-indacene, PODIPY-C<sub>10</sub>) и проведено исследование его фотофизических характеристик. Время жизни флуоресценции исследуемого соединения показало зависимость от динамической вязкости среды, в степени, обнаруженной ранее только для бордипирриновых люминофоров.

Особенности синтетической процедуры, отличия в сенсорном отклике и перспективы развития данного направления будут представлены в докладе.

*Авторы благодарят РНФ (Грант № 17-73-10408) за финансовую поддержку данной работы. Синтез и исследование фотофизических характеристик PODIPY-C<sub>10</sub> произведены на базе Имперского Колледжа Лондона (Лондон, Великобритания) под руководством профессоров Kuimova M.K. и Vilar R., при участии Thomas A.P., Summers P.A., и Kubankova M.*



# СИНТЕЗ ПОРФИРАЗИНОВ НА ОСНОВЕ АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ 6,7-ДИГИДРО-1*H*-1,4-ДИКАРБОНИТРИЛОВ

Фазлыева А.М., Скворцов И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[alinamf@mail.ru](mailto:alinamf@mail.ru)

Научный руководитель: д.х.н., профессор Стужин П.А.(ИГХТУ)

Порфиразины, содержащие акцепторные 1,4-дiazепиновые фрагменты [1] и их тетрагидрированные производные, обладающие донорными свойствами, [2] описаны в литературе. В работе впервые получены порфиразины содержащие 6,7-дигидро-1*H*-1,4-дiazепиновые кольца содержащие акцепторные имино и донорные аминогруппы.

Конденсацией диаминоmaleонитрила с ацетоном или циклогексаноном по методике [3] были получены 6,7-дигидро-1*H*-1,4-дикарбонитрилы, которые были использованы нами для синтеза порфиразинов. При их циклотетрамеризации в присутствии амилата магния были получены соответствующие магниевые комплексы, а с амилатом лития – безметалльные макроциклы (рисунок 1,3). Они были охарактеризованы спектрами MALDI-TOF и <sup>1</sup>H ЯМР. В электронных спектрах поглощения соединения (рисунок 2) характеризуются наличием длинноволновой полосы поглощения в ближней ИК области.

Поэтому перспективно использование этих соединений в качестве фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии.

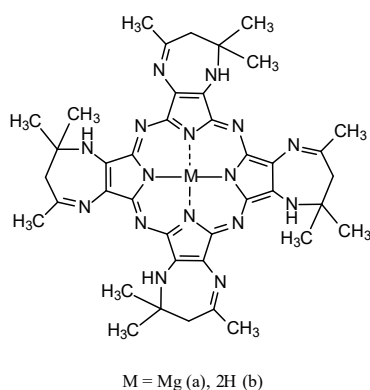


Рисунок 2

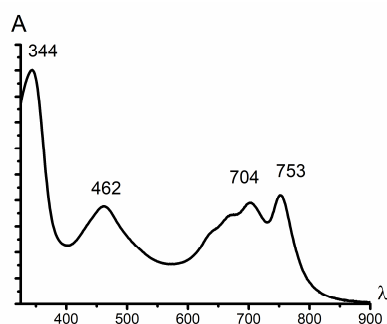


Рисунок 3

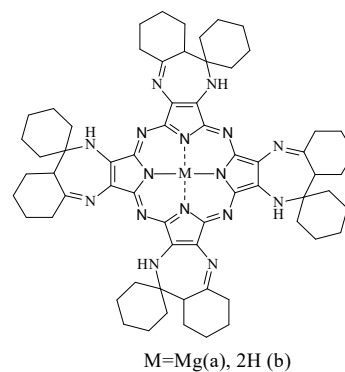


Рисунок 4

1. Donzello, M. P. et al. / M. P. Donzello // Eur. J. Inorg. Chem. - 1998. - С.1553.
2. Baum, S. M. et al. / S. M. Baum // J. Org. Chem. - 2003. - № 5 - С.1665–1670.
3. Begland, R. W. et al. / R. W. Begland // J. Org. Chem. - 1974. - № 16 - С.2341–2350.

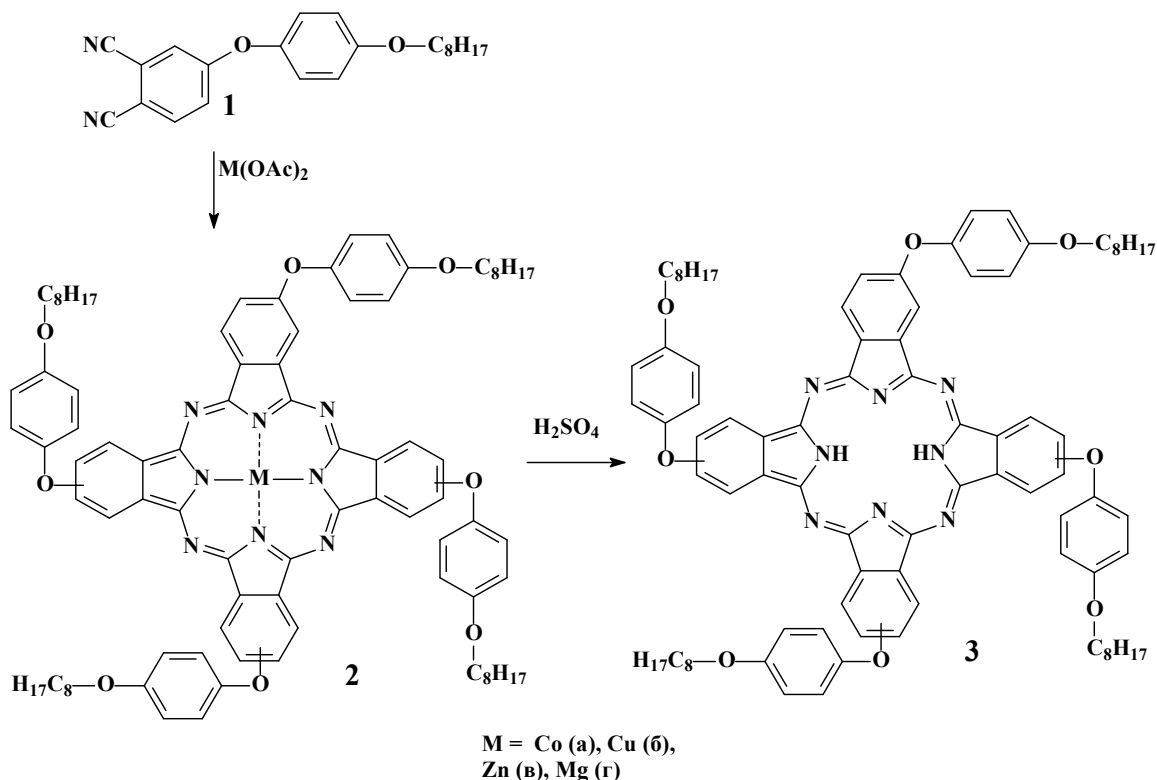
# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕТРА-4-(4-НОНИЛОКСИФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНА И ЕГО МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ

Федотова А.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
nastyna\_25.05@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., старший научный сотрудник Тихомирова Т.В.

Данная работа посвящена синтезу и изучению спектральных свойств тетра-(4-нонилоксифенокси)фталоцианина и его металлокомплексов кобальта, меди, магния и цинка и их сульфокислот.



Синтез тетра-4-(4-нонилоксифенокси)фталоцианинов (**2**) осуществляли нитрильным методом путем взаимодействия (4-нонилоксифенокси)фталонитрила (**1**) с ацетатами кобальта, меди, цинка и магния при температуре 185-190°C. Тетра-4-(4-нонилоксифенокси)фталоцианин магния (**2г**) деметаллировали концентрированной серной кислотой до соответствующего лиганда (**3**). Очистку целевых фталоцианинов проводили колоночной хроматографией на силикагеле М60 хлороформом.

Получение сульфокислот тетра-(4-нонилоксифенокси)фталоцианинов (**2, 3**) осуществляли сульфохлорированием соответствующих замещенных фталоцианинов с последующим гидролизом образовавшихся сульфохлоридов.

Подтверждение состава и структуры синтезированных соединений проводили с привлечением современных физико-химических методов анализа.

Полученные фталоцианины (**2, 3**) обладают растворимостью в хлороформе, ДМФА, серной кислоте, а их сульфокислоты – в ДМФА, серной кислоте и воде. Растворимость синтезированных комплексов в разных растворителях позволила изучить их спектральные характеристики.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИФЕНИЛ-ПРОИЗВОДНЫХ ФТАЛОЦИАНИНАТОВ *D*- И *F*-МЕТАЛЛОВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ

Филиппова А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[anna.filippova96@gmail.com](mailto:anna.filippova96@gmail.com)

Научные руководители: к. х. н., доцент Вашурин А. С., к.х.н., ст.н.с. Тихомирова Т.В. (ИГХТУ)

Фталоцианины представляют наиболее важными производными тетрапиррола, так как могут образовывать комплексы с различными металлами. Наибольший интерес вызывают содержание редкоземельный ион одно- и двухпалубные комплексы, которые являются перспективными материалами для электронных устройств [1]. Наличие в сэндвичевых комплексах свободного электрона на однократно занятой молекулярной орбитале (SOMO) придает им уникальные электронные, оптические и окислительно-восстановительные свойства.

Поэтому в настоящей работе выполнен синтез и исследованы физико-химических свойства бифенил-производных фталоцианинатов *d*- и *f*-элементов различного строения.

Комплексы получены путем металлирования свободного фталоцианинового лиганда. Подтверждение состава и структуры синтезированных соединений проводили с привлечением элементного анализа, масс-спектрометрии, ИК- и электронной спектроскопии. Далее исследованы физико-химические свойства.

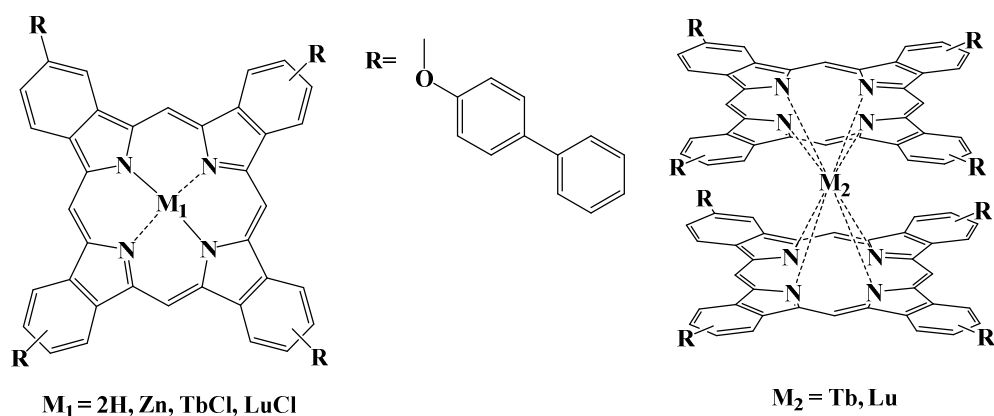


Рис. 1 Объекты исследования

Показано, что при переходе от свободного фталоцианинового макроцикла к металлокомплексам наблюдается увеличение Стоксова сдвига и понижение квантового выхода флуоресценции. Обнаружено, что переход от полярного растворителя (пиридин) к неполярному апротонному растворителю (хлороформ) сопровождается понижением квантового выхода флуоресценции. Установлено, что двухпалубные сэндвичевые комплексы с тербием и лютецием в растворе хлороформа и пиридина обладают наименьшими флуоресцентными свойствами. Для сэндвичевых комплексов проведено исследование кинетики перехода нейтрально-радикальных форм с общей формулой  $[Pc^2-Ln^{3+}Pc^{\cdot-}]^0$  к восстановленным с общей формулой  $[Pc^2-Ln^{3+}Pc^{2-}]^-$  при добавлении гидразин-гидрата.

1. Martynov, A. G. Spectrophotometric study of the cation-induced dimerization of heteroleptic terbium (III) tetra-15-crown-5-bisphthalocyaninate / A. G. Martynov, A. V. Bykov, Yu. G. Gorbunova, A. Yu. Tsivadze // *Rus.Chem.Bull.* – 2018. – №12. – P. 2195-2200.

Автор благодарит Российский научный фонд за финансовую поддержку исследований (проект № 17-73-20017)

# КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ D-ЛЕЙЦИЛЗАМЕЩЕННОГО ТРИФЕНИЛПОРФИНА С КАТИОНОМ ЦИНКА В СЛОЯХ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА СУБФАЗА-ВОЗДУХ

Харитонов Н. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[kharitonovanadya@mail.ru](mailto:kharitonovanadya@mail.ru)

Научный руководитель: д. ф.-м. н., в.н.с. Майорова Л.А. (ИГХТУ)

Ранее было показано, что цинковые комплексы порфиринов с остатками аминокислот обладают более высокой способностью генерировать синглетный кислород, чем их безметалльные аналоги [1]. Обычно реакции комплексообразования порфиринов с солями металлов проводят в органических растворителях при высоких температурах. Задача данной работы - исследование возможности проведения реакции образования цинкового комплекса 5-[4'-(N-третбутилоксикарбонил-D-лейциламидо)-фенил]-10,15,20-трифенилпорфирина ((D-LeuPh)TPP, синтез Любимцева А.В.) на границе раздела субфаза-воздух при комнатной температуре.

Плавающие слои (D-LeuPh)TPP формировали на установке "KSV-NIMA" из раствора соединения в  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  ( $C=5 \cdot 10^{-5}\text{M}$ ) при скорости сжатия слоя  $v=2.2 \text{ см}^2 \cdot \text{мин}^{-1}$  и исходной степени покрытия поверхности  $c_{\text{face}} = 9.2\%$ . Для проведения реакции раствор (D-LeuPh)TPP в  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  наносили на поверхность водного раствора ацетата цинка. Структура слоев анализировалась в рамках модели наноструктурированного монослоя с помощью количественного метода анализа изотерм сжатия [2]. Показано, что структурной единицей плавающих слоев (D-LeuPh)TPP в области малых давлений (от 0 до 0.9 мН/м) на обеих субфазах являются двумерные нанонагрегаты с расположением молекул вдоль поверхности воды. Структура монослоев, сформированных на поверхности воды и на поверхности водного раствора ацетата цинка одинакова. Площадь, приходящаяся на молекулу в агрегате ( $A_{\text{mol}}$ ), составляет  $24 \text{ нм}^2$ , число молекул в агрегатах ( $n$ ) – 180. Монослои характеризуются большим диаметром сформированных нанонагрегатов (70-80 нм), очень низкой плотностью этих агрегатов ( $\rho_{\text{aggr}}=0.1$ ) и, соответственно, очень большим расстоянием между молекулами в агрегате (3.9 нм). Для сравнения, соответствующие диаметр, плотность и расстояния для ранее исследованных производных азапорфиринов составляют 10-13 нм, 0.8 и 0.3 нм [3]. Расстояние между агрегатами и количество воды между ними ( $W_{\text{inter-M-i}}$ , на одну молекулу) в начальной точке формирования стабильного монослоя, а также количество воды внутри агрегатов ( $W_{\text{in-M}}/A_{\text{mol}}$ ) составляют: 0.8 нм, 91% и  $0.5 \text{ нм}^2$ , соответственно. Текущие степени покрытия поверхности в начальной и конечной точках монослоя ( $c_{\text{i-face}}$  и  $c_{\text{f-face}}$ ) – 9.3% и 9.6%, соответственно. Сжимаемость монослоя низкая – 37 м/Н. Плотность слоя в начальной точке стабильного состояния, определяемая по степени покрытия поверхности агрегатами, очень высокая ( $c_{\text{aggr}}=98\%$ ).

Из сформированных монослоев были получены пленки Ленгмюра-Шефера (ЛШ). Показано, что спектр поглощения ЛШ пленки (D-LeuPh)TPP, отличается от спектра раствора (D-LeuPh)TPP в ДХМ батохромным сдвигом основных полос поглощения – Sore (на 4 нм) и Q (на 2-3 нм). Спектр ЛШ-пленки, полученный из слоев на поверхности раствора ацетата цинка, свидетельствует об образовании цинкового комплекса (D-LeuPh)TPP.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства высшего образования и науки РФ (4.1929.2018/4.6).*

1. Lyubimtsev, A. Synthesis and Photophysical Properties of Low Symmetrical Porphyrin-Amino Acid Conjugates and Their Zn Complexes / A. Lyubimtsev, A. Semeikin, N. Zheglova, V. Sheinin, O. Kulikova and S. Syrbu // *Macroheterocycles*. – 2018. – Vol. 11(1). – P. 1-8.
2. Майорова, Л.А. Управляемая самоорганизация азапорфиринов в 2D и 3D наноструктуры в ленгмюровских слоях и пленках Ленгмюра-Блуджетт, автореф. дис. док. ф.-м. наук. – 2012, 32 с.
3. Valkova, L.A. The influence of molecular structure and  $\pi$ -system extent on nano- and microstructure of Langmuir layers of copper azaporphyrins / L.A Valkova, A.S. Glibin, O.I. Koifman, V.V. Erokhin // *J. Porphyrins Phthalocyanines*. – 2011. – Vol. 15(9-10). – P. 1044-1051.

## АДСОРБЦИОННЫЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Хасанов Б.Р., Гусев Г.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Работа посвящена изучению физико-химических и адсорбционных свойств сорбентов искусственного и природного происхождения, загрязненных нефтепродуктами. Определены физико-химические параметры материалов (сорбционная емкость по нефтепродуктам, водопоглощение и влагосодержание, насыпная плотность), а также параметры, характеризующие сорбционные равновесия в поверхностных слоях (коэффициенты распределения, величины предельной адсорбции, константы Генри, изменения энергии Гиббса, адсорбционные коэффициенты и степени заполнения).

Полученные изотермы адсорбции для всех сорбентов имеют практически идентичный характер с ярко выраженным линейным участком в области низких концентраций нефтепродукта и соответствуют изотермам мономолекулярной адсорбции. Сорбционная емкость исследуемых сорбентов варьируется в диапазоне от 10 до 50 мг нефтепродуктов на 1 г сорбента. Максимальной сорбционной емкостью из исследуемых сорбентов обладает ОI-Ех Hard, относящийся к сорбентам силикатной группы и ОI-Ех 82, основой которого составляет полиуретан. Наименьшее влагосодержание характерно также для силикатных сорбентов и не превышает 0.5 % от их массы. Максимальное влагопоглощение характерно для сорбентов марок СОНЕТ Сорб и МГС сорб. Выявлено, что поверхность ОI-Ех Hard практически полностью заполнена нефтепродуктом, в то время как для шунгита поверхность будет заполнена лишь на 13 %. Показано, что наиболее эффективным для улавливания нефтепродуктов следует считать сорбент ОI-Ех Hard, для которого характерны максимально высокие значения адсорбционных параметров.

# ОКИСЛЕНИЕ ПОЛИГИДРОКСИБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА В ПРИСУТСТВИИ ЛАККАЗЫ *T. VERSICOLOR*

Хохлова А.Ю. , Гашникова А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[gashnikova.a@mail.ru](mailto:gashnikova.a@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., с. н. с. Гамов Г.А.

Лакказы (ЕС 1.10.3.2) является представителем большого семейства медь-зависимых оксидаз с низкой субстратной специфичностью. Способность лакказ катализировать окисление различных органических соединений (полифенолов, полиаминов и др.) позволяет использовать их для очистки сточных вод от производных фенола. Для очистки вод от гидроксибензойных кислот применяются УФ-облучение с обработкой реактивом Фентона (смесь  $H_2O_2$  и солей  $Fe(II)$ ), некоторые микроорганизмы и биокатализаторы. Использование относительно дешевого фермента для окисления гидроксибензойных кислот представляется рациональным.

Целью настоящей работы является исследование окисления 3,4-дигидроксибензойной и 3,4,5-тригидроксибензойной кислот кислородом воздуха в присутствии лакказы *T. versicolor* методом электронной спектроскопии поглощения. Определение молярных коэффициентов светопоглощения промежуточных и конечных продуктов, констант скорости и начальных скоростей окисления с использованием принципа максимального правдоподобия. Расчёт параметров уравнения Михаэлиса-Ментен. Выделение полимерных продуктов окисления, исследование их состава методами масс- и  $^{13}C$  ЯМР-спектроскопии.

Некоторые результаты исследования представлены на рисунке:

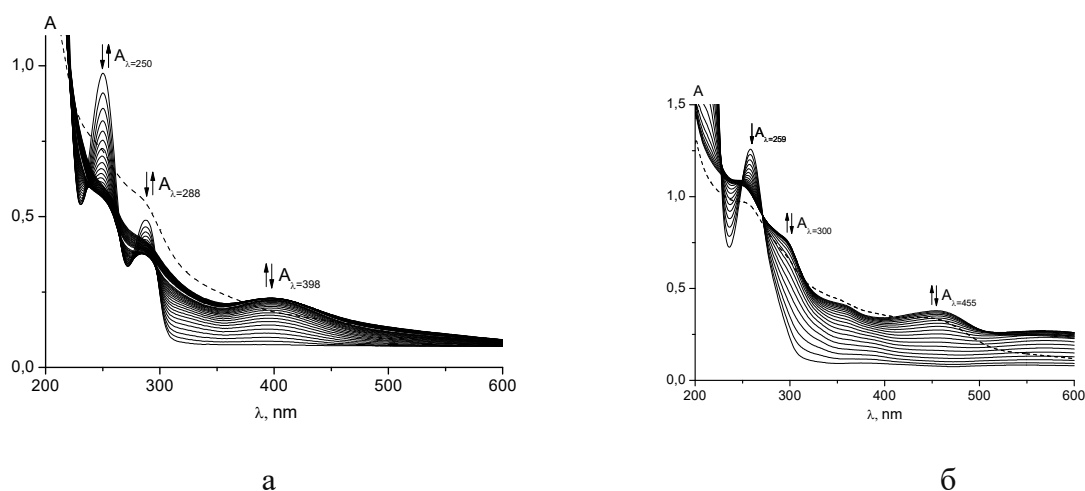


Рисунок. Изменения в электронных спектрах поглощения а) PCA ( $1.055 \cdot 10^{-4}$  моль/л); б) ГА ( $1.341 \cdot 10^{-4}$  моль/л) в присутствии лакказы *T. versicolor*. Задержка между двумя спектрами составляет 2 мин. Спектры, снятые спустя сутки после начала эксперимента, показаны пунктиром. Символы  $\uparrow\downarrow$  означают, что оптическая плотность при данной длине волны сначала увеличивалась, потом уменьшалась со временем, символы  $\downarrow\uparrow$  относятся к противоположной ситуации

Из рисунка можно видеть, что окисление гидроксибензойных кислот, вероятно, является двухстадийным процессом. Судя по всему, на первом этапе образуется хиноидная структура. Это предположение можно подтвердить тем, что образование хинонов характерно для полифенолов в присутствии лакказы. Другим доводом является факт, что производные фенолов, не способные к образованию хиноидной структуры (например, салициловая кислота, метилсалицилат, 4-гидроксибензойная и 2,4-дигидроксибензойная кислота) не окисляются в присутствии TvL.

# ТЕРМОДИНАМИКА РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ СОЛЕЙ ИНДИЯ(III) С БИС(ДИПИРРОМЕТЕНАМИ)

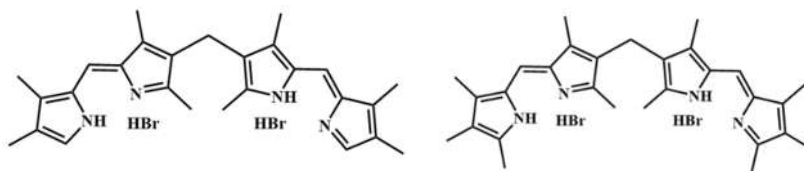
Цивилева Е.Н.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, [www.isc-ras.ru](http://www.isc-ras.ru)

Научный руководитель: к.х.н., с.н.с. Гусева Г.Б. (ИХР РАН)

*Бис*(дипиррометены) – это открытоцепные тетрадентатные N<sub>4</sub>-лиганды, которые способны образовывать с двух- и трехзарядными ионами ряда металлов внутримолекулярные моно-, би- и полиядерные координационные соединения. К настоящему времени получены представления о ключевых закономерностях реакций комплексообразования *бис*(дипиррометенов) с двухзарядными ионами *d*-металлов (Zn<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>), в то время как сведения о термодинамике реакций образования комплексов с трехзарядными ионами (In<sup>3+</sup>, Ga<sup>3+</sup>) весьма ограничены. В этой связи, с привлечением метода спектрофотометрического титрования были изучены реакции комплексообразования ацетата индия(III) с тетра-, окта- и декаметилзамещенными лигандами 3,3'-*бис*(дипиррометенов) в виде дигидробромидов (H<sub>2</sub>L<sup>1</sup>·2HBr, H<sub>2</sub>L<sup>2</sup>·2HBr, H<sub>2</sub>L<sup>3</sup>·2HBr соответственно) в среде *N,N*-диметилформамида при 298.15 К.



H<sub>2</sub>L<sup>1</sup>

H<sub>2</sub>L<sup>2</sup>

H<sub>2</sub>L<sup>3</sup>

Для обоснования возможного механизма процесса комплексообразования ацетата индия(III) с *бис*(дипиррометенами) было проведено квантово-химическое моделирование систем H<sub>2</sub>L–In(АсО)<sub>3</sub>–ДМФА и геометрических параметров молекулярной структуры продуктов реакции – гомолептических биядерных трехспиральных геликатов [In<sub>2</sub>L<sub>3</sub>].

В общем случае процесс комплексообразования сопровождается преобразованием характеристической полосы поглощения лиганда в полосу координационного соединения с батохромным сдвигом максимума (57–77 нм) и значительным гиперхромным эффектом за счет ауксохромного влияния катиона In<sup>3+</sup> на сопряженную π-систему *бис*(дипиррометенов) хромофоров. По результатам спектрофотометрического исследования и квантово-химического моделирования показано, что процессы комплексообразования 3,3'-*бис*(дипиррометенов) с ацетатом индия(III) в ДМФА включают последовательные стадии образования промежуточных моно- и биядерных гетеролигандных комплексных частиц составов [In(АсО)<sub>2</sub>HL], [(In(АсО)<sub>2</sub>)<sub>2</sub>L] и [(InАсО)<sub>2</sub>L<sub>2</sub>] и конечного наиболее устойчивого биядерного трехспирального геликата состава [In<sub>2</sub>L<sub>3</sub>]. Установлено, что влияние особенностей метилирования *бис*(дипиррометеновых) лигандов проявляется в значительном увеличении (в ~1.4–1.7 раз) значений lgK<sup>o</sup> для геликатов с незамещенными α-позициями терминальных пиррольных ядер лигандов по сравнению с полностью метилированным комплексом. Наблюдаемые невооруженным глазом колориметрические отклики реакций образования геликатов [In<sub>2</sub>L<sub>3</sub>] и высокие пределы детектирования ионов In<sup>3+</sup> ((2–7)·10<sup>-7</sup> моль/л) позволяют рекомендовать метилзамещенные *бис*(дипиррометены) H<sub>2</sub>L<sup>1–3</sup> в качестве новых высокочувствительных «naked eye» сенсоров для детектирования ионов In<sup>3+</sup> в органических средах.

# ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ РАСТВОРЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ КЛАССА АДАМАНТАНОВ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ СРЕДАХ

Чебрякова А. И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[annachebryakova@mail.ru](mailto:annachebryakova@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., Волкова Т.В. (ИХР РАН)

Болезнь Альцгеймера (БА), относящаяся к нейродегенеративным заболеваниям, является распространенной формой деменций в пожилом возрасте. Разработка лекарственных соединений для ее терапии служит первостепенной задачей фармацевтической химии. Сульфонамидная функциональная группа ( $-\text{SO}_2\text{NH}-$ ) часто используется в медицинской химии для создания лекарств с улучшенными фармакологическими характеристиками. В свою очередь, соединения на основе адамантана также находят широкое применение в фармацевтике. Лекарственные препараты мемантина включены в список жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств и рекомендованы для лечения болезни Альцгеймера. В этой связи, создание антиальцгеймеровских препаратов многоцелевой направленности на основе соединений, в структуре которых содержатся одновременно сульфонамидная группа и адамантановый/мемантиновый фрагмент, вызывает повышенный интерес благодаря их многофункциональным свойствам. Адамантановый фрагмент в структуре соединений придает им высокую липофильность и стабильность. Однако эти соединения плохо растворяются в воде, и поэтому задача улучшения растворимости для них является очень актуальной.

В данной работе проведено исследование шести производных адамантана и мемантина, а именно, изучена термодинамика процессов их растворимости в фармакологически значимых растворителях (буферном растворе pH 7.4, октанол и гексане) и распределения в системах несмешивающихся растворителей октанол/буфер pH 7.4 и гексан/буфер pH 7.4, а также установлена взаимосвязь структуры соединений с их физико-химическими свойствами и термодинамическими параметрами исследуемых процессов.

Результаты показали, что для всех соединений наблюдается следующая последовательность возрастания растворимости: буфер pH 7.4 < гексан < октанол. Причем, растворимость соединений в водной среде экстремально низка, что может служить препятствием их биодоступности в качестве лекарственных средств. С другой стороны, наблюдается высокая растворимость в октанол, исходя из которой, можно предположить удовлетворительную проницаемость через биологические мембраны. Принимая во внимание фармакологическое значение используемых растворителей, можно предположить, что, преодолевая гемато-энцефалический барьер, моделью которого может служить пара растворителей вода-гексан, вещества будут за счет неспецифических взаимодействий. В то же время, исходя из вероятностей протекания процессов растворения в воде и октанол, которые служат парой модельных растворителей для имитации прохождения через биологические барьеры кишечного эпителия, можно предположить трансклеточную проницаемость соединений путем пассивной диффузии через липофильные участки фосфолипидных мембран. Исследование процессов распределения в системе октанол/буфер pH 7.4 показало, что все вещества входят в оптимальный интервал липофильности  $\log D^{\text{окт/буф}} = 1 \div 3$ , который предполагает хорошую проницаемость через биологические мембраны. Наряду с этим, было рассчитано значение  $\Delta \log D$ . Наименьшее значение  $\Delta \log D$  характерно для производного мемантина с трифторметил-заместителем, а, значит, это соединение имеет максимальные среди других перспективы в плане преодоления гемато-энцефалического барьера (проникновения в мозг), что существенно, так как исследуемые соединения являются потенциальными нейропротекторами. Однако для всех соединений  $\Delta \log D$  не превышает 2, что в соответствии с известными представлениями свидетельствует о хороших перспективах в качестве кандидатов в препараты для терапии болезни Альцгеймера.



# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21-ТИА- И 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21-ОКСО-ПОРФИРИНОВ

Черепова Ю.А. , Иванова Ю. Б.

Ивановский государственный химико-технологический университет

julia.cherry37@mail.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Пуховская С. Г.

Порфирины - это наиболее перспективные для практического использования соединения среди множества макрогетероциклов, что обеспечивается за счет легкости химической модификации их структуры, возможности образования комплексов практически со всеми металлами периодической системы Д. И. Менделеева. Все это позволяет тонко регулировать физико-химические свойства соединений данного класса, и, следовательно, расширяет спектр областей их применения. Порфиновый макроцикл может быть преобразован двумя основными путями: 1) замещением атомов водорода в  $\beta$ - и мезо-положениях макроцикла, а также на внутрициклических атомах азота. Многообразие органических и неорганических групп, которые могут быть выбраны в качестве заместителей, дает возможность получения практически неограниченного числа собственно порфириновых структур и их металлокомплексов; 2) второй путь заключается в изменении самого макрокольца за счёт введения в него гетероатомов, гидрирования связей, а также расширения системы сопряжения за счет присоединения дополнительных карбо- или гетероциклов. Замена пиррольного азота(в) другими донорными атомами, такими как O, C, S, Se и Te приводит к появлению новых макроциклических систем – порфириноидов или гетерозамещённых порфиринов. Гетерозамещённые производные порфиринов (порфириноиды) обладают большим потенциалом в области химической сенсорики. С этой целью синтезированы макрогетероциклические соединения, содержащие в реакционном центре такие донорные атомы как O и S.

В настоящей работе представлены исследования спектральных свойств моногетерозамещённых порфиринов в сравнении с их структурным аналогом - тетрафенилпорфином.

Показано, что такие замещения оказывают большое влияние на электронную структуру макроцикла, тем самым изменяют физические и химические характеристики соединений при сохранении ароматического характера.

Впервые изучены особенности реакций комплексообразования 5,10,15,20-тетрафенил-21-тиа- и 5,10,15,20-тетрафенил-21-оксо-порфиринов с солями переходных металлов (Cu(II) и Zn(II)) в растворителях различной природы. Проведённые исследования, позволили установить взаимосвязь между строением и свойствами органических лигандов.

Установлено, что реакционная способность свободных оснований увеличивается в ряду: 5,10,15,20-тетрафенил-21-тиа-порфирин < 5,10,15,20-тетрафенилпорфин < 5,10,15,20-тетрафенил-21-оксо-порфирин

Таким образом, модификация порфиринового ядра приводит к соединениям с очень интересными свойствами, которые существенно отличаются от свойств классических порфиринов

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №19-03-00214-а).*

# ТЕРМОДИНАМИКА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ МЕДИ (II) С ИЗОНИКОТИНАМИДОМ И КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ РАВНОВЕСИЙ ЛИГАНДА В ВОДНО-органических РАСТВОРАХ

Чеснокова Н.А.

[nadin.chesnokova@gmail.com](mailto:nadin.chesnokova@gmail.com)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Гущина А.С.

Производные пиридина, а также их комплексы с ионами некоторых переходных металлов, принимают активное участие в биологических процессах. Изоникотинамид (ИНА, лиганд) – пиридин – 4-карбоксамид обладает противотуберкулёзными, жаропонижающими и антимикробактериальными свойствами, поэтому его изучение важно для фармацевтической промышленности. Растворитель является средой и участником процесса. Поэтому представляется интересным установить механизм воздействия растворителя на равновесие химических реакций.

Целью настоящей работы является изучение влияния водно – органических растворителей на термодинамические характеристики реакции протонирования и комплексообразования изоникотинамида с ионами меди (II).

Потенциометрическим методом были получены константы протонирования изоникотинамида и константы образования его комплексов с ионами меди (II) в водно – этанольных и водно – диметилсульфоксидных растворах при 298.15 К и ионной силе среды 0.25 (NaClO<sub>4</sub>). Обработка экспериментальных данных осуществлялась с помощью программы KEV [1].

Константы протонирования изоникотинамида, а также его структурного изомера – никотинамида и пиридина, уменьшаются с увеличением содержания органического компонента растворителя.

При увеличении содержания этанола и диметилсульфоксида в растворе наблюдается увеличение стабильности образующегося комплекса изоникотинамида [CuL]<sup>2+</sup>. Произведено сравнение полученных значений констант с данными для процессов комплексообразования пиридина и его производных. Устойчивость комплекса меди (II) с пиридином также увеличивается с ростом содержания органического соразтворителя. Минимальное значение константы устойчивости никотинамидного комплекса меди наблюдается при м.д. 0.5 (этанол). Зависимость констант устойчивости гидразидного комплекса меди имеет сложный характер: на фоне общего усиления устойчивости наблюдается незначительное изменение при первых добавках этанола.

Растворитель неодинаково влияет на производные пиридина, по – видимому, это связано с различиями в сольватном состоянии гетероатома. Полученные данные рассматриваются с позиций сольватационно - термодинамического подхода, основанного на анализе термодинамических характеристик сольватации всех участников химического равновесия.

Meshkov A.N., Gamov G.A. KEV: a free software for calculating the equilibrium composition and determining the equilibrium constants using UV-Vis and potentiometric data / A.N. Meshkov // *Talanta*. – 2019. - Vol.198. - P.200-205.

# ВВЕДЕНИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ ФРАГМЕНТОВ В МЕЗО-ПОЛОЖЕНИЕ ПОРФИРИНОВ

Шагалов Е.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

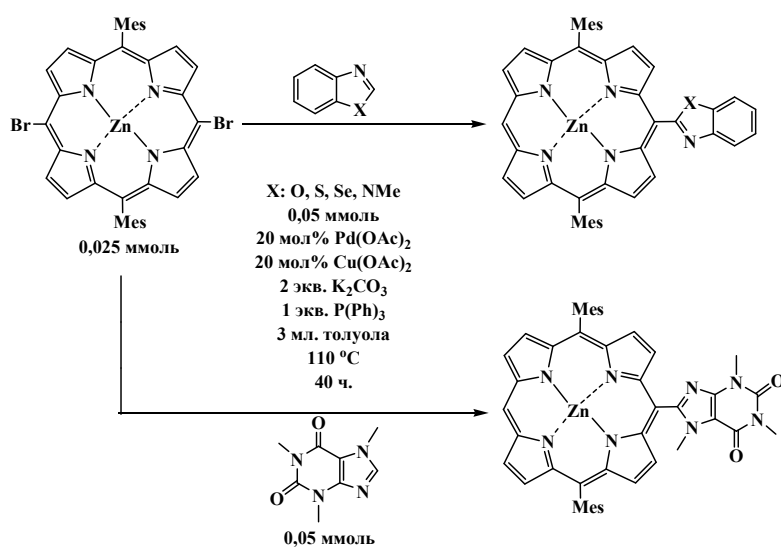
shagalov.1997@mail.ru

Научные руководители: к.х.н., ст.н.с. Горнухина О.В. (ИГХТУ)

к.х.н., ст.преп. Киселёв А.Н. (ИГХТУ)

Порфириновые молекулы являются идеальными блоками для построения надмолекулярных структур, которые могут использоваться в качестве оптических переключателей, материалов обладающих нелинейными оптическими свойствами, фото- и электропроводимостью. Поэтому введение в  $\beta$ - и мезо-положения порфиринового макроцикла различных гетероциклических заместителей имеет важное значение для исследований в области биомиметики и химии материалов [1, 2]. Известно, что синтез порфиринов с гетероциклическими заместителями основан на конденсации гетероциклических альдегидов, которые зачастую труднодоступны, либо дают небольшой выход конечного макрогетероцикла. Прорывом в получении таких порфиринов стали реакции кросс-сочетания [3]. В связи с этим, перспективной оказалась реакция С-Н-функционализации катализируемая комплексами переходных металлов [4].

Целью настоящей работы является синтез ряда мезо-гетероциклзамещённых порфиринов с использованием реакции С-Н-функционализации катализируемой комплексами переходных металлов.



1. Takahashi, R. Hexameric macroring of gable-porphyrins as a light-harvesting antenna mimic / R. Takahashi, Y. Kobuke // J. Am. Chem. Soc. – 2003. – V. 125. – P. 2372-2373.
2. Lindsey, J. S. Synthesis of meso-Substituted Porphyrins / J. S. Lindsey // The Porphyrin Handbook; eds. K. M. Kadish, K. M. Smith, R. Guilard. - San Diego: Academic Press, 2000. – Vol. 1. – P. 45-118.
3. Beletskaya, I. P. Survey of Synthetic Routes for Synthesis and Substitution in Porphyrins / I. P. Beletskaya, V. S. Turin, A. Uglov, C. Stern, R. Guilard // The Handbook of Porphyrin Science; eds. K. M. Kadish, K. M. Smith, R. Guilard. – Singapore: World Scientific Publishing, 2012. - Vol. 23. Chap. 81. – P. 5–258.
4. Kiselev, A. N. Direct catalytic arylation of heteroarenes with meso-bromophenylsubstituted porphyrins / A. N. Kiselev, O. K. Grigorova, A. D. Averin, S. A. Syrbu, O. I. Koifman, I. P. Beletskaya // Beilstein J. Org. Chem. – 2017. – Vol. 13. – P. 1524–1532.

Исследование проведено в рамках выполнения государственного задания проект № 4.7305.2017/8.9 и с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКСОФОСФОРИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДИПИРРИНОВ С РАЗЛИЧНЫМ КООРДИНАЦИОННЫМ ОКРУЖЕНИЕМ МЕТОДАМИ КВАНТОВОЙ ХИМИИ

Шагурин А.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[Shagurin.A.Y@gmail.com](mailto:Shagurin.A.Y@gmail.com)

Научные руководители: к. х. н., проректор по научной работе,  
Марфин Ю.С., м.н.с. Усольцев С.Д.

Люминесцентные вещества представляют большой интерес для современной науки и техники. Они могут быть использованы для генерации синглетного кислорода, визуализации при исследованиях биологических систем и т.д. Флуорофоры, пригодные для применения в медицине и биологии, должны отличаться высокой растворимостью и высоким квантовым выходом флуоресценции в полярных растворителях.

Один из наиболее перспективных новых классов соединений в данной научной области - оксофосфорильные комплексы дипирролилметена (PODIPY). Хорошая растворимость в полярных и неполярных растворителях сочетается в этих соединениях с узкими полосами поглощения и испускания и широким потенциалом синтетической и постсинтетической функционализации за счёт подвижной  $\pi$ -электронной системы дипирринового остова.

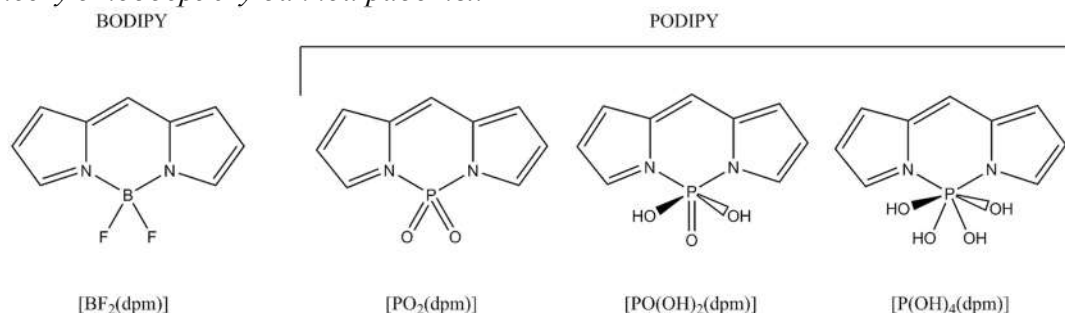
Ввиду малого количества доступных литературных данных, описывающих этот класс соединений, направленный их синтез представляется на данный момент затруднительным. Вариация координационного окружения фосфора, обнаруживаемая у фталоцианинов, корролазинов и других полидентатных объёмных лигандов, для PODIPY ранее не исследовалась.

Таким образом, целью настоящей работы является изучение спектральных свойств незамещённых дипирринатов фосфора с различным числом неорганических лигандов методами квантовой химии. В рассмотрение были включены структуры, аналогичные таковыми для фталоцианинов фосфора и других подобных соединений.

Для описания спектральных характеристик были применены методы Теории Функционала Плотности (ТФП, англ. DFT). В ходе работы были получены энергии вертикальных возбуждений и теоретические точки пересечения спектров поглощения и испускания. Дополнительно получены вибрационно-разрешённые спектры поглощения и флуоресценции всех исследованных молекул. Проведено сравнение полученных данных с литературой, а также с аналогичными расчетами для борфторидного комплекса дипиррина (BODIPY).

В работе показана близость структурных и спектральных параметров незамещённых BODIPY и PODIPY. Выдвинута возможность рассмотрения дипиррината гексакоординированного фосфора как одной из вероятных форм существования PODIPY в растворе.

Авторы благодарят РФФ (Грант № 17-73-10408), а также МСЦ РАН за финансовую и техническую поддержку данной работы.



# ФОСФОРИЛЗАМЕЩЁННЫЕ ПОРФИРИНЫ: СИНТЕЗ И КООРДИНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Шарапов М.Ф.

Ивановский государственный химико-технологический университет

mars.sharapov@mail.ru

Научные руководители: к.х.н., ст.н.с. Горнухина О.В. (ИГХТУ)

к.х.н., ст.преп. Киселёв А.Н. (ИГХТУ)

В настоящее время в химии фосфорорганических соединений наблюдается интерес к катализируемому переходными металлами C-H-фосфорилированию и радикальному ароматическому фосфорилированию, которые обеспечивают прямой и атом-экономичный подход к P-замещённым аренам [1].

Формирование связи фосфор-углерод в условиях каталитического действия переходных металлов сегодня рассматривается как перспективная методология получения различных фосфорорганических соединений, таких, как фосфины, фосфонаты, фосфинаты, фосфиноксиды, и т.д. Некоторые из них широко применяются в органическом синтезе, медицинской химии, многие проявляют высокую биологическую активность, используются в химии материалов или в качестве универсальных лигандов в разных каталитических реакциях.

В связи с этим целью нашей работы является синтез некоторых фосфорилзамещённых порфиринов - ([2-(диалкоксифосфорил)]-5,10,15,20-тетрафенилпорфиринато)кобальта (III) диалкоксифосфита и (5-[2-(ди-н-бутоксифосфорил)]-2,3,7,8,12,13,17,18-октаэтилпорфиринато)кобальта (III) ди-н-бутоксифосфита и исследование их координационных свойств в реакциях комплексообразования с солями 3d-металлов в протоно-донорных средах и диссоциации, полученных металлокомплексов.

В результате исследований выявлены зависимости влияния природы металла и растворителя на кинетические параметры комплексообразования. Так скорость реакции комплексообразования в среде уксусной кислоты растет в ряду  $Co < Zn < Cu$ , в пиридине наблюдается обратная картина. Исходя из полученных данных, можно сказать, что расположение и длина фосфорильных заместителей не оказывает существенного значения на кинетические параметры комплексообразования.

Исследования диссоциации ([2-(дибутоксифосфорил)]-5,10,15,20-тетрафенилпорфиринато)кобальта (III) дибутоксифосфита, показали, что диссоциация до свободного лиганда проходит только в довольно жёстких условиях (в среде уксусной кислоты) с добавлением 1,6 об.-% серной кислоты и при высоких температурах, что свидетельствует о высокой устойчивости данного металлокомплекса.

1. Budnikova, Yu. N., Sinyashin O. G. Phosphorylation of C–H bonds of aromatic compounds using metals and metal complexes / Yu. N. Budnikova, O. G. Sinyashin // *Russ. Chem. Rev.* – 2015. – Vol. 84. – P. 917–951.

*Исследование проведено в рамках выполнения государственного задания проект № 4.7305.2017/8.9 и с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ И МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА ФОТОНИКУ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И BODIPY КРАСИТЕЛЕЙ

Шерудилло А.С.<sup>1,2</sup>, Березин М.Б.<sup>1</sup>, Дышин А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Иваново, Россия*

<sup>2</sup> *Ивановский государственный химико-технологический университет,*

*Иваново, Россия*

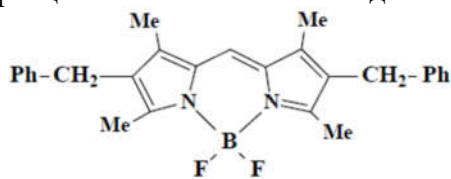
*E-mail: [artsherudillo@gmail.com](mailto:artsherudillo@gmail.com)*

Научный руководитель: к. х. н., Антина Л.А. (ИХР РАН)

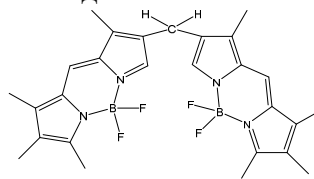
В настоящее время борфторидные комплексы дипирролилметенов (BODIPY) являются одними из наиболее перспективных люминофоров для практического применения в различных высокотехнологичных оптических устройствах: для создания устройств лазерной техники, ограничителей лазерного излучения, температурных датчиков, а также в биохимии и медицине в качестве флуоресцентных меток и маркеров биомолекул, фотосенсибилизаторов и др. Однослойные углеродные нанотрубки (ОУНТ) применяются в производстве композитных материалов, усилителей и генераторов сотовой связи, основ для катализаторов, ИК-светодиодов, элементов памяти, аккумуляторов водорода, сенсоров и в других областях промышленности.

Цель работы заключалась в исследовании влияния структурных факторов и межмолекулярных взаимодействий на фотонику люминофоров на основе ОУНТ и BODIPY красителей в растворах

В работе использовались синтезированные в ИХР РАН структурно-модифицированные моно и бис производные комплексы BODIPY. Выбор этих комплексов связан с различием их структур, флуоресцентных свойств и исходя из этого возможных взаимодействий с ОУНТ.



(1)



(2)

Структурные формулы исследуемых комплексов PhCH<sub>2</sub>-(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>-BODIPY (1) и 3,3-bis(BODIPY) (2).

Для приготовления растворов, содержащих комплексы BODIPY-красителей и ОУНТ, были использованы предварительно полученные устойчивые суспензии, имеющие высокую концентрацию индивидуальных диспергированных нанотрубок с различными растворителями: этанол с добавками хлорной кислоты в качестве ПАВ и диметилацетамид (ДМАА). Проанализированы спектральные изменения в растворах комплексов BODIPY в этаноле и ДМАА, вызванные добавками суспензии ОУНТ различного объема. В докладе обсуждаются возможность получения новых люминофорных материалов с расширенным от видимой до ИК-области диапазоном спектра поглощения и испускания за счет фотоники функционализированных BODIPY-красителей и однослойных углеродных нанотрубок.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 18-29-06008\_мк)

# СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕЗО-ЗАМЕЩЕННЫХ BODIPY И ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ

Шипалова М.В., Бобров А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

mariashipalova@mail.ru

Научный руководитель: к.х.н., доцент КНХ Марфин Ю.С.

В настоящее время ведутся интенсивные разработки люминесцентных сенсоров, отличительной особенностью которых является высокая чувствительность и селективность. Перспективными флуоресцентными сенсорами является класс олигопирролов, а именно, борфторидные комплексы дипирринов (BODIPY) [1-3]. Модификация молекулярной структуры BODIPY обуславливает разнообразие физико-химических свойств данных соединений. BODIPY обладают интенсивной флуоресценцией в видимой области и фотостабильностью. В связи с упомянутым выше, модификация структуры BODIPY путем введения функционально-активных заместителей, позволяющих добиться аналитического отклика на определенные частицы и исследование свойств полученных соединений в растворах и составе полимерных материалов чрезвычайно перспективны.

В работе впервые были изучены 5 комплексов BODIPY, отличающихся заместителем в *мезо*-положении и проанализированы их свойства. Были исследованы возможности применения соединений и материалов на их основе в качестве флуоресцентных молекулярных сенсоров кислотности и сольватного окружения.

В данной работе представлены результаты исследований фотофизических характеристик ряда BODIPY-флуорофоров, содержащих донорные атомы азота и кислорода в составе *мезо*-заместителей. Получены спектральные характеристики BODIPY-флуорофоров как в индивидуальных растворителях различной природы, так и в смешанных - в смеси этанол-вода (1:1) в условиях варьирования pH среды. Показано, что все исследуемые красители дают отклик на изменение pH в растворе. Так же были получены и исследованы гибридные материалы на основе матриц оксида кремния, его органо-модифицированных аналогов и полиметилметакрилата, содержащие в своем составе бордипирриновые люминофоры, в качестве сенсора на pH-среды и сенсора на изменение сольватного окружения. Получены гибридные материалы на основе целлюлозы, допированные *мезо*-пиренил замещенным BODIPY люминофором. Определено влияние паров ацетона на изменение спектральных характеристик люминофора в матрице на основе этилцеллюлозы, а так же определена концентрация данного флуорофора в полученном материале.

Детально результаты проведенного исследования будут представлены в докладе.

Список литературы

1. Loudet A. BODIPY dyes and their derivatives: syntheses and spectroscopic properties / A. Loudet, K. Burgess // Chem. Rev. – 2007. – Vol.107. – P.4891-4932.
2. Radunz S. Broad range ON/OFF pH sensors based on pKa tunable fluorescent BODIPYs / S. Radunz, H. Tschiche, D. Moldenhauer // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2017. – Т. 251. – С. 490-494.
3. Ksenofontov A.A. et al. Zinc(II) bis(dipyrrromethenate)-doped ethyl cellulose sensors for ethanol vapor fluorescence detection / A. A.Ksenofontov, S.A.Stupikova, G.B.Guseva, E.V.Antinaa, A.I.Vyugina // Sensors Actuators B Chem. Elsevier. – 2018. Vol. – 277. – P. 462–466.

# АГРЕГАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЗАМЕЩЕННОГО ФЕНИЛПИРРОЛИДОНА НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ВОДА-ВОЗДУХ

Шумилова И.А., Харитоновна Н.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[ira\\_shumilova97@mail.ru](mailto:ira_shumilova97@mail.ru)

Научный руководитель: в.н.с., д.ф.-м.н. Майорова Л.А. (ИГХТУ)

В последние годы значительный интерес вызывают исследования, направленные на замену натуральных аминокислот в пептидах на непротеиногенные аналоги с целью получить новые лекарственные средства, проявляющие лучшее связывание со специфическими рецепторами и более сильное ингибирование. Замещенные фенилпирролидоны и соединения на их основе широко исследуются с целью применения в медицине, в био- и нанотехнологиях [1].

Задачи данной работы – исследование возможности и условий формирования наноагрегатов третбутилового эфира 1-(1-(4-метоксифенил)этил)-5-оксопирролидин-3-карбоновой кислоты на границе раздела вода-воздух. Плавающие слои формировали на установке «КСW-NIMA» из раствора соединения в дихлорметане ( $C=9.39 \cdot 10^{-5}$  М) при скорости сжатия слоя  $v=2.2$  см<sup>2</sup>·мин<sup>-1</sup>. Структура слоев анализировалась в рамках модели наноструктурированного монослоя с помощью

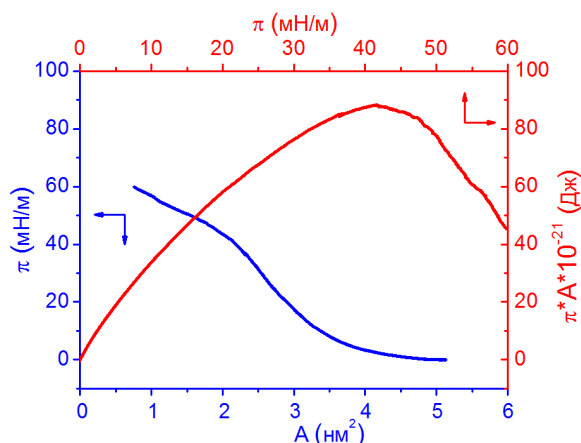


Рис.1.  $\pi$ -A и  $\pi A$ - $\pi$  Изотермы исследуемого соединения ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $C=9.39 \cdot 10^{-5}$  М,  $c_{\text{face}}=15\%$ )

количественного метода анализа изотерм сжатия [2,3]. Установлено, что на поверхности воды при исходной степени покрытия поверхности  $c_{\text{face}}=15\%$  в области малых давлений (от 0 до 1.0 мН/м) соединение формирует стабильные монослои с расположением молекул в агрегатах вдоль поверхности воды (рис.1.). Площадь, приходящаяся на молекулу в агрегате ( $A_{\text{mol}}$ ) составляет 4.6 нм<sup>2</sup>, число молекул в агрегатах ( $n$ ) – 276. М-наноагрегаты характеризуются большим размером (диаметр агрегатов – 40 нм, площадь агрегата – 1272 нм<sup>2</sup>) и относительно низкой плотностью (0.17). Расстояние между молекулами в агрегатах в среднем составляет 1.43 нм, расстояние между агрегатами в начальной точке формирования стабильного монослоя – 1.25 нм. Количество воды внутри агрегатов ( $w_{\text{in-M}}/A_{\text{mol}}$ ) и между ними (на одну молекулу) в начальной точке формирования стабильного монослоя ( $w_{\text{inter-M-I}}$ ) составляет 83% и 0.29 нм, соответственно. Текущие степени покрытия поверхности в начальной и конечной точках формирования стабильного монослоя ( $c_{\text{i-face}}$  и  $c_{\text{f-face}}$ ) – 16% и 17%, соответственно. Сжимаемость монослоя – 83 мН/м. Плотность слоя в начальной точке стабильного состояния, определяемая по степени покрытия поверхности агрегатами, очень высокая ( $c_{\text{aggr}}=94\%$ )

*Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (4.1929.2018/4.6).*

1. Martelli, G. Analogues of nucleosides: synthesis of chiral pyrrolidin-2-ones or pyrrolidines-bearing nucleobases /Martelli G., Monsignor A., Orena M., Rinaldi S. // *Monatsh Chem*/ –2014. – Vol. 145(8). – P. 1357–1364.
2. Maiorova L.A. Controlled self-assembly of azaporphyrins in 2D-and 3D-nanostructures in Langmuir layers and Langmuir - Blodgett films: D.Sc. Diss., Ivanovo, 2012, 382 p.
3. Valkova L.A., Betrencourt C., Hochapfel A. Et al. Aggregation behavior of unsubstituted magnesium porphyrazine in monolayers at air–water interface and in Langmuir–Schaefer films / L.A.Valkova, C.Betrencourt, A. Hochapfel Et al // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* – 1996. – №287. – С. 269-273.



## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЯ 2,3-ДИЦИАНО-1ФЕНИЛ-ДИАЗАБОРОЛИНА

Яковенко П.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

aurum270499@gmail.com

Научный руководитель к.х.н. Хамдуш М., д.х.н. Стужин П. А. (ИГХТУ).

Тетрапиррольные макрогетероциклические соединения являются предметом интенсивных исследований в современной координационной и органической химии. Научный и практический интерес к ним обусловлен тем, что их природные представители порфирины (гемоглобины, хлорофиллы, цитохромы) - распространенные пигменты в природе. Их самые доступные синтетические аналоги - фталоцианины – используются в качестве пигментов, красителей, материалов для органической электроники, и в др. областях. В последнее время активно исследуются гетероциклические аналоги фталоцианинов, содержащие ароматические гетероциклы вместо бензольных колец. Динитрильные предшественники для таких порфиразинов легко получить на основе диаминалеонитрила. Так из ДАМН легко получают дикарбонитрилы с 6-членным пиразиновым циклом, 5-членным имидазольным, триазольным, 1,2,5-халькогенадиазольным. В настоящей работе вы впервые получили динитрил, содержащий в гетероцикле атом бора.

При взаимодействии фенилборной кислоты с диаминалеонитрилом был получен 1-фенил-диазабороллин-2,3-дикарбонитрил. Новое соединение было охарактеризовано методами ИК,  $^1\text{H}$ ,  $^{11}\text{B}$ ,  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектроскопии и изучено методом циклической вольтамперометрии.

В докладе также представлены результаты его исследования в реакциях макроциклизации.

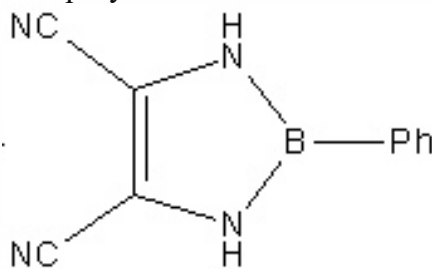


Рисунок 5

2,3-дициано-1фенил-диазабороллин

Секция «Фундаментальные проблемы и практические приложения математических наук»

# КРАЕВАЯ ЗАДАЧА. МЕТОД СТРЕЛЬБЫ

Бабурина Е. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[ekaterina25072000@bk.ru](mailto:ekaterina25072000@bk.ru)

Научный руководитель: к. ф.-м. н. Кокурина Г.Н.

При исследовании многих прикладных и теоретических задач современной науки и при инженерных расчетах часто требуется разыскивать решение дифференциальных уравнений, удовлетворяющее заданным краевым условиям.

Наиболее распространенные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений можно разделить на три группы: методы сведения к задаче Коши; конечно – разностные методы; проекционные и вариационные методы.

В нашей работе рассматриваются методы сведения краевой задачи к задаче Коши и алгоритмы их реализации на ПК.

Предполагается, что рассматриваемые задачи имеют единственное решение, непрерывно зависящее от входных данных. Следует, однако, отметить, что даже корректно поставленная задача может быть неустойчивой при численном решении, т.е. малые ошибки при вводе данных и неизбежные ошибки округления могут привести к большой погрешности результата. Метод стрельбы рассматривается для нормальных систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Будем рассматривать двухточечную краевую задачу для нормальной системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ):

$$\begin{cases} \bar{u}' = \bar{F}(x, \bar{u}), \\ \bar{G}(\bar{u}(a)) = 0, \\ \bar{D}(\bar{u}) = 0, \\ a \leq x \leq b, \end{cases}$$

где  $u, F$  – вектор–функции размерности  $m$ ,

$G$  – вектор размерности  $k$ , зависящий от значений компонент решения  $u(x)$  в точке  $x=a$ ,

$D$  – вектор размерности  $(m-k)$ , зависящий от значений компонент  $u(x)$  в точке  $x=b$ .

Метод стрельбы состоит в сведении описанной краевой задачи к задаче Коши, для решения которой существует много приближенных методов, позволяющих получать результат с гарантированной точностью. Такое сведение состоит в отыскании значений  $p_1, p_2, \dots, p_m$ , при которых решение  $\bar{u}(x, p_1, p_2, \dots, p_m)$  задачи Коши

$$\begin{cases} u_i' = F_i(x, u_1, \dots, u_m), \\ u_i(a) = p_i, \\ i=1, \dots, m, \quad a \leq x \leq b. \end{cases}$$

совпадает с решением краевой задачи.

Очевидно, при таких значениях  $p_1, p_2, \dots, p_m$  должны выполняться краевые условия:

$$\begin{aligned} \bar{G}(\bar{u}(a, p_1, \dots, p_m)) &= 0, \\ \bar{D}(\bar{u}(b, p_1, \dots, p_m)) &= 0. \end{aligned}$$

Решение начинается с определения уравнений "сшивания" [1].

Численное решение таких уравнений разыскивается обычно методом Ньютона.

Для общего случая найти решение поставленных задач не всегда легко.

Для линейной краевой задачи уравнения сшивания будут также линейными. Нами рассмотрен способ построения уравнений «склеивания», пригодный для линейных задач.

Библиографические ссылки:

1. Моршнева, И. В. Численное решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод стрельбы / И.В. Моршнева, С. Н. Овчинникова. Методические указания. Ростов–на–Дону, УПЛ РГУ, 2003г. 29 с.

# ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Балашов Е.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

(egorka2001@outlook.com)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Буров А.В. (ИГХТУ)

Широким классом задач, возникающих в химии, физике и других областях знаний, являются обратные задачи математической физики. Они состоят в определении количественных характеристик изучаемого объекта по результатам их экспериментальных измерений. В работе рассмотрена одна из таких задач, состоящая в изучении механизмов химических реакций для определения реакционной способности веществ (т.е. для вычисления констант скорости реакций). Для этого необходимо, во-первых, экспериментально исследовать реакцию, во-вторых, составить её математическую модель, решение которой позволит по имеющимся экспериментальным данным определять неизвестные константы скоростей. В качестве примера решения такой задачи была рассмотрена простейшая кинетическая реакция, проходящая по одному маршруту:  $X_1 \rightarrow X_2$ , изменение концентрации  $C$  вещества  $X_1$  в которой описывается дифференциальным уравнением:

$$\begin{cases} \frac{dC}{dt} = -kC; \\ C(0) = C_0. \end{cases} \quad (1)$$

Решением его является функция вида  $C = C_0 e^{-kt}$ . Измеряя концентрации вещества  $C$  в различные моменты времени неизвестную константу скорости можно определить путём минимизации квадратичной функции (МНК):  $F(k) = \sum_{i=1}^n (C_i - C_0 e^{-kt})^2$ , которая всегда имеет единственный глобальный минимум. Если аналитическое решение прологарифмировать и минимизировать функцию вида

$$F(k) = \sum_{i=1}^n (\ln(C_i) - \ln(C_0) + kt_i)^2, \quad (2)$$

то минимум можно найти, аналитически приравняв производную к нулю и выразив константу скорости:

$$k = \frac{\ln(C_0) \sum_{i=1}^n t_i - \sum_{i=1}^n \ln(C_i) t_i}{\sum_{i=1}^n t_i^2}.$$

Формула даёт точное значение  $k$ , если концентрации  $C$  определить из аналитического решения уравнения (1) при заданной константе скорости. Для более сложных процессов вид решения дифференциальных уравнений или их систем неизвестен, поэтому значения минимизируемой функции приходится получать численно, изменяя искомую константу скорости в определённом диапазоне. Для минимизации квадратичной функции используются методы одномерной (а в случае нескольких маршрутов – многомерной) оптимизации. Выбор конкретного метода обусловлен уменьшением количества численных решений кинетической модели.

Для апробации описанного подхода в работе были вычислены концентрации вещества  $X_1$  при  $C_0 = 1$  и  $k = 1$  с использованием точного решения уравнения (1). Эти концентрации использовались в качестве экспериментальных для определения константы скорости описанным алгоритмом. Для численного решения дифференциального уравнения (1) использовался метод Эйлера при различных  $k$  в диапазоне  $0,5 \leq k \leq 2$ , содержащем точное значение искомой константы скорости. Для минимизации квадратичной функции (2) применялись методы сканирования и локализации; последний уменьшает количество необходимых решений уравнения (1). Расчёты показали, что данный метод позволяет оценить искомую константу скорости с погрешностью, которая объясняется накапливающейся погрешностью используемого для решения уравнения (1) метода Эйлера.

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОКУСЫ

Власова Н.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

vlasovanatalia78@gmail.com

Научный руководитель: к. т. н., доцент Лысова М.А.

Математические головоломки крайне редко используются в преподавании математики, а ведь каждый из нас когда-нибудь встречался с головоломками по отгадыванию или загадыванию чисел. Арифметические фокусы – это демонстрирование математических правил в изящном, занимательном виде. Наше исследование поможет привлечь внимание к головоломкам известного писателя-математики Н.Я. Перельман и Ф.Ф. Нагибина.

Фокус **«Зачеркнутая цифра»**, размещен в книге Я.И. Перельмана «Живая математика» [1]. Загадаем любое многозначное число и найдем сумму всех цифр входящих в запись этого числа, например  $864=8+6+4=18$ . Далее вычитаем из загаданного числа результат получившейся суммы, то есть  $864-18=846$ . Вычеркиваем любую цифру, получившейся разности, и оставшиеся цифры оглашаем. Нам удастся немедленно разгадать зачеркнутую цифру, даже не видя, что происходило с числом во время фокуса.

В чем же хитрость? Как у нас получится это сделать? Так вот, подыскиваем цифру, которая вместе с оглашенными цифрами в сумме дает ближайшее число, делящееся на 9. Предположим, что нам известны 8 и 4 ( $8+4=12$ ), до 18 (числа делящегося на 9) не хватает 6, значит, оглашаем: «Вычеркнутым числом является – 6». Если нам сообщили 6 и 4, которые в сумме дают 10, то нам до 18, не хватает 8. Так получается, потому что если от какого-либо числа отнять сумму его цифр, то останется число, делящееся на 9 без остатка, иначе говоря такое, сумма цифр которого делится на 9. В самом деле, пусть в задуманном числе  $a$  – цифра сотен,  $b$  – цифра десятков,  $c$  – цифра единиц. Значит всего в этом числе единиц  $100a+10b+c$ . Отнимая от этого числа сумму цифр  $(a+b+c)$ , получим:  $100a+10b+c - (a+b+c)=99a+9b=9(11a+b)$ , т. е. число, делящееся на 9. При выполнении фокуса может случиться, что сумма сообщенных вам цифр сама делится на 9, например 4 и 5. Это показывает, что зачеркнутая цифра либо 0, либо 9. Тогда мы должны ответить: 0 или 9.

Фокус **«Угадать задуманный день недели»** [2]. Пронумеруем все дни недели: понедельник – первый, вторник – второй и т. д. Задумаем любой день недели. Прodelываем следующие действия: умножаем номер задуманного дня на 2, к произведению прибавляем 5, полученную сумму умножаем на 5, к полученному числу приписываем в конце 0, результат сообщаем. Из этого числа вычитаем 250 и число сотен будет номером задуманного дня.

Разгадка фокуса: допустим, задуман четверг, то есть 4 день. Выполним действия:  $((4 \times 2 + 5) * 5) * 10 = 650$ ,  $650 - 250 = 400$ . Математическую сущность фокуса найдем при помощи уравнения. Пусть  $x$  – задуманный день недели:  $((x * 2 + 5) * 5) * 10 - 250 = 100x$ ;  $(2x + 5) * 5 * 10 - 250 = 100x$ ;  $(10x + 25) * 10 - 250 = 100x$ ;  $100x + 250 - 100x = 250$ ;  $250 = 250$ .

Целью нашего исследования было изучение арифметических фокусов в книгах И.Я.Перельмана и Ф.Ф. Нагибина. Среди большого количества различных головоломок нами выделен особый вид – арифметические фокусы, то есть задания, в которых главной задачей является отгадывание чисел. В нашей работе мы рассмотрели две задачи: «Зачеркнутая цифра» и «Угадать задуманный день недели». В них необходимо было разгадать завуалированные числа, нам удалось разгадать секрет фокуса и объяснить его математическую сущность.

1. Перельман Я.И. Живая математика. – М.: ИД Мещерякова, 2016. – 240 с.
2. Нагибин Ф.Ф., Канин Е.С. Математическая шкатулка. – М.: Просвещение, 1984.

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ

Горочная Е. И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

ekaterina\_gorochnaya@mail.ru

Научный руководитель: к. ф.-м. н. Кокурина Г. Н.

Курс высшей математики для будущих инженеров техносферной безопасности не предусматривает подробного изложения применения теории дифференциальных уравнений к специальным предметам, таким как «Теория горения и взрыва». Между тем для будущей профессии этот раздел может быть очень полезен. В нашей работе затронуты математические основы процесса горения.

Горение – сложный физико-химический процесс превращения компонентов горючей смеси в продукты сгорания с выделением теплового излучения, света и лучистой энергии.

Если реакция протекает последовательно через несколько гомогенных или гетерогенных элементарных стадий, то суммарная скорость всего процесса определяется самой медленной его частью, а молекулярность заменяется порядком реакции – формальным показателем при концентрации реагирующих веществ. Молекулярность реакции – это минимальное число молекул, участвующих в элементарном химическом процессе. По молекулярности элементарные химические реакции делятся на: молекулярные ( $A \rightarrow$ ) и бимолекулярные ( $A + B \rightarrow$ ); тримолекулярные реакции встречаются чрезвычайно редко. Поэтому весь процесс в целом лучше характеризует порядок реакции. При избытке одного из компонентов элементарной реакции  $A + B$  ( $A \gg B$ ) скорость реакции будет практически зависеть от изменения концентрации вещества  $B$

( $A = const$ ), поэтому порядок бимолекулярной реакции понижается до первого. Аналогично тому, что скорость реакции может характеризоваться по любому веществу, участвующему в реакции, для реакции  $aA + bB \rightarrow$  кинетические уравнения по веществу  $A$  и веществу  $B$  выглядят соответственно

$$V_A = kC_a^x \text{ и } V_A = kC_b^y,$$

$$\text{а общее кинетическое уравнение } V_A = kC_a^x kC_b^y = kC^z,$$

$$z = x + y - \text{общий порядок реакции.}$$

Кинетическое уравнение в дифференциальной форме для разных исходных реагентов имеет вид:

$$-\frac{dc}{d\tau} = kC^2$$

Разделение переменных и интегрирование в пределах от нуля до  $\tau$  дает приведенные в таблице уравнения для реакций первого, второго и третьего порядков.

Порядок реакции $Z$	Кинетическое уравнение, размерность	Период полупревращения, $\tau$
1	$k_1 = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C_\tau}, c^{-1}$	$\tau_{1/2} = \frac{0,693}{k_1}, c^{-1}$
2	$k_2 = \frac{1}{\tau} \left( \frac{1}{C_\tau} - \frac{1}{C_0} \right), \text{л} \cdot \text{моль} \cdot c^{-1}$	$\tau_{1/2} = \frac{1}{C_0 \cdot k_2}, \text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot c^{-1}$
3	$k_3 = \frac{1}{\tau} \left( \frac{1}{C_\tau^2} - \frac{1}{C_0^2} \right), \text{л}^2 \cdot \text{моль}^{-2} \cdot c^{-1}$	$\tau_{1/2} = \frac{3}{C_0^2 \cdot k_3}, \text{л}^2 \cdot \text{моль}^{-2} \cdot c^{-1}$

Решения кинетических уравнений 2-го и 3-го порядка, приведенные в таблице, справедливы только при равных начальных концентрациях веществ. В каждом случае кинетическое уравнение линейно в соответствующих координатах  $C(\tau)$ , что позволяет графически определить порядок реакции. Порядок реакции, особенно гетерогенной, может быть не только целочисленным (в том числе и нулевым), но и дробным. Нулевой порядок реакции указывает на постоянство скорости во времени. В качестве практической части работы разобраны методы расчета скорости процесса горения различных веществ, в том числе графический способ определения порядка реакции.

## УРАВНЕНИЕ ШРЁДИНГЕРА

Голубева М.А., Тартина Н.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
mary.golubeva21@gmail.com, [nata.tartina@mail.ru](mailto:nata.tartina@mail.ru)  
Научный руководитель: ст. преподаватель, Бумагина А.Н.

Волновое уравнение Шрёдингера - математическая запись основного закона движения микрочастиц, сформулировано Эрвином Шрёдингером в 1925 году, опубликовано в 1926 году. Шрёдингер применил к понятию волн вероятности классическое дифференциальное уравнение волновой функции и получил знаменитое уравнение, носящее его имя. Уравнение Шрёдингера описывает распространение волны вероятности нахождения частицы в заданной точке пространства. Пики этой волны (точки максимальной вероятности) показывают, в каком месте пространства скорее всего окажется частица. Это уравнение относится к области высшей математики. Вышеупомянутая волновая функция распределения вероятности, обозначаемая греческой буквой  $\Psi$ , является решением следующего дифференциального уравнения:

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2}(E - U)\Psi = 0$$

где  $x$  — расстояние,  $h$  — постоянная Планка, а  $m$ ,  $E$  и  $U$  — соответственно масса, полная энергия и потенциальная энергия частицы.

Состояние частицы задается двумя величинами: координатами (радиус-вектором) и импульсом. Для квантовой частицы координаты и импульс могут быть неопределёнными. Поэтому ее состояние задается двумя вероятностными функциями:

$$W(x, y, z), V(p_x, p_y, p_z)$$

Первая характеризует неопределённые координаты частицы, вторая — неопределённые импульсы. Вместо двух указанных функций  $W$  и  $V$  в квантовой механике вводится одна, комплексная функция, называемая волновой функцией.

Движение связанной частицы массы  $m$  будет задаваться уравнением следующего вида:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U(x, y, z, t) \Psi$$

где  $\Delta \Psi = \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2}$  — оператор Лапласа,  $x, y, z$  — координаты,  $\hbar$  - постоянная Планка, деленная на  $2\pi$ .

Это уравнение называется временным уравнением Шредингера.

С математической точки зрения — это дифференциальное уравнение в частных производных. Уравнение в частных производных имеет множество решений. В каждой конкретной задаче из этого множества следует выбрать одно решение, отвечающее условиям задачи.

Уравнение Шредингера линейно. Волновая функция и ее производные входят в него в первой степени.

С помощью волновой функции, которая является решением уравнения Шредингера нельзя точно описать траекторию движения квантовой частицы, можно лишь сказать какова вероятность обнаружить эту частицу в разных областях пространства.

Физический смысл  $\Psi$  выражает вероятность нахождения электрона в данном месте пространства, причем вероятность характеризуют квадратом этой функции, так как вероятность не может быть отрицательной.

# МАТЕМАТИКА И АРХИТЕКТУРА

Гусарова Д.М, Полковникова А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,

[darinagusgus@gmail.com](mailto:darinagusgus@gmail.com), [polkash16120204@gmail.com](mailto:polkash16120204@gmail.com)

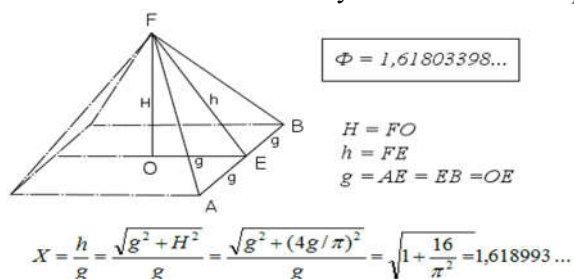
Научный руководитель: ст.преподаватель, Бумагина А.Н.

Тесная связь математики и архитектуры известна давно. В древней Греции геометрия считалась одним из разделов архитектуры. Только неотступно следуя законам геометрии, архитекторы древности могли создавать свои шедевры. Архитектура триединая: она извечно сочетает в себе логику ученого, ремесло мастера и вдохновение художника. «Прочность – польза – красота» такова знаменитая формула единого архитектурного целого, выведенная два тысячелетия тому назад древнеримским теоретиком зодчества Витрувием (I век до н.э.). Роль математики в формировании «прочности» и «пользы» архитектуры очевидна, но третий критерий «красоту» тоже невозможно представить себе без математических понятий. Современный архитектор должен знать аналитическую геометрию и математический анализ, владеть методами математического моделирования и оптимизации.

**Геометрические формы.** Прочность сооружения зависит не только от материала, но и от геометрической формы конструкции, которая используется в качестве базовой основы. Самым прочным архитектурным сооружением с древних времен считаются египетские пирамиды, которые имеют форму правильных четырехугольных пирамид, что обеспечивает наибольшую устойчивость за счет большой площади основания и уменьшения массы по мере удаления высоты над землей. Не случайно говорят, что пирамиды – немой трактат по геометрии.

**Симметрия.** Это слово произошло от греческого слова *symmetria* - совершенство. Симметрия воспринимается человеком как проявление закономерности, а значит внутреннего порядка. Внешне этот внутренний порядок воспринимается как красота. Наиболее ярко симметрия проявляется в античных сооружениях Древней Греции, предметах роскоши и орнаментах, украшавших их. Существует зеркальная симметрия – это тип симметрии объекта, когда объект при операции отражения переходит в себя.

**Золотое сечение в архитектуре.** Золотое сечение или гармоническая пропорция - это пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как самая большая его часть относится к меньшей части. В архитектуре Древнего Египта по правилам золотой пропорции была построена пирамида Хеопса. Глядя на творение строителей, можно увидеть треугольник с прямым углом, один катет которого является высотой, второй – половиной длины основания. Если взять отношение гипотенузы к меньшей стороне, получим идеальное значение 1,61950 или 1,62:



**Математическое моделирование,** в том числе и с использованием ЭВМ, применяется для расчета поведения сложных архитектурных и градостроительных объектов и систем во времени. Сюда относятся линейное и нелинейное программирование, динамическое программирование, приемы оптимизации, методы интерполяции и аппроксимации, вероятностные методы и многое другое. Применение этих методов в архитектуре позволяет избегать ошибок при строительстве, более рационально использовать ресурсы, при минимальных затратах добиваться более значительных результатов.

За длительный период человеческой цивилизации создано немало произведений исключительной красоты. Эти произведения могут являться примером использования зодчим в своем творческом труде математических закономерностей. На языке архитектуры, можно сказать, что математика – это грандиозное мысленное сооружение. Все сказанное убеждает нас в том, что архитектура и математика, являясь соответствующими проявлениями человеческой культуры, на протяжении веков активно влияли друг на друга.



# РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА МЕТОДОМ СВЕДЕНИЯ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЯМ

Евтушенко В. Д., Головин И. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[melif@icloud.com](mailto:melif@icloud.com)

Научный руководитель: к. т. н., доцент Лысова М. А.

Интегральным называется уравнение, содержащее неизвестную функцию под знаком интеграла.

Уравнения вида:  $\int_a^x K(x,t) * y(t)dt = f(x)$  и  $y(x) = \lambda * \int_a^x K(x,t) * y(t)dt + f(x)$  (1) называют линейными интегральными уравнениями Вольтерра первого и второго рода соответственно. Ядро  $K(x,t)$  интегрального уравнения (1) называется вырожденным, если оно может быть представлено в виде:  $K(x,t) = \sum_{k=1}^n p_k(x) * q_k(t)$ . Если в интегральном уравнении (1) ядро  $K(x,t)$  и свободный член  $f(x,t)$  имеют непрерывные производные по переменной  $x$ , то это уравнение может быть продифференцировано один или несколько раз. Это позволяет в ряде случаев свести решение интегрального уравнения к задаче Коши для некоторого обыкновенного дифференциального уравнения. Производная от интеграла при этом вычисляется по формуле:

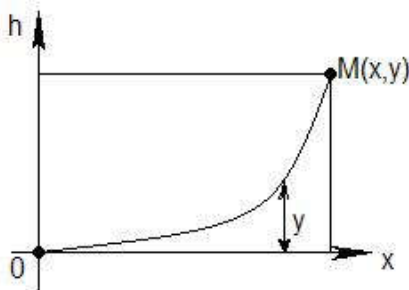
$$\frac{d}{dx} \int_a^x K(x,t) * y(t)dt = K(x,x) * y(x) + \int_a^x \frac{\partial K(x,t)}{\partial x} * y(t)dt$$

Если ядро интегрального уравнения  $y(x) = \lambda * \int_a^x K(x,t) * y(t)dt + f(x)$  является вырожденным, то это уравнение может быть представлено в виде:

$$y(x) = \sum_{k=1}^n p_x \int_a^x q_x(t) * y(t)dt + f(x) \quad (2)$$

Вводя функции:  $u_x = \int_a^x q_k(t) * y(t) dt, k = 1, 2, \dots, n$ , и подставляя их в уравнение (2), получим, что решение интегрального уравнения с вырожденным ядром имеет вид:  $y(x) = \sum_{k=1}^n p_x(x) * u_k(x) + f(x)$ .

К интегральным уравнениям Вольтерра приводит, например, задача о таухотроне:



необходимо найти кривую, скользя вдоль которой без трения тяжелая частица достигает своего самого низкого положения за одно и то же время независимо от её начального положения (рис. 1). Решение: выполним построение графика и введем обозначение  $T = \varphi(h)$ , где  $T$  – постоянная величина,  $\varphi$  – функция от  $h$ , кривую будем искать в виде:  $x = f(y)$  Далее применим физическую формулу:  $\frac{mv^2}{2} = mg(h - y)$  (3). Учитываем, что  $v(t) = \frac{ds}{dt}, ds = \sqrt{1 + f'^2(y)}dy$  (4).

Рис. 1.

Подставляя (4) в (3) получаем:  $\frac{1}{2} \left(\frac{ds}{dt}\right)^2 = g(h - y)$ , откуда  $dt = \pm \frac{ds}{\sqrt{2 * g * (h - y)}}$ . Введём обозначение  $\sqrt{2 + f'^2(y)} = u(y)$  и так как с течением времени функции  $s(t)$  убывает, то оставляем знак минус:  $dt = \pm \frac{ds}{\sqrt{2 * g * (h - y)}}$ . Полученное равенство проинтегрируем по  $t$  ( $0 \leq t \leq T$ ), в то же время  $y$  изменяется от  $h$  до  $0$  и  $h - y$  – переменная величина:  $\int_0^T dt = - \int_h^0 \frac{u(y)dy}{\sqrt{2 * g * (h - y)}} = \int_0^h \frac{u(y)dy}{\sqrt{2 * g * (h - y)}}$ , откуда  $T = \int_0^h \frac{u(y)dy}{\sqrt{2 * g * (h - y)}}$  (5). Интегральное уравнение вида (5) есть уравнение Вольтерра первого рода, где  $u(x)$  – неизвестная функция.

В работе мы изучили интегральные уравнения Вольтерра, различные методы их решения и задачи, приводящие к ним.

1. Попов В. А. Сборник задач по интегральным уравнениям. – Казань, 2006. – 30 с.
2. Краснов М.Л. Интегральные уравнения: задачи и примеры с подробными решениями / М.Л. Краснов, А.И. Киселев, Г.И. Макаренко. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 192 с.

# НАХОЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ И СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ

Жудин А. А., Шишкина А. Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Maroder258@yandex.ru](mailto:Maroder258@yandex.ru)

Научный руководитель : ст. пред. Кулакова С.В

Нахождение собственных значений и собственных векторов матриц – одна из тех сложных вычислительных задач, с которой часто приходится сталкиваться специалисту, занимающемуся проектированием или анализом больших технических систем.

В электрических и механических системах собственные числа отвечают собственным частотам колебаний, а собственные векторы характеризуют соответствующие формы колебаний.

В теории динамических систем и связанных с ними системах линейных дифференциальных уравнений, знание собственных значений позволяет определить характер поведения системы во времени и решить вопрос об устойчивости такой системы. Оценка величин критических нагрузок при расчёте строительных конструкций также основана на информации о собственных значениях и собственных векторах матриц.

Дальнейшее расширение процесса математического моделирования ведёт к тому, что владение методами решения проблемы собственных значений становится обязательным элементом инженерного образования.

## Постановка задачи:

найти собственные значения и собственные векторы матрицы  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$ .

Ненулевой вектор  $X=(x_1, x_2, x_3)^T$ , удовлетворяющий условию  $A \cdot X = \lambda \cdot X$  называется собственным вектором, где  $\lambda$  - *собственное значение*.

Собственные значения являются корнями характеристического уравнения, которое можно

записать в виде  $|A - \lambda E| = 0$  или 
$$\begin{vmatrix} a_{11} - \lambda & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} - \lambda & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

Собственным вектором, соответствующим собственному значению  $\lambda$  является любой вектор  $X=(x_1, x_2, x_3)^T$ , координаты которого удовлетворяют системе линейных однородных

$$\text{уравнений } \begin{cases} (a_{11} - \lambda)x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = 0 \\ a_{21}x_1 + (a_{22} - \lambda)x_2 + a_{23}x_3 = 0. \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + (a_{33} - \lambda)x_3 = 0 \end{cases}$$

1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. – М.:Высшая школа,2002. – 840с.

Захарова А. Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[ramesher1997@mail.ru](mailto:ramesher1997@mail.ru)

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Зуева Г.А. (ИГХТУ)

В данной работе изучаются основные уравнения математической физики, их применение в физике, механике и технике, рассмотрены аналитические и численные методы решения этих уравнений. Математические модели естественно-научных явлений и процессов зачастую представляют собой задачи, содержащие дифференциальные уравнения с частными производными первого и второго порядков.

К основным уравнениям математической физики относятся:

- Волновое уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

К волновому уравнению приводит рассмотрение процессов поперечных колебаний струны, продольных колебаний стержня и электрических колебаний стержня.

- Уравнение теплопроводности или уравнение Фурье

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Уравнение Фурье описывает процессы распространения тепла, фильтрации жидкости в пористой среде и т.п.

- Уравнение Лапласа

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

Уравнение Лапласа приводит к задачам об электрических и магнитных полях, о стационарных тепловых состояниях, диффузии и т.п.

Для решения вышеперечисленных уравнений применяются аналитические и численные методы решения. Наиболее распространенным аналитическим методом является метод Фурье, заключающий в себе идею разделения переменных. К численным методам относятся: метод сеток, метод конечных разностей, методы Эйлера и другие.

1. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики: учебник для вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жарков. – М : Физматлит., 2003. – 400 с. – ISBN 5-9221-0011-4
2. Зуева Г.А. Методы математической физики. Дифференциальные уравнения в частных производных. Интегральные уравнения. Специальные функции: учеб. пособие / Г.А. Зуева. – Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун.-т., 2012. – С. 12 – 18. – ISBN 978-5-9616-0441-2

## ОБРАТНОЕ ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ

Ибрагимов Н.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[cool.nurisman@mail.ru](mailto:cool.nurisman@mail.ru)

Научный руководитель: ст. преп. Кулакова С. В. (ИГХТУ)

Многим из тех, кто сталкивается с научными и инженерными расчётами, часто приходится оперировать наборами значений, полученных опытным путём или методом случайной выборки. Как правило, на основании этих наборов требуется построить функцию, на которую могли бы с высокой точностью попадать другие получаемые значения. Интерполяция применяется для вычисления табулированной функции при любых значениях аргумента, при анализе результатов измерений в физике и технике, для субтабулирования — сгущения таблиц и т.д.

Задача обратного интерполирования заключается в следующем. Если значения  $y_i$  в таблице упорядочены по возрастанию или убыванию, то функция  $y = f(x)$  монотонна на  $[x_0, x_n]$ , и эту таблицу можно интерпретировать как задание дискретного образа функции  $x = s(y)$ , обратной по отношению к функции  $y = f(x)$ . Для функции  $x = s(y)$  может быть поставлена задача интерполирования: найти  $x^*$  по заданному значению  $y^*$ .

Для немонотонной функции следует использовать интерполяционную формулу с известными значениями аргумента, после чего решить полученное уравнение.

Интерполирование позволяет не точно, но максимально приближенно найти значения функции через специальные методы, из которых самыми известными являются метод Лагранжа:

$$f(x) \approx P_n(x) = \sum_{k=0}^n y_k \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{k-1})(x-x_{k+1})\dots(x-x_n)}{(x_k-x_0)(x_k-x_1)\dots(x_k-x_{k-1})(x_k-x_{k+1})\dots(x_k-x_n)}$$

и метод Ньютона:

$$P_n(x_0 + th) = y_0 + \frac{1}{t!} \Delta y_0 + \frac{t(t-1)}{2!} \Delta^2 y_0 + \dots + \frac{t(t-1)\dots(t-n+1)}{n!} \Delta^n y_0.$$

1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. – М.:Высшая школа,2002. – 840с.

# АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ

Иванова Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[katyuiivanova2502@yandex.ru](mailto:katyuiivanova2502@yandex.ru)

Научный руководитель: к. т. н., доцент Лысова М.А.

Все не прямые и не ломаные линии называются кривыми. Кривая линия – это множество точек пространства, координаты которых являются функциями одной переменной. Кривые второго порядка играют особую роль в геометрии. На них основываются знаменитые теоремы Паскаля Бриансона. В современном мире кривые второго порядка также используют в профессии закройщика. Конструирование одежды основывается на построении кривых и определении положения точек на дугах.

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся линии. **Циклоида** - это линия второго порядка, описываемая фиксированной точкой М, лежащей на окружности, которая катится без скольжения по прямой линии (рис. 1). Катящаяся окружность называется производящей. Зафиксируем ту точку окружности радиуса  $a$ , которая совпадает с точкой  $O(0, 0)$  оси  $Ox$  в положении окружности, когда ее диаметр перпендикулярен оси  $Ox$ . Пусть данная окружность катится без скольжения вправо по

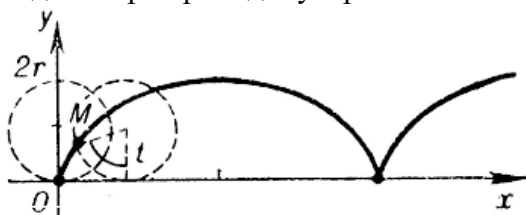


Рис. 1. Циклоида.

горизонтальной прямой. За параметр  $t$  принимается угол поворота радиуса окружности, проходящего через фиксированную точку. При этих условиях параметрические уравнения циклоиды имеют вид:

$$x = a(t - \sin t), \quad y = a(1 - \cos t), \quad 0 \leq t \leq 2\pi$$

Циклоида описывается уравнением в декартовых координатах:  $x = a \arccos \frac{r-y}{r} - \sqrt{2ry - y^2}$

**Астроида** — плоская кривая, описываемая точкой окружности радиуса  $r$ , катящейся по внутренней стороне окружности радиуса  $R = 4r$  (рис. 2). Это плоская алгебраическая кривая шестого порядка. Параметрические уравнения астроида имеют вид:  $x = a \cos 3t, y = a \sin 3t, 0 \leq t \leq 2\pi$ . В декартовых координатах уравнение астроида:  $x^{2/3} + y^{2/3} = a^{2/3}$ . Уравнение астроида в полярных координатах:  $r = a \sqrt{\cos^6 \varphi + \sin^6 \varphi}$ . Свойства астроида: имеются четыре точки возврата; длина дуги от точки с  $0$  до  $t \leq \pi/2$ ; длина всей кривой  $6R$ ; радиус кривизны:  $r(t) = 3/2R \sin 2t$ ; площадь, ограниченной кривой:  $S = 3/8\pi R^2$ . Астроида является огибающей семейства отрезков постоянной длины, концы которых расположены на двух взаимно перпендикулярных прямых.

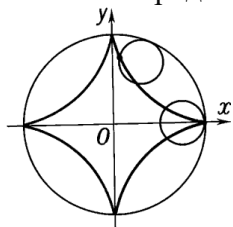


Рис. 2. Астроида.

**Кардиоида** — плоская линия четвертого порядка, которая описывается фиксированной точкой

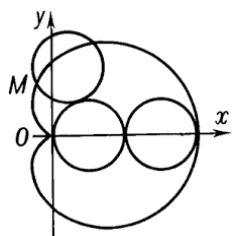


Рис.3. Кардиоида

окружности, катящейся по неподвижной окружности с таким же радиусом (рис.3). В прямоугольной декартовой системе координат кардиоиду можно задать уравнением:  $(x^2 + y^2 - 2rx)^2 = 4r^2(x^2 + y^2)$ . Параметрические уравнения кардиоиды имеют вид:  $x = a(2\cos t - \cos 2t), y = a(2\sin t - \sin 2t)$ . В полярной системе координат уравнение кардиоиды следующее:  $\rho = 2r(1 + \cos \varphi)$ . Свойства кардиоиды: является частным случаем улитки Паскаля; имеет одну точку возврата; длина дуги одного витка равна  $L=16a$ ; площадь фигуры, ограниченной кардиоидой равна:  $S = 6\pi a^2$ .

Таким образом, мы изучили алгебраические кривые высших порядков и узнали, какими уравнениями они описываются в полярных, декартовых и параметрических системах координат.

1. Умнов А. Е. « Аналитическая геометрия и линейная алгебра».

## ЛЕГЕНДА О ВОПРОСЕ №6

Кандагалова Э.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет

e-mail: elya.kandagalova

Научный руководитель: ст.преподаватель Бумагина Алла Николаевна

Знаете ли вы легенду о вопросе № 6? Этот вопрос появился впервые в международной математической олимпиаде 1988 года. Тогда она была сверхсложной задачей того времени. Условие этой задачи было прислано кем-то из Западной Германии. На ее решение, математикам из одборной комиссии олимпиады было дано 6 часов. Однако, за это время они не смогли решить ее и тогда математики решили одобрить этот вопрос, обозначив его двумя звездочками. Но если комиссии давалось 6 часов на решение, то участникам олимпиады было дано всего 90 минут! Итак, вот условие той самой задачи. Пусть  $a, b \in \{0, 1, 2, \dots\}$ , где  $ab+1$  делит  $a^2+b^2$ . Необходимо доказать, что  $\frac{a^2+b^2}{ab+1}$  является квадратным числом. Исходя из условия задачи, решением выражения может являться только целое число. С одним условием – число должно быть квадратным (16, 4, 64, 121...). Решить эту задачу можно несколькими способами:

1) Метод подстановки:

Если  $a=1, b=2$ , то  $\frac{1^2+2^2}{1*2+1} = \frac{5}{3}$  – не удовлетворяет условию задачи.

Если  $a=0, b=2$ , то  $\frac{0^2+2^2}{0*2+1} = \frac{2^2}{1} = 4$  ( $2^2$ ) – удовлетворяет условию задач и так далее...

2) Матричный метод:

a \ b	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	1 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	3 <sup>2</sup>	4 <sup>2</sup>	5 <sup>2</sup>	6 <sup>2</sup>	7 <sup>2</sup>	8 <sup>2</sup>
1	1 <sup>2</sup>	1	1 $\frac{2}{3}$	2 $\frac{2}{4}$	3 $\frac{2}{5}$	4 $\frac{2}{6}$	5 $\frac{2}{7}$	6 $\frac{2}{8}$	7 $\frac{2}{9}$
2	2 <sup>2</sup>	1 $\frac{2}{3}$	1 $\frac{3}{5}$	1 $\frac{6}{7}$	2 $\frac{2}{9}$	2 $\frac{7}{11}$	3 $\frac{1}{13}$	3 $\frac{8}{15}$	4
3	3 <sup>2</sup>	2 $\frac{2}{4}$	1 $\frac{6}{7}$	1 $\frac{8}{10}$	1 $\frac{12}{13}$	2 $\frac{2}{16}$	2 $\frac{7}{19}$	2 $\frac{14}{22}$	2 $\frac{23}{25}$
4	4 <sup>2</sup>	3 $\frac{2}{5}$	2 $\frac{2}{9}$	1 $\frac{12}{13}$	1 $\frac{15}{17}$	1 $\frac{20}{21}$	2 $\frac{2}{25}$	2 $\frac{23}{25}$	2 $\frac{14}{33}$
5	5 <sup>2</sup>	4 $\frac{2}{6}$	2 $\frac{7}{11}$	2 $\frac{2}{16}$	1 $\frac{20}{21}$	1 $\frac{24}{26}$	1 $\frac{30}{31}$	2 $\frac{2}{36}$	2 $\frac{7}{41}$
6	6 <sup>2</sup>	5 $\frac{2}{7}$	3 $\frac{1}{13}$	2 $\frac{7}{19}$	2 $\frac{2}{25}$	1 $\frac{30}{31}$	1 $\frac{35}{37}$	1 $\frac{42}{43}$	2 $\frac{2}{49}$
7	7 <sup>2</sup>	6 $\frac{2}{8}$	3 $\frac{8}{15}$	2 $\frac{14}{22}$	2 $\frac{23}{25}$	2 $\frac{2}{36}$	1 $\frac{42}{43}$	1 $\frac{46}{50}$	1 $\frac{56}{57}$
8	8 <sup>2</sup>	7 $\frac{2}{9}$	4	2 $\frac{23}{25}$	2 $\frac{14}{33}$	2 $\frac{7}{41}$	2 $\frac{2}{49}$	1 $\frac{56}{57}$	1 $\frac{63}{65}$

Из матрицы видно, что значения  $a=8, b=2$  и  $a=2, b=8$  удовлетворяют условию задачи

$$\frac{2^2+2^6}{2*2^3+1} = \frac{2^2(1+2^4)}{(2^4+1)} = 2^2=4 \quad \text{и} \quad \frac{2^6+2^2}{2^3*2+1} = \frac{2^2(2^4+1)}{(2^4+1)} = 2^2=4$$

3) Прыжки Виета :

В математике прыжками Виета (или отражением корней) называется метод доказательства используемый в теории чисел. Наиболее часто он применяется для задач, в которых дано соотношение между двумя натуральными числами и требуется доказать некоторое связанное с ними утверждение. Это относительно новый метод решения олимпиадных математических задач. На

международной математической олимпиаде 11 из 260 участников смогли решить отлично эту задачу и только один решил ее превосходно, уместив все решение в один абзац. Этого участника зовут Эмануэль Атанасов. А так же эту задачу решил Нго Бао Тяу — вьетнамский математик, который известен своим доказательством фундаментальной леммы в программе Ленглендса. Он так же является обладателем премии Математического института Клэя (2004 года) и Филдсовской премии (2010 года).

## ПРИЛОЖЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ

Клинов Д.Л., Докукин С.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
dato16rus@yandex.ru

Научный руководитель: к.ф.- м.н. Кокурина Г.Н.

Теория кратных интегралов представляет собой раздел математики, в котором методы интегрального исчисления обобщаются для вычисления интегралов по областям, расположенным на плоскости или в пространстве. Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы, теория поля нашли широкое применение в различных разделах математики, включая теорию вероятностей, дифференциальные уравнения в частных производных, оптимальное управление, в теоретической физике и механике, механике сплошных сред и многих других теоретических и прикладных науках.

Традиционно такие разделы высшей математики как криволинейные и поверхностные интегралы, особенно их применение, вызывают затруднения у студентов и зачастую предназначены для самостоятельного освоения. Поэтому рассматриваемая тема является актуальной и практически значимой.

Криволинейные интегралы можно разбить на две группы – интегралы первого и второго рода. Среди приложения криволинейных интегралов первого рода можно выделить следующие:

1. Вычисление массы материальной кривой  $L=AB$  с заданной плотностью, равной  $\rho=\rho(x,y)$  возможно выполнить по формуле:  $m = \int_{AB} \rho(x, y) dl$ ;
2. Статистические моменты материальной кривой  $L$  относительно координатных осей  $Ox$  и  $Oy$ :  $M_x = \int_L y\rho(x, y)dl$ ,  $M_y = \int_L x\rho(x, y)dl$ , где  $\rho(x,y)$  – плотность распределения кривой  $L$ ,  $x_c = \frac{M_y}{m}$ ,  $y_c = \frac{M_x}{m}$  – координаты центра тяжести (центра масс) кривой  $L$ ;
3. Интегралы  $J_x = \int_L y^2 \rho(x, y)dl$ ,  $J_y = \int_L x^2 \rho(x, y)dl$ ,  $J_0 = \int_L (x^2 + y^2)\rho(x, y)dl$  выражают моменты инерции кривой  $L$  с линейной плотностью относительно осей  $Ox$ ,  $Oy$  и начала координат соответственно.
4. Если подынтегральная функция равна единице, то криволинейный интеграл  $\int_L dl$  равен длине  $S$  кривой  $L$ , т.е.  $\int_L dl = S$ .

5. Если в плоскости  $Oxy$  задана гладкая кривая  $L$ , на которой определена и непрерывна функция двух переменных  $z=f(x,y) \geq 0$ , тогда можно построить цилиндрическую поверхность с направляющей  $L$  и образующей, параллельной оси  $Oz$  и заключенной между  $L$  и поверхностью  $z=f(x,y)$ . Площадь этой цилиндрической поверхности можно вычислить по формуле:

$$S = \int_L f(x, y) dl.$$

**Для криволинейного интеграла второго рода характерны другие приложения.**

Интеграл  $\int_L Pdx + Qdy$  можно представить в виде скалярного произведения векторов

$$F=Pi+Qi \text{ и } ds=idx+jdy: \int_L Pdx + Qdy = \int_L F(x, y) ds.$$

В таком случае  $\int_L Fds$  выражает работу переменной силы  $F=Pi+Qj$  при перемещении материальной точки  $M=M(x,y)$  вдоль кривой  $L=AB$  от точки  $A$  до точки  $B$ . При  $A=B$  кривая  $L$  замкнута, а соответствующий криволинейный интеграл принимает вид:

$$\oint Pdx + Qdy.$$

В этом случае направление обхода контура иногда поясняется стрелкой на кружке, расположенном на знаке интеграла.

В качестве практической части нашей работы рассмотрены примеры решения конкретных задач, находящих приложение в инженерных специальностях как для криволинейных интегралов первого, так и второго рода, решенные как аналитическими, так и численными методами с применением прикладных программ, таких как MATHCAD.



## КУБИК РУБИКА

Кораблева А. Д., Кузнецова С. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[alyona.korableva.00@mail.ru](mailto:alyona.korableva.00@mail.ru)

Научный руководитель: ст. преподаватель Бумагина А.Н.

Математика кубика Рубика — совокупность математических методов для изучения свойств кубика Рубика с абстрактно-математической точки зрения. Эта математика изучает алгоритмы сборки кубика и оценивает их и основана на теории графов, теории групп, теории вычислимости и комбинаторике.

Самая знаменитая головоломка мира была изобретена в 1974 году венгерским скульптором и профессором архитектуры Эрно Рубиком. По одной из версий кубик Рубика изначально создавался как учебное пособие. При помощи него Рубик пытался втолковать воспитанникам основы математической теории групп.

Вначале игрушка представляла собой набор из 27 деревянных кубиков с разноцветными гранями. В дальнейшем пришлось отбросить все лишнее. В кубике Рубик оставил всего 54 внешние грани: одноцветные у шести центральных кубиков, двухцветные у двенадцати боковых и трехцветные у восьми угловых.

### Обозначения сторон и язык вращений русскими буквами.

Грани куба обозначаются буквами Ф, Т, П, Л, В, Н — начальными буквами слов: фасад, тыл, правая, левая, верх, низ. Какую грань куба посчитать фасадной — синюю, зеленую и т. п. — зависит от Вас и от получившейся ситуации. В 2010 г. строго доказано, что для перевода кубика Рубика из произвольной конфигурации в собранную конфигурацию (часто этот процесс называют «сборкой» или «решением») достаточно не более чем 20 поворотов граней. Это число — диаметр графа Кэли группы кубика Рубика. Алгоритм, который решает головоломку за минимально возможное количество ходов, называют «алгоритмом Бога».

### Формула Бога для Кубика Рубика 3x3.

Несмотря на то, что учеными было доказано, что любую позицию можно собрать за 20 ходов, универсальной формулы для сборки Кубика Рубика пока не придумали. Но была выведена обобщенная формула бога для Кубика Рубика 3x3, которая решает 95% всех вариантов сборки. Формула: **B2 D2 FI R2 F U2 R2 FI R2 U2 F R U L B D R I D L2 U I**. Для удобства сборки головоломки лучше всего за основу брать светлую грань: белую или желтую.

### Расшифровка формулы Бога (Этапы сборки).

B2 (back) — поворот задней стороны кубика по часовой стрелке 2 раза;

D2 (down) — поворот нижней стороны кубика по часовой стрелке 2 раза;

FI (front) — поворот фронтальной (передней) части кубика против часовой стрелки 1 раз;

R2 (right) — поворот правой стороны кубика по часовой стрелке 2 раза;

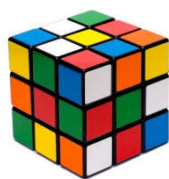
FI (front) — поворот фронтальной (передней) части кубика против часовой стрелки 1 раз;

U2 (up) — поворот верхней стороны кубика по часовой стрелке 2 раза;

F (front) — поворот фронтальной (передней) части кубика по часовой стрелке 1 раз;

R (right) — поворот правой стороны кубика по часовой стрелке 1 раз;

Факты о кубике Рубика: 43 252 003 274 489 856 000 возможных комбинаций, и только 1 правильное решение.



## ИНТЕРПОЛЯЦИЯ СПЛАЙНАМИ

Крисанов А.Н., Шкред А.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[krisanov.leha@mail.ru](mailto:krisanov.leha@mail.ru)

Научный руководитель: к. ф.-м. н. Кокурина Г.Н.

Для построения математической модели процесса или явления часто используются экспериментальные данные. Для их эффективного использования необходимо найти функцию, которая хорошо их описывала и могла давать возможность достаточно точно найти значения функции в промежуточных точках. Такие задачи позволяет решать аппроксимация функций. В случае если искомая функция должна точно проходить через все заданные значения, такой вид аппроксимации называется интерполяцией.

Интерполяционные формулы Лагранжа, Ньютона и Стирлинга и др. при использовании большого числа узлов интерполяции на всем отрезке  $[a,b]$  часто приводят к плохому приближению из-за накопления погрешностей в процессе вычислений. Кроме того, из-за расходимости процесса интерполяции увеличение числа узлов не обязательно приводит к повышению точности. Для снижения погрешностей весь отрезок  $[a,b]$  разбивается на частичные отрезки и на каждом из них функцию  $f(x)$  заменяют приближенно полиномом невысокой степени. Это называется кусочно-полиномиальной интерполяцией.

Один из способов интерполирования на всем отрезке является интерполирование сплайнами. Сплайном называется кусочно-полиномиальная функция, определенная на отрезке  $[a,b]$  и имеющая на этом отрезке некоторое количество непрерывных производных. Один из наиболее распространенных в практике случаев – интерполирование функции кубическим сплайнами.

Этот метод является формализацией чертежного опыта, в котором для проведения кривых линий используется гибкая рейка. Уравнение гибкой рейки

$$\frac{d^4x}{dx^4} = 0.$$

Решение этого дифференциального уравнения с точностью до констант описывается полиномом третьей степени:

$$y(x) = a + bx + cx^2 + dx^3.$$

Подобным образом опишем поведение интерполируемой функции на каждом частичном отрезке. В этом случае нужно определить  $4n$  коэффициентов у  $n$  сплайнов. Используя условия Лагранжа определим  $2n$  коэффициентов, недостающие условия можно получить, наложив требования равенства первых и вторых производных для сплайнов во внутренних узлах интерполирования и равенства нулю вторых производных в начальном и конечном узлах.

Составленную таким образом систему можно решить при помощи прикладных программ.

Если число неизвестных коэффициентов функции модели равно числу измерений (узлов интерполяции), то можно построить модель, полностью совпадающую с экспериментальными данными.

Нами, в рамках работы над указанной темой, решено несколько задач теплопроводности методом сплайн-интерполяции и проведено сравнение с другими видами аппроксимации.

Преимущества интерполяции сплайнами по сравнению с обычными методами интерполяции – в сходимости и устойчивости вычислительного процесса.

## КРЕАТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ВУЗЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВОГО ЭЛЕМЕНТА

Митрофанова А. А., Гонова В. А.  
Ивановский государственный университет,  
Ивановский государственный химико-технологический университет  
e-mail: [mitrofanova@isuct.ru](mailto:mitrofanova@isuct.ru)  
Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Зуева Г. А.

«Математику уже за то любить надо, что она ум в порядок приводит.»  
М.В. Ломоносов

Одной из главных задач технического университета является подготовка высококвалифицированных кадров, способных к профессиональному росту и профессиональной мобильности. Изучение курса математики формирует у студентов как теоретическую базу для усвоения общепрофессиональных и специальных дисциплин, так и практические умения, позволяющие будущему специалисту находить рациональные решения проблемных задач прикладного направления. Без достаточной математической подготовки невозможно осуществлять решение практических задач в любой сфере профессиональной деятельности человека [1].

Недостаточный уровень математической подготовки вызывает возникновение определенных трудностей у студентов первого курса при изучении текущего курса математики в вузе. Одной из основных задач преподавателя вуза является поиск эффективных форм при проведении занятий различного типа, которые способствуют повышению уровня математической подготовки студента. К одной из таких форм относится интерактивное обучение.

Интерактивное обучение – обучение, построенное на взаимодействии всех обучающихся, включая педагога. Педагог чаще выступает лишь в роли организатора процесса обучения, лидера группы. Интерактивное обучение позволяет решать одновременно несколько задач, главной их которых является развитие коммуникативных умений и навыков, помогает установлению эмоциональных контактов между обучающимися, обеспечивает решение воспитательной задачи, поскольку приучает работать в команде. Использование интерактивных форм в процессе обучения, как показывает практика, снимает нервную нагрузку студентов, дает возможность менять формы их деятельности, переключать внимание на главные вопросы темы занятий. К методам интерактивного обучения могут быть отнесены следующие: математический диктант, дидактические игры, эвристическая беседа, метод дискуссии, мозговая атака, метод круглого стола, и некоторые другие.

Один из таких интерактивов был применен на практическом занятии в группе студентов первого курса при подготовке к контрольной работе по теме «Определенный и неопределенный интеграл». Была проведена игра «Счастливый случай», подготовленная в программе Microsoft Power Point. Игра состоит из 5 геймов, в которые включены задания разнообразные по форме и уровню сложности, что позволяет студентам повторить пройденный материал и в дальнейшем успешно написать контрольную работу. Для проведения умственного состязания целесообразно разделить группу на 3 подгруппы. В первом гейме под названием «Дальше, дальше, дальше» предложен кроссворд на понятия пройденной темы. Во втором гейме «Заморочки из бочки» из 18 равенств необходимо выбрать верные и неверные. В третьем гейме «Спешите видеть» каждой подгруппе предложено изобразить график криволинейной трапеции, ограниченной линиями. Четвертый гейм под названием «Темная лошадка» представляет 28 интегралов различной сложности, которые необходимо найти. При правильном решении к ответам выдаются буквенные ключи, из которых составляется фраза «Математика – это язык, на котором говорят все науки». В финальном гейме «Гонка за лидером» команды соревнуются в решении кейсового задания. В конце игры подводятся итоги и проводится работа над ошибками. Выполнение этой работы помогло студентам закрепить на практике материал по изучению пройденной темы и успешно написать контрольную работу.

1. Носков М.В., Шершнева В.А. К теории обучения математике в технических вузах// Педагогика. 2005. № 10. С. 62-67.

# РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ КВАДРАТНЫХ КОРНЕЙ

Муйдинова Д.А., Иголина О.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[dasha.muydinova@mail.ru](mailto:dasha.muydinova@mail.ru)

Научный руководитель: ст.преп.Кулакова С.В.

Существует множество различных методов решения систем линейных алгебраических уравнений. Выбор оптимального метода решения строится на анализе особенностей конкретной задачи. Метод квадратных корней - численный метод.

При использовании подобного метода решение системы получается как результат последовательных приближений к аналитическому решению с заранее заданной точностью.

Объём вычислений, требующих для решения линейных алгебраических задач с симметрическими матрицами, можно сократить почти вдвое, если учитывать симметрию при треугольной факторизации матриц.

## Постановка задачи.

Решить систему:  $Ax=b$  методом квадратных корней.

В основе метода лежит представление матрицы  $A$  (она должна быть симметричной и положительно-определённой) в виде произведения двух матриц:  $A=LL^T$ , где  $L$ - нижняя треугольная матрица со строго положительными элементами на диагонали.

Элементы матрицы  $L$  можно вычислить, начиная с верхнего левого угла матрицы, по формулам:

$$L_{ii} = \sqrt{A_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} L_{ik}^2}$$
$$L_{ij} = \frac{1}{L_{jj}} \left( A_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} L_{ik}L_{jk} \right), \text{ если } j < i.$$

Решение исходной системы получается последовательным решением двух треугольных систем уравнений:  $Ly=b$  и  $L^Tx=y$ .

1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. – М.:Высшая школа,2002. – 840с.

# МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Мухачёва М. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[masha.muhacheva@yandex.ru](mailto:masha.muhacheva@yandex.ru)

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент Баранова Т.А.

Керамика - первый искусственный материал, полученный человеком из природного сырья. Древнейшие изделия представляли собой глину, прошедшую обжиг (терракота). Не покрытая ничем глиняная поверхность была подвержена воздействию влаги, перепада температур, глубоких загрязнений. Такие изделия не отличались прочностью и долговечностью. Поэтому бесспорно важным достижением в истории керамики стало развитие глазурования – покрытия глиняного изделия глазурью.

Основное назначение глазури - получение изделия с красивым декоративным, гигиеничным, водонепроницаемым покрытием. По мере развития техники глазурования создавались различные виды глазури: прозрачные и непрозрачные, бесцветные и окрашенные, блестящие и матовые. Помимо каолина, кварца и полевого шпата в глазури присутствуют различные оксиды. От состава глазури зависят её плавкие и вязкие свойства, термостойкость, термический коэффициент линейного расширения (ТКЛР), который является основным показателем, определяющим сочетание керамической основы и глазурного покрытия, химическая устойчивость, а также цвет изделия. Начинающие керамисты пользуются готовыми глазурями, а мастера, знающие, как ведет себя та или иная глазурь, могут позволить себе экспериментировать с цветом и текстурой, меняя состав используемой глазурной смеси. При замене одного компонента глазури другим или при использовании нового своевременная корректировка состава позволит повысить шансы получения высококачественной продукции.

Для будущего специалиста по изготовлению керамики особый интерес представляет правильное соотношение компонентов глазурной смеси, оптимальное соответствие температур обжига изделия и глазури. При неправильном соотношении компонентов, несоответствии температур обжига изделия и глазури, пренебрежении необходимыми математическими расчетами перед покрытием, мастер рискует получить несоответствующее его ожиданиям изделие с массой дефектов. Поэтому так важно проводить серьезные математические расчёты перед работой, а это требует глубоких знаний в области естественных и точных наук.

Специалист по керамике, равно как и специалист любой другой сферы деятельности должен уметь грамотно организовать производство, правильно рассчитать, к чему могут привести те или иные его действия, какие средства будут затрачены на изготовление конкретного изделия. В этом ему может помочь математика – фундаментальная основа всех естественных наук. Процесс изготовления изделий из керамики должен начинаться планом, включающим математические вычисления: какими параметрами будут определяться желаемые свойства покрываемого изделия, в каких пропорциях будут учитываться в составе глазури те или иные её компоненты, какая формула позволит рассчитать соотношения оксидов в глазури таким образом, чтобы избежать дефектов.

В настоящей работе показано, какие математические понятия чаще всего встречаются при производстве керамической глазури, рассматривается процесс глазурования (от заготовки компонентов до обжига) и математические вычисления, которыми он сопровождается.

# МАТЕМАТИКА В КУЛИНАРИИ

Патрикеева А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, www.isuct.ru,  
anastasia.patrickeeva@yandex.ru

Научный руководитель: преподаватель Бумагина А.Н. (ИГХТУ)

Целью данной работы является изучение особенностей применения математики в профессии повара, кондитера и кулинарии в целом. Без правильно составленной рецептуры, количество выхода порций, калорийности и биологической ценности мы бы не наблюдали те шедевры в ресторанах и кондитерских, которые нам подают. А без калькуляционного расчета потребитель бы получал не то что ожидает. У вас, наверняка, возникает вопрос: «Зачем повару, кондитеру математика?» А как же применяется математика в профессиях? Так вот же, обо всем по порядку. Повар, кондитер – специалист, отличающийся четким вкусовым и ароматическим чувством. Тонкое обоняние и изысканный вкус позволяют открывать все новые сочетания и необычные блюда. Но... всё это было бы невозможно без математики. Сейчас востребованы универсальные специалисты, которые могут определять: процент отходов при первичной обработке продуктов, процент потерь при тепловой обработке продуктов, объем посуды при приготовлении кондитерских изделий, процент усушки продукта, составлять технологические и калькуляционные карты, рассчитывать количество заготовок для кондитерских изделий (мастика, декор и т.д.)

Формулы, которые необходимы повару, кондитеру: если выход по рецептуре на 1 порцию, то норма = масса брутто по рецептуре \* 100; если выход по рецептуре 1000 гр., то норма = масса брутто по рецептуре \* на вес 100 порций;  $B=K * ИБ$ ;  $Ж=K * ИЖ$ ;  $У=K * ИУ$  (где Б, Ж, У – белки, жиры, углеводы; К - коэффициент сохранности питательных веществ после тепловой обработки; ИБ, ИЖ, ИУ – итого белков, жиров, углеводов); ЭЦ= 4Б+9Ж+4У (ккал) – расчёт энергетической ценности

## Торт «Вишенка»

### Расчёт

Наименование сырья	Количество на 1000 г	Расчет на необходимое количество сырья.			
		Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность Ккал
Мука пшеничная	106	11,45	1,38	74,09	354,04
Сахар	208	0	0	207,58	829,92
Яйца	174	22,1	20,01	1,22	273,18
Какао-порошок	18	4,37	2,7	1,84	52,02
Сливки на растительных маслах	380	0,38	98,8	42,94	1062,48
Вишня	100	0,8	0,2	10,6	52
Шоколад	100	6,2	35,4	48,2	539
<b>Итого</b>	<b>1086</b>	<b>45,3</b>	<b>158,49</b>	<b>386,47</b>	<b>3162,64</b>

Таким образом, прослеживается взаимосвязь математических и профессиональных задач. Это ясно при выполнении расчетов и вычислений. Все это подтверждает значимость изучения математики и применения математических знаний и умений в кулинарии.

# КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ СПЛАЙН-МЕТОДОВ

Плотникова С.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, <http://www.isuct.ru>,  
[svetka.plotnikova98@icloud.com](mailto:svetka.plotnikova98@icloud.com)

Научный руководитель: ст. преп. Кулакова С.В. (ИГХТУ)

Большинство дифференциальных уравнений нельзя решить точными методами, в следствии чего прибегают к численным. Одним из таких методов является сплайн-метод. Сплайном называется непрерывная функция, принимающая в узлах интерполяции  $x_0, x_1, \dots, x_{n-1}$  соответствующие значения  $y_0, y_1, \dots, y_{n-1}$  и описываемая на отдельных отрезках  $[x_i; x_{i+1}]$ ,  $(i = 0, 1, \dots, n - 1)$  некоторыми полиномами  $S_i(x)$ , причём значения этих полиномов в узлах совпадают со значениями искомой функции и с её производными. В приложениях наиболее употребительными являются параболические и кубические сплайны.

Постановка задачи: найти решение уравнения:  $y' = f(x, y)$ , удовлетворяющие начальному условию  $y(x_0) = y_0$  на отрезке  $[x_0, x_n]$ .

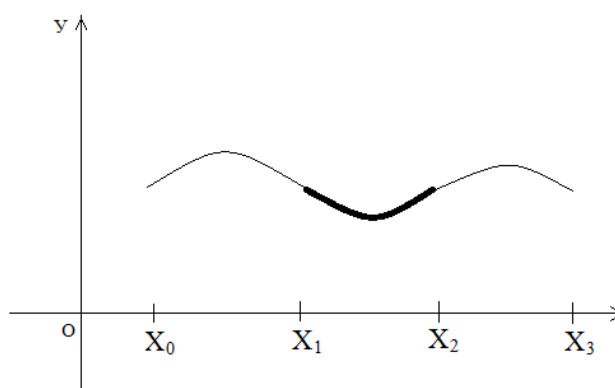
1. Находим дискретное опорное решение задачи Коши с помощью метода Рунге-Кутты второго порядка.
2. Полученное опорное решение подставляем в соответствующую по порядку формулу многочлена (сплайн-функцию):

$$S_{2,i}(x) = y_i + \bar{m}_i \cdot (x - x_i) + \frac{1}{h_{i+1}} \cdot \left( \frac{\Delta y_i}{h_{i+1}} - \bar{m}_i \right) \cdot (x - x_i)^2 \quad (1)$$

где  $(i = 0, 1, \dots, n - 1)$ ;  $\bar{m}_i = y'(x_i)$

На каждом отрезке  $[x_i; x_{i+1}]$ ,  $(i = 0, 1, \dots, n - 1)$  строим полином второй степени.

Сплайны дают возможность получить приближённый аналитический вид функции, при этом степень полинома остаётся невысокой.



1. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. – М.:Высшая школа,2002. – 840с.

# ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ, ЗАДАННОЙ ТАБЛИЧНО

Севергина Е.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[katya.severgina@mail.ru](mailto:katya.severgina@mail.ru)

Научный руководитель: ст. преп. Кулакова С.В. (ИГХТУ)

В работе рассматривается дифференцирование функции, заданной таблично.

x	x <sub>0</sub>	x <sub>1</sub>	...	x <sub>n</sub>
y	y <sub>0</sub>	y <sub>1</sub>	...	y <sub>n</sub>

При решении инженерно-технических и различных прикладных задач часто бывает необходимо найти производную определенного порядка от функции, заданной таблично. Кроме того, иногда в силу сложности аналитического выражения функции ее непосредственное дифференцирование слишком затруднительно. В этих случаях обычно используют численное дифференцирование. Существует множество различных приемов и способов.

Например, для двухточечных методов при вычислении используется значение функции в двух точках. Приращение аргумента задается тремя способами, откладывая  $\Delta x = h$  вправо, влево и в обе стороны от исследуемой точки. Следовательно, получается три двухточечных метода численного дифференцирования:

1) Вправо, от исследуемой точки:

$$\frac{dy}{dx} \approx \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y(x+\Delta x) - y(x)}{\Delta x}$$

2) Влево, от исследуемой точки:

$$\frac{dy}{dx} \approx \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y(x) - y(x-\Delta x)}{\Delta x}$$

3) В обе стороны, от исследуемой точки:

$$\frac{dy}{dx} \approx \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y(x+\Delta x) - y(x-\Delta x)}{2\Delta x}$$

Другой вариант, на основе первой интерполяционной формулы Ньютона:

$$y'(x) = \frac{1}{h} \left( \Delta y_0 + \frac{2q-1}{2} * \Delta^2 y_0 + \frac{3q^2-6q+2}{6} * \Delta^3 y_0 + \frac{2q^3-9q^2+11q-3}{12} * \Delta^4 y_0 + \dots \right)$$

$$y''(x) = \frac{1}{h^2} \left( \Delta^2 y_0 + (q-1) * \Delta^3 y_0 + \frac{6q^2-18q+11}{12} * \Delta^4 y_0 + \dots \right) \text{ и т.д.}$$

Задача численного дифференцирования состоит в приближенном вычислении производной функции  $y=f(x)$  по заданным в конечном числе точек значениям этой функции и имеет погрешность.



## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ

Серегина А.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [hcc@isuct.ru](mailto:hcc@isuct.ru)

Научный руководитель: к.э.н. Кузнецова С.В. (ИГХТУ)

На сегодняшний день развитие системы цифрового ипотечного кредитования обусловлено огромнейшей конкуренцией среди коммерческих банков. Современные тенденции побуждают формирование новых бизнес идей и моделей жизнедеятельности экономики. Проникновение цифровых технологий неотъемлемая часть в развитии современного мира.

Цифровое ипотечное кредитование имеет ряд преимуществ над стандартной формой одобрения: во-первых, сокращение времени оформления заявки; во-вторых, подача заявки может происходить не выходя из дома, что очень удобно для большинства клиентов; в-третьих, по любым вопросам можно связаться с менеджером банка в онлайн-чате или по телефону; в-четвертых, можно заказать электронную регистрацию, которая ускорит регистрацию недвижимости и позволит исключить мошенничество в виде двойных продаж; в-пятых, при выборе объекта недвижимости в онлайн-сервисе можно получить скидку на процентную ставку; в-шестых, используя электронную подпись, сокращаются затраты с обеих сторон, как со стороны банка, так со стороны заемщика.

Понятие цифровая ипотека означает покупку недвижимости, путем получения кредита через банковские онлайн-сервисы, такие как, домклик, машинная обработка данных, биометрические данные и т.д. Домклик позволяет отправить заявки на кредит, не выходя из дома. Машинная обработка данных даст возможность перейти на новый технологический уровень, путем оснащение новым оборудованием. Биометрия позволит избавиться от мошенничества, путем распознавания: лица, голоса, зрачка глаз, ладонек или же отпечатка пальца, для подтверждения личности человека.

Но для того чтобы данные процессы начали работать в полном объеме необходимо выполнить еще несколько условий:

- 1) упрощение доступа к внешним данным (персональные данные, место работы и тд), дает возможность созданию новых технологий;
- 2) внедрение удаленной идентификации, т.е. клиенту достаточно будет обратиться в один банк, и все данные о нем будут храниться в единой системе идентификации;
- 3) использование биометрических данных для идентификации, например отпечаток пальца;
- 3) создание доступа кредитной организации к базам объектов недвижимости, на данный момент доступ отсутствует, но есть возможность получить выписку только по конкретной недвижимости;
- 4) создание статистических моделей оценок рисков сделок.

Таким образом, внедрение цифровых технологий в ипотечное кредитование повысит существенным образом прозрачность ипотечного процесса и оптимизирует механизм обслуживания клиентов, что положительно скажется как для заемщика, так и для кредитора; также повысит финансовую привлекательность для инвесторов. Что в скором времени приведет к притоку новых клиентов на данный сегмент рынка, стимулируя его развитие.

## ВИДЫ ЗАТРАТ НА ИТ-СЕРВИСЫ В СОВРЕМЕННЫХ КОМПАНИЯХ

Серова В. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[vika.yablokova.95@mail.ru](mailto:vika.yablokova.95@mail.ru)

Научный руководитель: Кузнецова С.В. (ИГХТУ)

В западных компаниях в среднем 18% всех затрат на ИТ приходится не на ИТ-отделы, а на подразделения, которые из собственных бюджетов финансируют внедрение необходимых им (как они считают) информационных систем. Gartner усматривает в этом тенденцию и прогнозирует, что в следующем году скрытые расходы будут составлять до 40% общих затрат на ИТ. Затраты российских предприятий на ИТ имеют тенденцию к увеличению до 63%. Методы анализа затрат на ИТ-сервисы изучают ИТ-бюджет, выраженный в процентах от оборота, а также в расчете на одного штатного сотрудника, в зависимости от оборота компании. Чем крупнее западная компания, тем меньший процент от своего оборота она тратит на ИТ. «Удельные» же затраты на ИТ получаются выше для средних компаний.

Для российских предприятий картина получается иная. Российские предприятия только приступили к автоматизации своих бизнес-процессов на современном уровне. В авангарде идут крупные компании: они сделали большие вложения в ИТ, поэтому в относительном выражении их затраты на автоматизацию сейчас велики. До средних предприятий, которые в массе своей последние годы вынуждены были бороться за выживание в рыночных условиях, волна современной автоматизации только начинает доходить.

Существуют различные категории затрат на ИТ. На сегодняшний день представлено несколько категорий, которые позволяют классифицировать затраты. Так, существуют так называемые виды прямых затрат, которые непосредственно связаны с предоставляемыми ИТ услугами. Например, вид деятельности или определенные материалы, которые связаны с конкретным сервисом. Так, одним из таких расходов может быть аренда телефонной линии для получения выхода в интернет. К различным видам косвенных затрат относят такие виды затрат, которые не связаны напрямую с определенными ИТ услугами. Например, это различные варианты затрат на помещение, виды услуг, в соответствии с которыми обеспечивается техническая поддержка. Также это могут быть различные административные расходы, в том числе потраченное на такие услуги время. Кроме того, в контексте учета затрат нужно рассматривать постоянные и переменные затраты.

К видам постоянных ИТ затрат относят типы инвестиций, направленных на аппаратное обеспечение, строительство, программное обеспечение. Такие виды затрат никак не зависят от объема предоставленных услуг. При этом учитывают не закупочные цены, а ежемесячные или же ежегодные суммы различных амортизационных отчислений.

Анализ затрат на ИТ-сервис необходим для того, чтобы получить следующую информацию для принятия менеджерских решений: какой итоговый доход дает использование ИТ-технологий; какую прибыль приносит та или иная группа ИТ-сервисов; насколько эффективно используются ресурсы в производстве и какие есть пути влияния на недостаточную эффективность использования ресурсов; насколько эффективной является действующая система функционирования ИТ-сервисов; какие методы планирования и управления затратами следует предпочесть на данном этапе работы предприятия. Таким образом, построение учета затрат в ИТ представляет собой комплексную задачу, в процессе которой ограничивают детализацию аналитических признаков, так как затраты на организацию учета часто превышают преимущества, которые может получить бизнес в процессе создания сервисно-ориентированной модели затрат.

# МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ПРИ ОГРАНКЕ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

Сечкин Д.А., Медведева Д.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) [Sechkin1997@mail.ru](mailto:Sechkin1997@mail.ru)

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент Баранова Т.А.

Драгоценные камни издавна считались чем-то необычным и очень ценным. Их история богата рассказами о приключениях и легендами об удачах и разных невзгодах, включая полное разорение, болезни и даже смерть. Исторически сложилось так, что огранка драгоценных камней не была востребованной. Это связано как с определенными поверьями, так и с трудностью работы. Многие народности считали, что природные кристаллы обладают внутренней силой. Соответственно, при искусственной огранке камней все магические свойства могли теряться или трансформироваться в отрицательные. Древние ювелиры подбирали камень по форме, цвету и размеру, после чего делали под него оправу. При таком подходе к огранке ювелирных камней внутренние свойства и эффекты кристаллов оставались не раскрытыми. С течением времени ювелирное искусство развивалось, мастера разрабатывали новые ювелирные техники, в том числе и виды огранки драгоценных камней.

Среди драгоценных камней особое место всегда занимали алмазы. Самая ранняя огранка алмазов заключалась лишь в удалении вершины октаэдрического кристалла и называлась «точечной». Другой вариант ранней огранки, которая называется «огранкой со срезом», предусматривал превращение вершины октаэдра в так называемую площадку — плоский квадратный фасет. Этот вид огранки был популярен в Средние века. По мере того, как совершенствовалась техника огранки, появились новые ее варианты и начали полировать фасеты. Позже появилась огранка «розой». Самой популярной огранкой алмазов является «бриллиантовая огранка». Первой бриллиантовой огранкой была одинарная огранка: самая большая грань, так называемая площадка, окружена 8 фасетами меньшего размера на коронке (коронкой называется верхняя часть камня) и 8 фасетами на павильоне (павильон — это нижняя часть камня). В XVII в. на основе этой огранки возникла «двойная огранка» («огранка Мазарини»), включающая по 16 граней коронки и павильона, верхнюю площадку и маленькую нижнюю грань (колету). Тем временем число фасетов продолжало расти. К середине XVII в. появилась «тройная огранка» («огранка Перуцци»). В разных вариантах огранки, включая «бразильскую» и «лиссабонскую», количество фасетов достигло 58. Столько же фасетов сохраняется и в современной бриллиантовой огранке, появившейся в двадцатых годах XIX века вместе с механической обработкой камней.

Пропорции современной бриллиантовой огранки разрабатывались многими гранильщиками: Генри Морсом, Марселем Толковским, которые с помощью математического аппарата проанализировали и систематизировали строение, оптические свойства алмазов и предложили способы обработки, обеспечивающие их максимальный блеск, сверкание и красоту. «Бриллиантовая огранка» используется также при обработке драгоценных камней. Различные варианты бриллиантовой огранки разрабатываются и в настоящее время в соответствии со стандартами Скандинавской номенклатуры бриллиантов и Международного алмазного совета.

В данной работе рассматриваются четыре наиболее популярные вида огранки алмазов и с помощью математического аппарата раскрываются их геометрические характеристики, которые необходимо учитывать при их дальнейшей обработке.

## УРАВНЕНИЯ В ПОЛНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛАХ

Симонова А.М., Аксенов С.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет

e-mail: morrg.mir@gmail.com

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Зуева Г.А.

В настоящее время уравнения в полных дифференциалах используются для решения физических и экономических задач, например, для оптимизации инвестиционного процесса. Решение данных уравнений позволяет рационально распределять инвестиции по различным секторам распределения ресурсов.

В работе приведены общие сведения о полном дифференциале функции нескольких переменных, а также общий вид и свойства уравнений, содержащих в себе полный дифференциал.

Дифференциальное уравнение вида:

$$M(x; y)dx + N(x; y)dy = 0, \quad (1)$$

называется уравнением в полных дифференциалах, если существует такая функция двух переменных  $u(x; y)$  с непрерывными частными производными, что справедливо выражение:

$$du(x; y) = M(x; y)dx + N(x; y)dy,$$

где  $M(x; y)$  и  $N(x; y)$  – непрерывные, дифференцируемые функции, для которых выполняется соотношение :

$$\frac{\partial M}{\partial y} = \frac{\partial N}{\partial x}.$$

Общий интеграл уравнения в полных дифференциалах имеет вид:

$$\int_{x_0}^x M(x; y)dx + \int_{y_0}^y N(x_0; y)dy = C,$$

где  $P(x_0; y_0)$  – точка, в окрестности которой существует решение дифференциального уравнения (1).

В работе рассмотрены методы решения данных уравнений:

- 1) метод последовательного выделения дифференциала;
- 2) метод последовательного интегрирования;
- 3) метод интегрирования вдоль кривой.

В некоторых случаях, когда левая часть уравнения (1) не является полным дифференциалом, удается подобрать функцию  $\mu(x; y)$  такую, что после умножения на нее всех членов уравнения левая часть уравнения становится полным дифференциалом.

В таком случае уравнение (1) приобретает вид:

$$\mu M(x; y)dx + \mu N(x; y)dy = 0.$$

Если предположить, что интегрирующий множитель зависит только от переменной  $x$  или только от переменной  $y$ , то интегрирующий множитель будет иметь вид:

$$\mu = e^{\int \frac{\frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial M}{\partial y}}{N} dx} \quad \text{или} \quad \mu = e^{\int \frac{\frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial M}{\partial y}}{M} dy}.$$

Приведены примеры решения уравнений в полных дифференциалах.

# ТЕОРИЯ ГРАФОВ В ХИМИИ

Степанова Д.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[diana.stepanova2000@mail.ru](mailto:diana.stepanova2000@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н, доцент Лысова М.А.

Теория графов – это раздел математики, который изучает дискретные структуры, называемые графами. Теория графов имеет большое прикладное значение, в том числе и в химии.

Граф – совокупность точек (вершин) и совокупность соединяющих их линий (ребер). В математике графы можно задавать и описывать различными способами: матрица смежности вершин, матрица инцидентности вершин и ребер, матрица степеней вершин, матрица расстояний. Также существует большое разнообразие графов: ориентированные, неориентированные, смешанные графы; связные и несвязные графы; полные графы, сети, деревья и т.д. Графы можно объединять, находить их пересечение, разность.

В химии теорию графов можно использовать при изучении структурного строения химических элементов. Порядок соединения атомов имеет ключевое значение для свойств вещества. На ней основано представление молекул с помощью графов, в которых атомы играют роль вершин, а химические связи между ними – это ребра, соединяющие вершины. В графическом представлении длины связей и углы между ними игнорируются.

В следующей таблице приведены примеры некоторых веществ и описание графов, которые им соответствуют.

Вещество	Граф	Описание графа
Бутан		Неориентированный граф, состоящий из четырех вершин и трех ребер. Граф – связный, является деревом.
Циклопропан		Неориентированный граф, состоящий из трех вершин и трех ребер. Граф – связный, полный, является сетью.
Хлористая кислота		Неориентированный граф, состоящий из четырех вершин и четырех ребер. Граф – связный, содержит цикл.

В программе Microsoft Excel для химического элемента можно построить матрицы (рис.1), которые описывают его граф. Так можно увидеть, как выглядит тот или иной химический элемент. Анализируя графы различных химических веществ, можно сделать вывод, что сетевые модели графов свойственны органической химии, а линейные модели – неорганической химии.



Рис. 1. Матрицы смежности и инцидентности химических элементов

Таким образом, в данной работе использовались знания из химии и математики, а программа Microsoft Excel позволила обработать данные и наглядно их представить.

1. Зефирова Н.С., Кучанов С.И. Применение теории графов в химии. Новосибирск: Наука, 1988. – 306 с.
2. Кинг Р. Химические приложения топологии и теории графов. М.: Мир, 1987. – 560 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Торопова Д. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[daria.verhovetskaya14@gmail.com](mailto:daria.verhovetskaya14@gmail.com)

Научный руководитель: д. ф.-м. н., профессор Зуева Г.А. (ИГХТУ)

В данной работе будут изучены обыкновенные дифференциальные уравнения, их виды и рассмотрено применение обыкновенных дифференциальных уравнений к решению задач по физике и геометрии.

Обыкновенное дифференциальное уравнение – это уравнение вида

$$F\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx^2}, \dots, \frac{d^ny}{dx^n}\right) = 0.$$

где  $y=f(x)$  есть функция одной независимой переменной.

Обыкновенные дифференциальные уравнения бывают следующих видов

- Первого порядка
  - С разделяющимися переменными
  - Однородные
  - Линейные
  - В полных дифференциалах
  - Уравнения Бернулли
- Второго и высшего порядков
  - Линейные однородные
  - Линейные неоднородные

Решение многих задач основано на физическом и геометрическом смысле первой производной.

Физический смысл первой производной: производная  $y'(x)$  функции  $y(x)$  – это мгновенная скорость изменения этой функции.

Геометрический смысл первой производной: производная  $y'(x_0)$  функции  $y = f(x)$  равна угловому коэффициенту касательной к графику функции  $y = f(x)$  в точке  $x_0$ .

В работе будут рассмотрены примеры решения

- физической задачи на нахождение промежутка времени вытекания воды из чаши с помощью дифференциального уравнения первого порядка с разделяющимися переменными;
- физической задачи на нахождение периода колебаний с помощью линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка;
- геометрической задачи на нахождение уравнения поверхности зеркала, отражающего лучи параллельно оси его вращения.

3. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления : Учеб. для вузов / Н.С. Пискунов. - М.: Интеграл-Пресс, 1985., Т.2., изд. 13,- С. 560.

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАКСИМУМА И МИНИМУМА ФУНКЦИИ К РЕШЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Хабибулин Н. М., Андреевков А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,

[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [yoda\\_5@mail.ru](mailto:yoda_5@mail.ru)

Научный руководитель: д. ф.-м. н., профессор Зуева Г.А. (ИГХТУ)

В нашей жизни мы сталкиваемся с задачами, требующими нахождения оптимального решения. Большинство из них можно решить, находя максимум и минимум функции, наибольшее и наименьшее значение, используя производную. Задачи на оптимизацию могут быть различного содержания: алгебраического, геометрического и тригонометрического. Задачи на максимум-минимум были одними из тех, которые привели к созданию дифференциального исчисления.

Несколько основных определений и понятий теории максимуму и минимуму.

Определение. Точка  $x_0$  называется точкой минимума функции  $f$ , если для всех  $x$  из некоторой окрестности  $x_0$  выполняется неравенство  $f(x) > f(x_0)$ .

Определение. Точка  $x_0$  называется точкой максимума функции  $f$ , если для всех  $x$  из некоторой окрестности  $x_0$  выполняется неравенство  $f(x) < f(x_0)$ .

Не стоит смешивать понятия :

максимум и наибольшее значение функции на отрезке,.

минимум и наименьшее значение функции на отрезке.

Для точек минимума и максимума функции есть общее название - точки экстремума.

Экстремумом функции называется максимальное (минимальное) значение функции на заданном множестве. Точка, в которой достигается экстремум называется точкой экстремума.

Кратко излагается алгоритм поиска экстремума функции:

1) Вначале необходимо найти область определения функции.

2) Затем следует найти критические точки (это те точки, в которых выполняется пока лишь необходимое условие экстремума функции). Критические точки обязательно должны быть внутренними точками области определения функции.

3) Теперь находим точки экстремума функции, т.е. точки максимума и минимума (это те точки, в которых производная, проходя через критическую точку, изменяет знак). Подставляем точки экстремуму в функцию, находим экстремумы.

Заметим, что задачи на нахождение экстремума не нужно путать с задачами на нахождение наибольшего и наименьшего значения функции.

Предложены примеры решений следующих задач:

1) типовая задача на экстремум функции,

2) геометрическая задача,

3) экономическая задача,

4) инженерная задача

Список использованной литературы:

4. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления : Учеб. для втузов / Н.С. Пискунов. - М.: Интеграл-Пресс, 2001. Т.2. - С. 351-354.

# ИНТЕГРИРОВАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ДРОБЕЙ ЧЕТВЁРТОГО ТИПА

Чернова К.А

Ивановский государственный химико-технологический университет

[milka.74@mail.ru](mailto:milka.74@mail.ru)

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Лысова М. А.

Интегрирование дробно-рациональных функций является одной из важных задач в математическом анализе. Правильные рациональные дроби вида:

I.  $\frac{A}{x-a}$ ,

II.  $\frac{A}{(x-a)^R}$ , ( $R$  – целое положительно число  $\geq 2$ ),

III.  $\frac{Ax+B}{x^2+px+q}$ , ( $p^2 - q < 0$ ),

IV.  $\frac{Ax+B}{(x^2+px+q)^R}$ , ( $R$ -целое положительное число  $\geq 2$ )

называются простейшими дробями I, II, III, и IV типов. Всякую рациональную дробь можно представить в виде суммы простейших дробей. Интегрирование простейших дробей I, II и III типов не составляет большой трудности: Интегралы от дробей типа I и II вычисляются подведением под знак дифференциала с последующей заменой переменной. Для интегрирования дроби типа III выделяем полный квадрат в знаменателе, чтобы подобрать подстановку.

Более сложных вычислений требует интегрирование простейших дробей IV типа. Рассмотрим более подробно:

$$\int \frac{Ax+B}{(x^2+px+q)^R} dx = \int \frac{\frac{A}{2}(2x+p) + (B - \frac{Ap}{2})}{(x^2+px+q)^R} dx = \frac{A}{2} \int \frac{2x+p}{(x^2+px+q)^R} dx + \left(B - \frac{Ap}{2}\right) \int \frac{dx}{(x^2+px+q)^R}.$$

Первый интеграл берется подстановкой  $x^2 + px + q = t$ ;  $(2x + p) dx = dt$ :  $\int \frac{2x+p}{(x^2+px+q)^R} dx = \int \frac{dt}{t^R} = \int t^{-R} dt = \frac{t^{-R+1}}{1-R} + C = \frac{1}{(1-R)(x^2+px+q)^{R-1}} + C.$

Второй интеграл запишем в следующем виде:  $\int \frac{dx}{(x^2+px+q)^R} = \int \frac{dt}{(t^2+m^2)^R}$  (1)

Полагая, что  $x + \frac{p}{2} = t$ ,  $dx = dt$ ,  $q - \frac{p^2}{4} = m^2$ .

$$\int \frac{dt}{(t^2+m^2)^R} = \frac{1}{m^2} \int \frac{(t^2+m^2)-t^2}{(t^2+m^2)^R} dt = \frac{1}{m^2} \int \frac{dt}{(t^2+m^2)^{R-1}} - \frac{1}{m^2} \int \frac{t^2}{(t^2+m^2)^R} dt.$$

Преобразуем последний интеграл:

$$\int \frac{t^2 dt}{(t^2 + m^2)^R} = \int \frac{t * t dt}{(t^2 + m^2)^R} = \frac{1}{2} \int t \frac{d(t^2 + m^2)}{(t^2 + m^2)^R} = -\frac{1}{2(R-1)} \int t d\left(\frac{1}{(t^2 + m^2)^{R-1}}\right).$$

Интегрируя по частям, будем иметь:

$$\int \frac{t^2 dt}{(t^2 + m^2)^R} = -\frac{1}{2(R-1)} \left[ t \frac{1}{(t^2 + m^2)^{R-1}} - \int \frac{dt}{(t^2 + m^2)^{R-1}} \right]$$

Подставляя полученное выражение в равенство (1), получим:

$$\int \frac{dt}{(t^2+m^2)^R} (2) = \frac{1}{m^2} \int \frac{dt}{(t^2+m^2)^{R-1}} + \frac{1}{m^2} \frac{1}{2(R-1)} \left[ t \frac{1}{(t^2+m^2)^{R-1}} - \int \frac{dt}{(t^2+m^2)^{R-1}} \right] = \frac{t}{2m^2(R-1)(t^2+m^2)^{R-1}} + \frac{2R-3}{2m^2(R-1)} \int \frac{dt}{(t^2+m^2)^{R-1}}. \quad (2)$$

В правой части содержится интеграл того же типа, что и (2), но показатель степени знаменателя на единицу ниже; таким образом, выразим  $I_R(2)$  через  $I_{R-1}$ . Продолжая идти тем же путем, дойдём до известного интеграла:  $\int \frac{dt}{t^2+m^2} = \frac{1}{m} \arctg \frac{t}{m} + C$ . Подставляя затем всюду вместо  $t$  и  $m$  их значения, получим выражение интеграла IV типа через  $x$  и заданные числа  $A, B, p, q$ .

Таким образом, интегрирование простейших дробей IV типа происходит с последовательным понижением степени знаменателя.

1. Пискунов, Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов/ Н.С.Пискунов // -1968. - №8. – С. 335-337.



Секция «Город и общество: гуманитарное измерение»

# ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА И ЕГО ОЦЕНКА ЗАРУБЕЖНЫМИ ХИМИКАМИ, СОВРЕМЕННОКАМИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Алистер Д.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
matchoaa@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Благовестный А. Ю. (ИГХТУ)

Периодическая система элементов оказала большое влияние на последующее развитие химии. В 1871 г. на основе этих работ Менделеев сформулировал Периодический закон, форма которого со временем была несколько усовершенствована.

В выступлении на основе англоязычных источников и русскоязычной справочной литературы рассматривается рецепция периодического закона Д.И. Менделеева его современниками в России и за рубежом. Цель исследования – проанализировать источники на русском и английских языках, связанные с открытием закона и его оценкой современниками ученого.

Сущность открытия Менделеева заключалась в том, что с ростом атомной массы химических элементов их свойства меняются не монотонно, а периодически. После определённого количества разных по свойствам элементов, расположенных по возрастанию атомного веса, свойства начинают повторяться. Отличием работы Менделеева от работ его предшественников было то, что основой для классификации элементов у Менделеева была не одна, а две — атомная масса и химическое сходство. Таблица не только была первой естественной классификацией химических элементов, показавшей, что они образуют стройную систему и находятся в тесной связи друг с другом, но и явилась могучим орудием для дальнейших исследований.

Тем не менее периодический закон с самого начала не только вызвал интерес научного сообщества и стал краеугольным камнем в освоении разных химических дисциплин, но и спровоцировал резкую критику со стороны определенных учёных. Так, к примеру, Роберт Бунзен и его ученики в течение ряда лет активно подвергали критике данное открытие, считая его ненадежным и недоработанным. Некоторые зарубежные ученые восприняли этот факт открытия Периодического закона как научное легкомыслие, необоснованную дерзость. Периодический закон и составленная Д.И. Менделеевым на его основе таблица «Периодическая система химических элементов» рассматривались как гипотеза, т. е. предположение, нуждающееся в проверке. Учёный понимал это и именно для проверки правильности открытого им закона и системы элементов подробно описал свойства не открытых ещё элементов, и даже способы их открытия, исходя из предполагаемого их места в системе. Научная достоверность идей Д.И. Менделеева была подтверждена открытием галлия (1875) Лекоком де Буаборданом, скандия Нильсеном (1879), германия (1886) Клеменсом Винклером.

Периодическая система оказалась таким открытием, которое по характеру своему не могло мирно почивать на полках библиотек, а требовало мирового распространения, обсуждения и признания. И в этом признании учёные мира не отказали Дмитрию Ивановичу. Важным событием для мировой научной общественности стала его Фарадеевская лекция в британском Химическом обществе, выступление Д.И. Менделеева в Манчестере (Англия), а также присуждение ему Королевским обществом в 1882 г. медали Дэви. Более ста научных обществ, университетов и академий избрали Менделеева своим членом, а его учебник «Основы химии» был переведен на несколько иностранных языков. Открытие Д.И. Менделеева стало компонентом научной картины мира, способствовало радикальному повороту в преподавании неорганической химии, утверждению диалектико-материалистических представлений о природных явлениях. Взаимосвязь химических элементов, общность в строении их атомов, взаимопревращаемость подтвердили идею о материальном единстве мира, познаваемости тайн природы.

## ИЗОБРАЗИТЕЛЬНО-ВЫРАЗИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА В ПОЭЗИИ В.В. МАЯКОВСКОГО

Азорабекова В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

azorabekova01@mail.ru

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Здорикова Ю. Н. (ИГХТУ)

В.В. Маяковский – один из самобытных русских поэтов. В его поэзии удивительным образом сочетаются самые разнообразные средства выразительности, как фонетические, так и лексические, синтаксические. Приведем некоторые примеры: 1) аллитерация – *«Бей, барабан! Барабан, барабань!.. Баарбей! Баарбань! Баарабан!»* (из поэмы «15000000»), ритм задается сочетанием согласных *б* и *р*); 2) ассонанс – *«Превращусь не в Толстого, так в толстого, – ем, пишу, от жары балда. Кто над морем не философствовал? Вода»* («Мелкая философия на глубоких местах», повторяются гласные звуки [и], [а], [о]); 3) метафора – *«По мостовой моей души изъезженной шаги помешанных вьют жестких фраз пяты»* («По мостовой...»); 4) метонимия – *«А в двери – бушлаты, шинели, тулупы»* («Хорошо»); 5) гипербола – *«глаза-небеса»* («Если я чего написал»), *«В сто сорок солнц закат пылал»* («Необычайное приключение, бывшее с Владимиром Маяковским летом на даче»), *«Рабкор исписал карандашный лес»* («Баллада о бюрократе и о рабкоре»), 6) литота – *«Одному – бублик, другому – дырка от бублика»* («Мистерия-буфф»), 7) эпитеты – *«молодые стрекозлы»* («Любовь»), *«умишко хилый»* («Хорошо!»), 8) аллегория – *«Небывалей не было у истории в аннале факта: вчера, сквозь иней, звеня в «Интернационале», смольный ринулся к рабочим в Берлине. И вдруг увидели деятели сыска, все эти завсегдашние баров и опер, триэтажный призрак со стороны российской. Поднялся. Шагает по Европе»* («Потрясающие факты», здесь аллегория революция-призрак заимствована из первых строк коммунистического манифеста: «Призрак бродит по Европе, призрак коммунизма»), 9) гротеск – *«И вижу: Сидят половины людей, о, дьявольщина! Где же половина другая?»* («Прозаседавшиеся»), 10) ирония и сравнение – *«земля, ожиревшая, как любовница, которую вылюбил Ротшильд»* («Облако в штанах»), 11) олицетворение – *«дождь обрыдал тротуары»* («Облако в штанах»), 12) сравнение – *«В курганах книг, похоронивших стих, железки строк случайно обнаруживая, вы с удовольствием ощупываете их, как старое, но грозное оружие»* («Во весь голос»), 13) перифраза – *«В этой жизни помереть не трудно, сделать жизнь значительно трудней»* («Сергею Есенину», перефразировано двустопное из предсмертного стихотворения Есенина: *«В этой жизни умирать не ново, но и жить, конечно, не новей»*), 14) анафора – *«Ведь, если звезды зажигают – значит – это кому-нибудь нужно? Значит – кто-то хочет, чтобы они были? Значит – кто-то называет эти плевочки жемчужиной?»* («Послушайте!»), 15) антитеза – *«Можно забыть, где и когда пузы растил и зобы, но землю, с которой вдвоем голодал, – нельзя никогда забыть!»* («Хорошо!»), 16) градация – *«И в пролет не брошусь, и не выпью яда, и курок не смогу нажать»* («Лиличка!»), 17) лексический повтор – *«Чтоб жить не в жертву дома дырам, чтоб мог в родне отныне стать отец, по крайней мере, миром, землей, по крайней мере, мать»* («Прошение на имя...»), 18) эпифора – *«Деточка, все мы немного лошади, каждый из нас по-своему лошадь»* («Хорошее отношение к лошадям»).

# ЛИНГВОМЕНТАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЯЗЫКОВОЙ КАРТИНЫ МИРА КАК ОТРАЖЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО МЕНТАЛИТЕТА

Алешонкова А. А., Бобышкина Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
a-aleshonkova@list.ru

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Долинина И.В. (ИГХТУ)

Человеческое мышление и язык тесно связаны между собой. Природа этой взаимосвязи весьма неоднозначна, вокруг неё происходит множество дискуссий, однако в настоящее время в науке утвердилась точка зрения, что данная связь носит сложный характер.

История становления языка показывает, как благодаря возникновению и развитию членораздельной речи произошла существенная перестройка в познавательных способностях человека. При этом каждый национальный язык обладает как общими, так и уникальными лингвоментальными и лингвокультурологическими характеристиками, на основе которых формируется языковая картина мира нации.

В своей работе мы рассмотрели лингвоментальные особенности формирования национальной картины мира в языке некоторых народов. Лингвоментальные особенности языка нации напрямую соотносятся со спецификой становления речи и мышления. Они во многом связаны с лингвокультурологическими характеристиками языка, в которых отражается национально-культурное своеобразие менталитета нации.

При исследовании роли языка в формировании мышления нации и человека наше внимание привлекла гипотеза лингвистической относительности, анализирующая взаимосвязь языка и познания. Несмотря на то, что данная гипотеза подвергалась критике в начале XX столетия, интерес к ней снова возрос в наши дни.

Согласно формулировке гипотезы Сепира-Уорфа, структура языка оказывает формирующее воздействие на человеческое мышление и на то, как он познаёт окружающий мир. Наряду с лингвистическими категориями в формировании языка активно участвует национальное мышление, формирующееся под влиянием традиций, неязыкового поведения народа, особенностей среды его обитания и других экстралингвистических факторов.

Опираясь на данную гипотезу, мы проанализировали интересные лингвоментальные особенности языковой картины мира некоторых народов и выявили закономерности. Во-первых, язык со всей своей национальной спецификой влияет на когнитивные способности людей, участвуя в формировании мышления как нации в целом, так и каждого её члена в частности. Во-вторых, в языках, для которых характерно отсутствие указания на гендерную принадлежность слов, велика вероятность закрепления гендерных стереотипов и предрассудков. В-третьих, огромное количество существующих в мире языков отражает бесконечное разнообразие способов мышления разных народов.

Для своих наблюдений мы отобрали данные этнолингвистики, для которой наибольший интерес представляют языки различных племен. Нами были выделены наиболее интересные из них. В каждом языке отражена лингвоментальная специфика языковой картины мира его носителей: язык племени Гуугу Йимитирр, в котором вы не являетесь центром вселенной (Австралия); язык племени куук таайорре, в котором время протекает с востока на запад (Австралия); язык племени Матсес, выражающий степень достоверности мыслей (Перу); язык Йели Дние, в котором цвета становятся метафорами (Папуа-Новая Гвинея); язык племени Пираха, в котором нет ни чисел, ни цветов, ни понятия “завтра” (Амазония). Рассмотрев примеры более подробно, мы убедились в том, что на образ мыслей влияет не только язык, но и условия жизни, причем это влияние со стороны обоих факторов равнозначно.

Таким образом, становление язык тесно связано с развитием сознания человека. И вместе с тем лингвоментальная специфика каждого языка лежит в основе национальной картины мира народа. Именно анализ лингвоментальных особенностей языков разных наций показывает, насколько по-разному люди воспринимают и интерпретируют окружающую реальность.

# ХИМИЯ ПО-РУССКИ: ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЯЗЫКА ХИМИИ ТУРКМЕНСКИМИ СТУДЕНТАМИ

Ачылов Бляс Торе оглы

Ивановский государственный химико-технологический университет

ylasacylov4626@gmail.com

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Долинина И.В. (ИГХТУ)

Союз науки и производства – одно из условий прогресса в экономике Туркменистана. Для поступательного развития стране нужны квалифицированные специалисты. В последние годы химическая отрасль в Туркменистане нарастила внушительный потенциал, поэтому востребованной является специальность химика, которую туркменские студенты охотно приобретают за рубежом – преимущественно в России.

Одно из условий обучения химии в России – знание русского языка. Научный стиль речи, которым должны овладеть студенты, существенно отличается от разговорного языка, обладает своими лексическими, грамматическими и синтаксическими трудностями.

Помочь справиться с трудностями русского научного стиля помогут установление и разбор языковых аналогий и различий. Начать можно с лексических аналогий химических терминов в русском и туркменском языках, среди которых много интернациональных. Так, мы видим полные аналогии в терминах: кислород / kislород, водород / wodorod, азот / azot, углерод / uglerod, фосфор / fosfor, хлор / hlor. Девяносто процентов названий из Периодической таблицы являются общими для русского и туркменского языков. Поэтому внимание следует уделить терминам, которые звучат или называются иначе. Например, по-иному произносится по-туркменски алюминий – «aluminum», другие названия у железа – «demiz», серы – «kükürt», меди – «misin».

В терминах неорганической химии русского и туркменского языков больше тождества, чем различия, поскольку развитие химической науки в Туркменистане начинается во времена СССР. Туркменские химики заимствовали термины из русского языка, поэтому «кислота» – «kislota», «оксид» – «oksid», «гидроксид» – «gidroksid», «сульфат» – «sulfat» и т.д. Однако и здесь есть свои лексические различия: например, «щёлочи» – «asgrlar», «соль» – «дуз».

Существенная разница между русским и туркменским языками сказывается на грамматическом уровне. Так, названия сложных веществ в русском языке построены на инверсии, учитывающей русские грамматические законы, например, NaO – оксид натрия, CaCO<sub>3</sub> – карбонат кальция. Однако в туркменском языке такие термины читаются по прямому порядку слов: «natriu orsidi» – «натрия оксид», «kalsiy karbonaty» – «кальций карбонат». Русские грамматические особенности в образовании названий сложных веществ следует сразу отметить и запомнить.

Также названия кислот на туркменском языке может образовываться с туркменскими аффиксами. Если кислота сильная, в её названии используется название вещества и слово «кислота», например: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – kükürt kislotsy, то есть «сера кислота»; HNO<sub>3</sub> – azot kislotsy, то есть «азот кислота». Однако в названиях слабых кислот, при образовании которых в русском языке задействован суффикс *-ист* (сернистая, азотистая), в туркменском языке используется аффикс *-ly*: H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> – kükürtly kislota; HNO<sub>2</sub> – azotly kislota.

Значительные трудности вызывает русский научный синтаксис. Туркменская грамматика научной речи выглядит как инверсия к русской. Например, дефиниция «Химия – это наука о веществах и их свойствах» при переводе на туркменский выглядит так: «Химия – бу мадалар ве оларын хаслетлер барадакы ылым», что обратно переводится примерно в таком виде: «Химия – это вещества и их свойства о наука». В туркменском языке нет падежей, поэтому грамматика регулируется в первую очередь порядком слов, когда подлежащее и сказуемое обозначают собой границы предложения, а между ними помещаются второстепенные члены. Например: обратный перевод русского предложения «Вещества бывают твёрдые, жидкие и газообразные» будет: «Вещества твёрдые, жидкий и газ в виде бывают».

Учёт при изучении химии специфики научного стиля русского языка, в котором есть свои правила образования терминов и построения научных конструкций, в соотнесении с особенностями туркменского языка помогает определить аналогии и различия между этими языками и в будущем избегать ошибок в построении предложений на русском языке.

# ПОЛЬЗА И ВРЕД НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Байеми Морис Сезар

Ивановская государственная медицинская академия

mary.usatenko@yandex.ru

Научный руководитель: старш. преподаватель Усатенко М.Н. (ФГБОУ ВО ИвГМА МЗ России)

Люди по-разному относятся к новым изобретениям. Некоторые полагают, что сложные гаджеты на самом деле полезны и необходимы, в то время как другие считают их ужасными из-за их отрицательного влияния на людей. Новые технологии приносят для человека и пользу, и вред одновременно.

Пользу, потому что с помощью компьютеров мы можем узнать больше о том, как сохранить здоровье, как справиться с заболеваниями, как их предотвратить, чем лучше питаться. Школьники и студенты могут найти информацию для выполнения домашнего задания.

С помощью новых технологий можно выполнить всю грязную и тяжелую работу, такую, например, как уборка.

Устройства экономят как время, так и место. Например, компьютерный диск может вмещать столько же информации, как несколько толстых книг.

Машины помогают людям в разных сферах деятельности. Развитие новых технологий обеспечивает нас такими инструментами, которые позволяют легче выполнять наши ежедневные обязанности. Они обеспечивают нам доступ к большому количеству информации, необходимой для профессионального развития. Новые технологии позволяют выполнять нашу работу скорее и с меньшим количеством ошибок. Это приносит организованность в различные сферы деятельности, это улучшает нашу жизнь. Польза, которую приносят нашей цивилизации радиоволны, поистине неоценима.

Развитие новых технологий приносит вред потому, что это замедляет умственное развитие детей, они становятся ленивыми, не читают книг, впадают в зависимость от компьютеров.

Люди не хотят работать из-за влияния устройств. Они становятся ленивыми и неорганизованными. Они ждут, когда их последние изобретения сделают всё за них. Более того, по мнению ученых, многие широко распространенные гаджеты обладают излучением, которое может вызвать серьезные проблемы со здоровьем. Кроме того, всё больше и больше людей становятся зависимыми от компьютера, телевизора или мобильного телефона.

В 2003 году исследования шведских учёных доказали, что радиоизлучение повреждает нервные клетки головного мозга и нарушает его токи. В результате люди игнорируют свои домашние обязанности, учебу или работу и проводят всё своё время перед ноутбуком или экраном телевизора.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отмечает, что негативные последствия проявляются у большинства молодых людей и детей — физическая активность у них заменяется сидением перед компьютером или телевизором, они едят сладости, что не идёт им на пользу. Это повышает уровень холестерина в крови и распространение такого заболевания, как диабет и другие.

Итак, чтобы избежать или уменьшить нанесение вреда здоровью, необходимо работать за компьютером не постоянно, а дозированно, не есть за компьютером, делать перерывы в работе за компьютером каждые 45-60 минут, после работы за компьютером делать зарядку для глаз и позвоночника, делать выходной от работы за компьютером.

1. Влияние современных технологий на нашу жизнь. [Электронный ресурс] — Режим доступа: [https://iloveenglish.ru/topics/tekhnicheskij\\_progress/vliyanie\\_sovremennikh\\_tekhnologij\\_na\\_nashy\\_zhizn](https://iloveenglish.ru/topics/tekhnicheskij_progress/vliyanie_sovremennikh_tekhnologij_na_nashy_zhizn)
2. Новые технологии – новые проблемы, или о вреде и пользе Интернета. [Электронный ресурс] — Режим доступа: [http://www.nedug.ru/news/популярно\\_о\\_здоровье/2000/6/16/Новые-технологии-новые-проблемы-или#.XKkrA9jVLIU](http://www.nedug.ru/news/популярно_о_здоровье/2000/6/16/Новые-технологии-новые-проблемы-или#.XKkrA9jVLIU)

## АУТИЗМ КАК СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКАЯ ПРОБЛЕМА

Баяндина М.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

b.marie.sr@gmail.com

Научный руководитель: д.филос.н., профессор Зеленцова М. Г. (ИГХТУ)

Аутизм – это генетическое заболевание, которое характеризуется выраженным и всесторонним дефицитом социального взаимодействия и общения, а также ограниченными интересами и повторяющимися действиями. Врожденный аутизм начинает проявляться в возрасте до трёх лет, когда ребенок должен активно изучать окружающий мир. Однако сегодня схожие с аутизмом изменения все чаще отмечаются не только у детей, но и у подростков, например, у геймеров. Это явление получило название «аутизация личности», или «приобретенный аутизм».

В эпоху цифровых технологий общество столкнулось с серьезной проблемой зависимости подростков от сети Интернет, гаджетов, снабженных различными «игрушками», которые поглощают внимание подрастающего поколения целиком и полностью. На фоне этого у подростков с их еще не окрепшей психикой проявляются изменения в развитии, сокращаются до минимума социальные контакты, заметными становятся ограниченность интересов и повторяющийся «репертуар» поведения.

Цифровые технологии искажают цели и смысл жизни, приводя к нежеланию читать, неумению сосредоточиться, анализировать, обобщать, познавать себя и мир. Примерно 10% подростковой аудитории оценивают Сеть как неотъемлемую часть своей жизни. Они ограничиваются виртуальным пространством, которое и становится «заместительной» реальностью. Происходит аутизация личности, ее отрыв от социальной среды.

С точки зрения философии, аутизм не метафизичен, это не выражение сущности человека, но феномен, соответствующий определенной сфере реальности, экзистенциальному аспекту жизни. Аутизация личности – не абстрактная болезнь, которую необходимо подчинить и уничтожить, а реальность, неподвластная детерминации со стороны внешних причин. Аутист – это человек, лишенный самосознания и определенной позиции в мире, это беспомощное, грезящее существо, «плывущее по течению» в потоке непредсказуемых случайностей. В этом потоке нет законов и упорядоченности, здесь не за что ухватиться. Чтобы выйти из бесструктурного потока бытия, сохранить себя как личность, человек должен сам себя ограничивать в своих грезах и влечениях, владеть самоконтролем, осознанием происходящего, а также активно взаимодействовать с социумом.

Конечно, путь самоопределения является достаточно сложным. Поэтому общество должно помочь молодым людям справиться с проблемой аутизации. Для ослабления игровой зависимости как одной из главных причин приобретенного аутизма используются психотерапия, медикаментозные препараты, а также гипноз.

Психотерапия направлена на коррекцию семейных отношений, устранение негативных психологических установок (замкнутости), лечение страхов. Успешно применяется метод гештальт-терапии, который помогает «закрыть гештальт», т. е. разрешить проблему. Симптоматическая лекарственная терапия компьютерной игровой зависимости направлена на лечение депрессии, бессонницы, повышенной тревожности и раздражительности.

Огромную роль в предотвращении подростковой аутизации играет семья. Родителям рекомендуется проводить больше времени с ребенком, озаботиться его занятостью, заинтересовать каким-либо видом спорта или творчеством. Необходимо постоянно поощрять ребенка за успехи, хвалить, поддерживать его самооценку.

Контроль на уровне законодательства также важен. Например, в Китае вводят систему идентификации игроков, чтобы ограничить время игры для геймеров младше 12 лет.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что зависимость от цифровых технологий заставляет человека неосознанно отказываться от своей личности, перенося ее в виртуальное пространство. Подросток теряет связь с реальным миром, а значит, и с самим собой. Но по сравнению с аутизмом как генетическим заболеванием, не поддающимся излечению, аутизацию личности можно предотвратить или обернуть вспять.

## ОБРАЗ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА В РУССКОЙ ЯЗЫКОВОЙ РЕЦЕПЦИИ

Белова А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

aleksandra.belova.1998@mail.ru

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Долинина И.В. (ИГХТУ)

В русской языковой картине мира имя Д. И. Менделеева ассоциируется с химией и открытием Периодической таблицы. Однако знаменитый учёный в полной мере заслуживает звания уникального человека, универсального в своей одарённости. Подтверждение этому мы находим в исследовании образа Д. И. Менделеева, который получил отражение в языковой рецепции его современников: членов семьи, друзей, знакомых, учеников, последователей и поклонников. В связи с этим цель нашего исследования состоит в выявлении, а также в интерпретации и классификации языковых единиц, характеризующих Дмитрия Ивановича в языковой картине мира того времени. Как показало наше исследование, языковые репрезентанты, формирующие образ Менделеева, можно подразделить на семантические группы со значениями: 'учёный', 'мастер своего дела', 'знаток искусства', 'личность', 'легенда'.

Конечно, в первую очередь имя Менделеева синонимизируется со словами «великий учёный», «химик». Его называют: «творец периодической системы элементов», «великий труженик науки», «герой науки». Многочисленны определения со словом «гений»: «гений химии», «печать гения», «гений, который сохраняет в веках немеркнувшее сияние славы».

Не менее ярко репрезентирован образ Менделеева в общем значении, которое мы определили как 'мастер своего дела'. Современники сравнивали Менделеева с Леонардо да Винчи, поскольку Дмитрий Иванович также имел много талантов. В языковой рецепции русских носителей языка Менделеев получает определения «педагог», «оратор», «естествоиспытатель», «путешественник», «экономист», «аграрий» и «хозяйственник», «чемоданных дел мастер».

Так, студентами учёный охарактеризован как «выдающийся лектор», ораторские способности которого уникальны, так как «Менделеев не был оратором в обычном смысле слова. Про него кто-то сказал, что он говорит, точно камни ворочает». Своим ученикам он напоминает «микеланджеловского Моисея» и «титана в сумрачной аудитории».

Менделеев характеризуется как естествоиспытатель, получая от современников определение учёного, «всецело преданного делу науки и стремлению к истине, ради которых был способен на геройские подвиги, даже с опасностью для своей жизни».

Языковые репрезентации личности Д. И. Менделеева как мастера – слова «путешественник» и «экономист». Учёный посетил более 100 городов мира как путешественник-экономист, изучающий состояние науки и промышленности. Экономические соображения по усовершенствованию сельского хозяйства он активно внедрял в своей усадьбе Боблево. Поэтический образ этой усадьбы, сейчас неразрывно связанный с именем Менделеева, отражён в сборнике стихов «Менделеевская рожь»: «А Менделеев приобрёл свой рай в краю рассветов».

Простые люди знали Менделеева как «чемоданных дел мастера» потому, что он любил изготавливать чемоданы, переплетал книги и склеивал всевозможные подручные предметы.

«Своеобычным» был круг интересов и увлечений Д. И. Менделеева: в языковой рецепции своих друзей и знакомых он предстаёт как «знаток литературы», «ценитель живописи», «меломан», «шахматист». Указание на круг интересов учёного семантизируется в определениях «друг художников», «коллекционер живописи», «член Российской академии художеств», «художественный критик». Композитор А. П. Бородин прозвал его «Леонорой» за то, что учёный часто напевал увертюру из одноименной оперы Бетховена.

В языковой рецепции своего окружения знаменитый учёный показан как человек с большой буквы: он замечательный отец, «человек душевных исключительных качеств, с мужественным и неустрашимым характером». Его личность стала поистине легендарной, поэтому мы можем выделить ещё одно семантическое значение в его языковом образе – это 'легенда'. Менделеева нарекли «изобретателем водки», а Периодическую систему он якобы увидел во сне.

Сегодня имя Д. И. Менделеева – легенда химической науки. Он вошёл в историю как учёный и как человек, имеющий огромный опыт во многих областях науки, культуры, социальной жизни.



# ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ «УЧЁБА И ЭСТЕТИКА» КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭСТЕТИКИ УЧЕБНОГО И НАУЧНОГО ТРУДА

Беляева В. Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
namifutumari@gmail.com

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Долинина И.В. (ИГХТУ)

Тенденции современного высшего образования формируют новое образовательное пространство. Обучаясь в вузе, студент должен быть готов к научно-исследовательской, проектной, технологической, организационно-управленческой деятельности. Приобрести указанные умения помогает правильная организация его учебно-познавательной деятельности. Хорошую успеваемость и формирование компетенций во многом обеспечивает грамотный подход к учёбе по логической схеме: поиск информации – её анализ – обработка – фиксация – усвоение. Для того чтобы сделать этот процесс чётким, доступным, кратким, интересным и красивым, мы разработали концепцию ознакомительно-ориентировочного (информационного) проекта «Учёба и эстетика», который разместили в социальной сети Вконтакте [[https://vk.com/sova\\_study](https://vk.com/sova_study)].

Актуальность проекта обусловлена тем, что сегодня среди студентов наблюдается недостаточная заинтересованность в образовательной и научной деятельности, есть необходимость повышения учебной культуры через погружение в эстетику обучения и научного труда. В связи с этим цель нашего проекта – раскрыть образовательный процесс с эстетической стороны, вдохновить участников проекта на научную работу. Недаром наш девиз: «Получаем новые знания, систематизируем знания, учимся применять их на практике».

Задачи проекта раскрываются следующим образом: 1) формирование осознанного отношения студента к образовательной деятельности; 2) поиск методов самоорганизации деятельности студента как в стенах учебного заведения, так и вне его; 3) повышение общего престижа студенчества; 4) стимулирование к занятиям наукой; 5) знакомство с полезными открытыми источниками информации, мотивация к их самостоятельному поиску.

Материалы проекта знакомят участников со спецификой научного стиля речи, помогают освоить продуктивные способы работы с его жанрами, формируют культуру научного труда, дают интересную и полезную информацию о книгах, учебниках, учёных и методистах благодаря ссылкам и библиографии источников. Мы размещаем материалы, содержание которых может заинтересовать широкую Интернет-аудиторию, мотивирует к расширению области своих интересов, стимулирует развитие навыков учебной и научной деятельности, способствует углублению знаний в актуальных научных областях. Упор делается на дисциплины, изучаемые автором проекта. Используются актуальные для молодёжи виды публикуемых материалов: статьи, переводы зарубежных статей, касающиеся образовательного процесса; подборки изображений, которые отвечают, по мнению автора, форме и содержанию научно-образовательной эстетики; обучающие схемы, видеоролики и презентации.

Наш проект уже функционирует, и план его реализации включает этапы: 1) создание сообщества; 2) подготовка тематического плана и расписания публикаций; 3) наполнение сообщества контентом: поиск и обработка материала, создание публикации по шаблону, заданному по каждому тематическому разделу, оформление с помощью элементов, привлекающих внимание, указание ссылок на использованные материалы, публикация; 4) обсуждения существенных вопросов, возникающих в процессе обучения, с целью обмена опытом для их решения; 5) проведение «марафонов» с целью совместной работы над конкретно поставленными задачами.

В перспективе по мере становления проекта контент сообщества станет более разнообразным: в частности, будет расширяться количество дисциплин, изучаемых в общем и углубленно.

Выводы о ценности проекта делаются автором на основе отзывов активных участников, уже успешно применяющих полученные знания и навыки на практике, например: «Отслеживая записи группы на протяжении достаточно длительного времени, мне удалось прийти к итогу... Большая часть материала собрана и раскинута по «полочкам» тетрадных листов».

# МОДЕЛЬ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ «РОССИЯ» ДЛЯ МИРОВОЙ ЯЗЫКОВОЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ

Белянин А. Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
sobaka9045@gmail.com

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Долинина И.В. (ИГХТУ)

У каждого народа существует модель национальной идентичности, связанная с определенными социальными, культурными и духовными ассоциациями. В. О. Коротин определяет национальную идентичность как «видение членами определённой социальной группы своего места в мире, в том числе на основе соотнесения с другими подобными группами (государствами или обществами)» [1, с. 129]. Продолжая мысль учёного, скажем, что определение национальной идентичности совершается в первую очередь через язык. И в этой связи для внутреннего самоопределения нации необходима парадигма лингвокультурных ассоциаций. Также через лингвокультурные ассоциации осуществляется внешнее определение нации со стороны «соседей» – других народов.

Известно, что лингвокультурные ассоциации могут представлять модели трёх видов: общую, национальную и индивидуальную. В своей работе нас интересовало соотношение национальной и общей моделей России, которые отражаются в языке и формируют внутренний и внешний образ российского народа. В некоторых своих языковых репрезентантах эти образы не совпадают. Целью нашего исследования стало выявление лингвокультурных репрезентантов, которые сформируют в сознании иностранного носителя языка достойное и положительное представление о России и россиянах.

Задачами нашей работы стало определение значимых изобретений в науке, культурных достижений, человеческих черт характера, некоторых социальных русских особенностей, которые могут презентировать представление о России и её жителях в сознании иностранцев. С этой целью мы провели опрос молодых россиян – всего участвовало 112 человек разных учебных заведений (общеобразовательные школы, вузы и колледжи) для выявления наиболее значимых языковых репрезентантов России.

В результате мы выяснили, что среди научных достижений молодые носители русского языка называют открытие сто шестнадцатого элемента периодической таблицы Менделеева – ливермолия, а также изобретение «бесконечной» флешки. Из учёных были названы Андрей Гейм, Константин Новосёлов, Михаил Лукин.

Относительно культурных достопримечательностей и достижений, достойных представить Россию, названы: города – Санкт-Петербург, Москва, Иваново; памятники архитектуры – монумент «Рабочий и колхозница», памятник-обелиск «Покорителям космоса»; песни – «Калинка», «Ой, мороз, мороз», «Катюша»; произведения живописи – «Утро в сосновом бору» Ивана Шишкина и «Апофеоз войны» Василия Верещагина. Из современной музыки молодые респонденты назвали рэп, из киноиндустрии – фильмы Юрия Быкова «Дурак» (2014) и «Завод» (2018). Среди мультфильмов молодое поколение выделяет проект «Смешарики».

Как и любую страну, Россию может представлять её кухня с «первым», «вторым» и «третьем» блюдом. Безусловные «лидеры» русской кухни – борщ, картофель и чай.

Из духовных ценностей для россиян важнее всего семья и родственные связи. Здесь стоит отметить роль бабушки, которая является хранительницей семейных традиций и вокруг которой объединяется семья.

## Литература

1. Коротин, В. О. Модели национальной идентичности в современном обществе / В. О. Коротин // Вестник Поволжского института управления. – № 4 (43). – 2014. – С. 128-133.

## «ЗОЛОТОЙ ФОНД» ТАДЖИКСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бойматов К.К.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
kybais99@mail.ru

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Николаева О.А. (ИГХТУ)

Таджикскую литературу можно считать продолжением классической персидской литературы. Прежде всего и в основном это связано с культурной и исторической близостью таджикского народа с персами и другими народами Ирана, а также языковой близостью таджикского и персидского языков.

Указанные поэты вошли в «золотой фонд» классической литературы. То есть темы их поэзии, идеи, особенности стихосложения представляют интерес не только как памятники древней культуры, но и как по сей день читаемые и любимые людьми разных национальностей и культур.

Основоположителем таджикской литературы по праву считается Рудаки, учёный, поэт, музыкант, певец, Рудаки стал знаменитым ещё в ранней молодости.

Он родился в 859 году в селении Панджруд. В его биографии содержится много упоминаний о том, что Рудаки был слеп от рождения. Однако современные исследователи ставят под сомнение этот факт, отмечая, что в его стихах очень красочные картины и многие описания слишком реалистичны для незрячего человека.

Исследователи отмечают, что Рудаки был плодовитым автором: им написано около 130 тысяч двустиший. Это поэмы, газели, рубаи и другие жанры персидской литературы, основателем которой он сам и считается. Переведены на русский язык его автобиографическая касыда «Жалоба на старость», несколько десятков рубаи. Исследователи его творчества отмечают, что наряду с хвалебными стихами, встречаются строки, в которых утверждается призыв к знанию, вера в мощь человеческого разума. Рудаки преимущественно использует простые поэтические средства, достигая ярких и зрелищных образов.

Один из самых известных таджикских поэтов хорошо нам знаком под именем Фирдоуси. Он родился на территории Ирана в 935 году. Фирдоуси поначалу служил у султана Махмуда, которому посвятил свою самую известную поэму «Шахнаме» – «Книгу царей». Это знаменитый памятник персидской литературы, в котором описывается вся история Ирана с древнейших времен до VII века, когда на его территорию проник ислам.

Имя этого поэта знают даже те, кто вообще ничего не знает ни о таджикской, ни о персидской литературе. Это знаменитый поэт, философ, врач, астроном и математик – Омар Хайям. Он родился в 1048 году в городе Нишапур в Иране. Всю свою жизнь он трудился и в книгохранилищах, и в обсерватории, и в качестве врача. Но нас Хайям интересует как поэт.

Хайям оставил большое количество известных произведений. При этом при жизни его знали только как ученого, его рубаи стали популярны намного позднее. В них он формулирует самые сокровенные мысли о человеке, жизни, знаниях, любви. В данный момент его перу приписывают около четырех тысяч четверостиший. Настоящая популярность к Омару Хайяму пришла, когда тетрадь с его стихами оказалась в руках у английского поэта Эдварда Фицджеральда, который стал переводить рубаи на английский язык.

Нельзя не упомянуть одного из великих поэтов современности – Лоик Шерали. Он родился в 1941 году в селе Пенджикентского района. Значительное влияние на его творчество оказали произведения, которые он читал в детстве, а также национальная самобытность, которая определила его авторитет и личность. Он возглавлял Международный фонд таджикско-персидского языка, скончался в 2000 году. Лоик Шерали считается самым известным и успешным таджикским поэтом современности. Он занимался творчеством более сорока лет, оставив после себя богатое наследие.

Боль, впечатления и чувства, которые присутствуют в его стихах, никого не могут оставить равнодушным.

## КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ МАЛОГО ГОРОДА КАК РЕСУРС СОЦИОКУЛЬТУРНОГО РАЗВИТИЯ (Г. КОХМА)

Боровиков М. Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
maksimborovikov7@mail.ru

Научный руководитель: к. ист. н., доцент Самотовинский Д. В. (ИГХТУ)

Сегодня многие «малые города» России переживают трудные времена. Большинство так и не оправилось после «шока деиндустриализации» 1990-х гг. Вместе с промышленностью пришла в упадок и культура. Однако сегодня мы видим смелые попытки вдохнуть в провинциальные городки и посёлки новую жизнь. Стартуют культурные проекты. Создаются фестивали, городские праздники, музеи, актуализирующие культурный потенциал территории и жителей города. Эти события становятся драйверами не только культурного, но и социально-экономического развития города.

Город Кохма (Ивановской обл.) – типичный пример малого города, пережившего деиндустриализацию и упадок всех сфер жизни. На наш взгляд, перспективы возрождения города связаны с реализацией проектов по актуализации его историко-культурного наследия, его культурной памяти. Опираясь на российский опыт и идеи ведущих урбанистов и специалистов по современной городской культуре (Ч. Лэндри, Д. Хэзмондалш), мы разработали проект фестиваля «Кохма сквозь века», предполагающего целый ряд мероприятий, направленных на актуализацию культурной памяти и местных традиций. Кохма – город с богатым прошлым. С XIX в. в городе развивалась текстильная промышленность как градообразующая отрасль. Она задавала ритм жизни города, определяла местные культурные особенности и традиции. Особую роль в индустриализации и социокультурном развитии города сыграла династия промышленников и купцов Ясюнинских (ими, помимо прочего, создан «Народный дом», а при нём – театр). Сама история этой династии представляет огромный интерес с точки зрения формирования культурной памяти города, городской идентичности.

Наш фестиваль предполагает мероприятия, посвящённые вехам развития текстильной промышленности и культуры в Кохме, выдающимся личностям города. Сегодня местная история забыта. Мы надеемся сделать её важным фактором самосознания городского сообщества. Кроме того, фестиваль предполагает мастер-классы по рисунку на ткани, экспозиции, посвящённые текстилю, выставки изделий народных умельцев из ткани. Важной составляющей городского праздника станут концерты, поэтические и театральные выступления, а также игры, викторины, конкурсы для взрослых и детей, связанные с текстильной индустрией и прошлым Кохмы. Уверены, что фестиваль станет одним из важнейших катализаторов культурной и социально-экономической жизни города.

НАУЧНАЯ СТАЖИРОВКА Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА В ГЕЙДЕЛЬБЕРГСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ.  
Р.БУНЗЕН, Г.КИРХГОФ, Э.ЭРЛЕНМЕЙЕР

Васильченко Е. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
hcc@isuct.ru

Руководитель: к.филол.н., доцент И. В. Лобанова (ИГХТУ)

На протяжении XIX в. продолжалось формирование неорганической, аналитической, органической и физической химии как самостоятельных разделов этой науки. В 1859 г. немецкие учёные Роберт Бунзен и Густав Кирхгоф создали метод оптического спектрального анализа, который позволил определять элементы по характерным линиям в их спектрах. В этом же году будущий великий ученый Д. И. Менделеев едет на стажировку в Германию с задачей установить «истинную меру для сцепления жидкостей и найти ее зависимость от веса частиц». Молодой химик выбрал немецкий университет в городе Гейдельберг, известный именами Бунзена, Кирхгофа и Коппа. Работая в организованной им самой лаборатории, прежде всего, как физик-экспериментатор, а не как химик, Дмитрий Иванович делает экспериментальное открытие «температуры абсолютного кипения», при достижении которой в определенных условиях жидкость превращается в пар. Помимо этого, ученый не только нашел русских единомышленников по работе, но и принял в 1860 г. участие в первом Международном химическом конгрессе в городе Карлсруэ (Германия), который был посвящён именно проблемам атомно-молекулярной теории. Все это, несомненно, повлияло на сознание русского ученого. Трансформация в мышлении, произошедшая после его возвращения в Россию, заметна по дальнейшим трудам Д.И. Менделеева.

Цель нашего исследования – проанализировать, какова была система обучения химии в Германии в XIX веке, определить, как повлияло на русского ученого пребывание в Германии, познакомиться с высшими кругами химиков того времени; узнать основные достижения научно-практической работы молодого русского ученого в Гейдельбергском университете; определить, как повлияло участие в первом Международном химическом конгрессе на Д.И. Менделеева.

Объект исследования – двухлетняя стажировка Д. И. Менделеева в Германии в 1859 году, его экспериментаторская деятельность и научные контакты с немецкими учеными.

В качестве материала анализа послужили немецкие источники, информация о творчестве таких всемирно известных немецких ученых, как Р. Бунзен, Г. Кирхгоф, Э. Эрленмейер и Гейдельбергском университете, публикации о биографии Д.И. Менделеева, информация о первом Международном химическом конгрессе в Германии.

В результате проведенного анализа было установлено, что предметом занятий молодого ученого Д.И. Менделеева на научной стажировке в г. Гейдельберг (Германия) была физическая химия. Он критиковал ученых того времени за то, что, благодаря им, химия стала наукой, оторванной от других наук, ратовал за то, что «химическое сродство» рассматривалось как «механическое явление...». Зарубежная стажировка оказала большое влияние на Д.И. Менделеева: он провел важные эксперименты, познакомился с постановкой преподавания и изучения химии в Германии, определился со своими дальнейшими научными направлениями, необходимыми для познания глубинной сущности химических явлений.

# СОВРЕМЕННАЯ РОК-КУЛЬТУРА КАК СФЕРА СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ. ПРОЕКТ РЕГИОНАЛЬНОГО РОК-БАТТЛА

Веселова А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
likosklic@mail.ru

Научный руководитель: д.ист.наук, профессор Раскатова Е.М. (ИГХТУ)

Культура каждого общества обладает высоким интегративным потенциалом, создавая основы для конструктивного взаимодействия и дальнейшего развития. Современное российское общество испытывает острую потребность в социокультурной солидарности, т.е. нуждается в формировании диалоговой культуры взаимоотношений и, прежде всего, в пространстве взаимодействия поколений, особенно в условиях трансформации ценностных ориентаций россиян, во многом дифференцирующихся по поколениям. Проблема, существующая для общества в целом, распространяется и на субкультуры, особенно, если их развитие охватывает более, чем полстолетия.

Рок-культура, по мнению специалистов, – явление молодежной субкультуры. Первоначально сформировалась под влиянием «битничества» – литературного и молодёжного движения в США и Великобритании середины 1950-х - начала 1960-х гг., выступавшего за пересмотр ценностей западной цивилизации; с этим во многом связана протестная интерпретация рок-культуры как контркультуры. Исследователи по-разному определяют социокультурные функции этого явления (аксиологическая, компенсаторная и др.), но все выделяют коммуникационную. Рок-культура – это всегда система ценностей, образ жизни, форма культурной коммуникации (И.В. Смирнов и др.). Практическим воплощением коммуникативной ценности рок-музыки стали грандиозные музыкальные фестивали (Монтре Montreux 1967г., Вудсток Woodstock 1969г.), рок-концерты, которые впоследствии приобрели для представителей рок-культуры культовое значение.

В СССР рок-музыка становится заметным явлением с середины 1960-х гг., но на этапе становления носит преимущественно подражательный характер, как правило, англоязычный, танцевальный (влияние западных рок-групп, "Битлз" и др.). Появившиеся технические возможности – бытовые магнитофоны – сделали возможным неконтролируемое и неограниченное размножение фонограмм. Заинтересованное прослушивание рок-музыки становится новой культурной практикой, новым поводом и способом коммуникации, прежде всего, в молодежной среде. В 1980-е годы собственно русский рок выходит за рамки молодежной субкультуры. Текст получает преимущество перед музыкой, запись – перед сэйшеном. Перестройка, снявшая напряжение официальной цензуры, обнаружила внутренние конфликты в этой среде.

Анализ тематической научной литературы позволил утверждать, что отечественная рок-музыка как социокультурный феномен имеет долгую традицию изучения: этапы становления, взаимоотношения с властью, идеология и эстетика рок-музыки, ее трансформация, своеобразие русского рока и др. (О. Феофанов, А. Троицкий, А. Козлов, И. Набок, В. Сыров, даже Г.С. Кнабе, А. Васильева, И. Ковальчук, Е. Касьянова, Т. Невская и мн. др.). Актуальной темой в научных и научно-просветительских публикациях стала проблема коммуникации в среде рок-культуры – между различными поколениями рок-музыкантов.

Цель настоящей работы – разработка концепции культурного события – рок-баттла (в пространстве региона), которое будет способствовать развитию коммуникационных связей, с одной стороны, между поколениями рок-музыкантов внутри субкультуры, с другой – между музыкантами и публикой.

Источниками, необходимыми для формирования научного представления об особенностях развития рок-культуры Ивановского региона, могут стать материалы тематических паблик в социальных сетях (ВКонтакте, Facebook), где местные рок-группы представляют свое творчество; тематические сайты музыкальных событий в Ивановском регионе, посвященные рок-музыке; интервью деятелей рок-культуры (от авторов, исполнителей до организаторов концертов, фестивалей) и др.

## ИНТЕРНЕТ И СЕТЕВОЕ ОБЩЕСТВО: ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНОГО

Воеводина Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

elen\_voevodina@mail.ru

Научный руководитель: к. филос. н., и.о. зав. каф. Палей Е.В. (ИГХТУ)

Сегодня наблюдается тенденция активного развития глобальной среды электронной коммуникации, что оказывает огромное влияние на формирование социальных связей людей. Новый технологический базис общения, отличный от традиционных форм социального взаимодействия, дает новые возможности для коммуникаций. Например, это позволяет более быстро передавать информацию, общаться онлайн, не выходя из дома, выражать свою индивидуальность, осуществлять поиск единомышленников, создавать онлайн-группы по интересам и др. Однако его бурное развитие достаточно быстро трансформирует традиционные формы социального взаимодействия, что не может не вызывать некоторые опасения социологов-урбанистов о будущем этого самого общества.

Сетевое общество – это такое общество, в котором ключевые социальные структуры и деятельность его членов организованы вокруг сетей электронных коммуникаций. Оно описывает явления, которые имеют связь с социальными, политическими, экономическими и культурными трансформациями, вызванными распространением сетевых, цифровых информационно-коммуникационных технологий. Отличительным признаком общества сетевых структур М. Кастельс считает доминирование социальной морфологии над социальным действием, поскольку принадлежность к той или иной сети выступает в качестве важного источника власти и перемен в обществе. Также важной чертой сетевого общества является не доминирование информации или знания, а изменение направления их использования. Новейшие технологии выступают связующим звеном в сетевом обществе, объединяя его и создавая единое интерактивное пространство.

В данной работе, основываясь на трудах М. Кастельса, Б. Уэллмана, а также ряда других современных философов, рассмотрена проблема трансформации социальности под действием сети Интернет. Проведен анализ изменения форм общения, высказаны некоторые предположения доминирования каждой из них в отдельные промежутки времени. Отдельно анализируется современная эпоха социальности, выявлены характеристики, предпосылки, а также первые последствия ее существования и возникновение «персонализированного общества». Активно обсуждается тема расцвета индивидуализма, множественности онлайн-личностей и слабых связей в наше время. Высказывается мнение о перерассмотрении понятия «сообщества» – теперь это не просто клуб людей по интересам.

В итоге делается вывод о том, что трансформация традиционных форм общения закономерна и этого с течением времени, развитием техники и технологий никак не избежать. Помимо этого расцвет индивидуализма рождает индивидуумов, которые переделывают в своих интересах модели социального взаимодействия, создавая тем самым сетевое общество, но к чему приведет его создание, если личностей много и они не имеют лица?

## ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПОВСЕДНЕВНОСТИ

Воинова М. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

mariavoynova222@mail.ru

Научный руководитель: к. психол. н., доцент Клейман М. Б. (ИГХТУ)

Мы живем в мире наших повседневных забот и проблем и полагаем (не без основания), что знаем его и можем судить о нем. Одна из главных функций философии – анализ повседневного опыта. То, что с относительно недавнего времени повседневность привлекает к себе внимание философов, может быть обусловлено ускорением темпов цивилизационного бытия, когда сфера повседневного опыта оказывается меняющейся столь быстро, что сама становится совокупностью из ряда вон выходящих событий. Известный философ Норберт Элиас написал множество книг на тему повседневности, посвящённых тому, как среда обитания влияет на человека. В сущности, все его книги развивают один и тот же лейтмотив – показать, что самооценка человека как личности всецело предопределена тем социальным укладом, в который он погружен с самого рождения.

Наиболее популярное высказывание Элиаса – «Люди могли просуществовать, не будучи зависимы от других людей». Элиас пришел к выводу об изменении «порога стыдливости». То, что было раньше вполне естественным и не осуждалось, со временем стало причиной сильного чувства стыда. В книгах Элиаса затрагивается самый расхожий предрассудок современного общества – будто каждый человек по самой своей природе является уникальным и независимым индивидом, будто каждый представляет собой некое глубинное самостное «Я», противостоящее общественному «Мы».

Проблема повседневности изначально изучалась в рамках западноевропейской философской культуры. В то же время отечественная философская мысль расширила эту тему, внося собственную национальную специфику, выражающуюся в изучении социально-бытовых, массовых проявлений жизни народа.

Большой вклад в исследование проблем повседневности был внесен известным российским автором Е. Золотухиной-Аболиной, которая в своих работах обращается к философско-мировоззренческим вопросам, с которыми сталкивается человек в своей повседневной жизни, анализируя вероятность совмещения таких разных ориентиров, как ценности обыденного эмпирического мира и религиозно-духовный идеал. Повседневность в другом варианте можно рассматривать как представления здорового сознания людей в данном обществе. Следующий вариант – рассмотрение повседневности в качестве социального жизненного мира. Здесь повседневность предстает как система, объективный мир, материальный субстрат, репрезентирующий внутреннее психологическое состояние субъективного мира.

Здесь перед нами возникают две проблемы. Во-первых, проблема контроля «своего» и «чужого» ставится как социальная проблема. Во-вторых, проблема определения категории повседневности и использования ее.

Философия помогает взглянуть на эти проблемы со стороны, не бояться сложностей, доверять себе, не поддаваться эмоциям, быть смелее.

Таким образом, каждый человек прибегает к философии. Ведь философия – это не результат чего-либо, а это поиск истины, в котором находится каждый из нас.



# О НЕКОТОРЫХ ПРИЧИНАХ ПАДЕНИЯ РЕЧЕВОЙ КУЛЬТУРЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕЧИ СТУДЕНТОВ ИГХТУ)

Вокурова Д.А., Конайкова К.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
fresh-limon@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Челышева Н.Н. (ИГХТУ)

Состояние современного русского языка давно вызывает беспокойство не только филологов, но и представителей других наук, а также всех тех, чья профессиональная деятельность связана с речевым общением. Отмечено, что очень часто в разговорной речи российских молодых людей, в том числе студентов, звучат жаргонизмы, которые используются ими в качестве средств выразительности. Известно, что жаргонизмы наряду с диалектной и просторечной лексикой не только нарушают нормы, но и противоречат литературному языку.

Цель нашей работы состояла в том, чтобы выявить причины возникновения жаргонизмов в речи молодежи, а также рассмотреть их взаимодействие с литературным языком. Молодежный жаргон – особая форма языка, склонная к быстрым изменениям своего состава, выступающая специфическим средством речевого самовыражения всех студентов в совокупности и каждого студента в отдельности. Обратившись к изучению проблемы, мы задались вопросом, как относятся к жаргонным словам студенты нашего университета и, в том числе, наши одногруппники.

С целью исследования данной проблемы нами была подготовлена анкета, включающая 13 вопросов. Студентам было предложено подумать над тем, кто или что в большей степени формирует языковую культуру современной молодежи; о чем свидетельствует большое количество жаргонных слов в речи и т.д. В заключение респонденты должны были оценить уровень владения русским языком однокурсников и предложить рекомендации по улучшению языковой культуры и уровня владения русским языком. К каждому вопросу, кроме последнего, прилагалась диаграмма ответов.

В анкетировании приняли участие 79 респондентов – студентов различных курсов ИГХТУ. Результаты показали, что речевую культуру современной молодежи формируют: а) родители – 14 ответов, б) лидеры мнений (эстрадные исполнители, спортсмены, видеоблогеры и т.д. – 12, в) школа – 11. Большая часть опрошенных считает, что жаргонизмы используются в речи молодежи постоянно, и только с помощью данной лексики молодые люди могут точно выражать свои мысли и свободно общаться. В ходе исследования были определены основные причины употребления молодежного сленга и жаргона. Так, одной из важных причин названо то, что использование в речи жаргонизмов способствует экономии времени. Уровень владения русским языком однокурсников был оценен как средний (38 ответов) и выше среднего (22 ответа). В числе рекомендаций по улучшению языковой культуры отмечено вредное влияние Интернета и необходимость повышения роли чтения в жизни человека.

Исследуя результаты анкетирования, мы пришли к выводу, что к жаргонизмам и к сленгу, в частности, нельзя относиться только отрицательно. Сленг используется во всех языках, и это неотъемлемая часть речи современного человека. Но необходимо учитывать, что данную лексику нельзя употреблять в книжных стилях, особенно в научном и официально-деловом. Основной сферой использования жаргонизмов является разговорный вариант языка. Результаты анкетирования и устный опрос студентов показали, что большинство респондентов не учитывает данный фактор и использует жаргонизмы во всех стилях речи.

Проведенные исследования речи студентов нашего вуза подтвердили, что состояние русского языка в настоящее время находится на недостаточно высоком уровне, что язык нуждается в чистоте и порядке.

Михеева, Л.Н. Лингвокультурная ситуация в современной России: речевая культура студенчества: монография / Л.Н.Михеева, И.В.Долинина, Ю.Н.Здорикова; под ред. д-ра филол. наук Л.Н.Михеевой.-М.: ФЛИНТА : Наука, 2014.-216 с.

## ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗА ГОРОДА XXI ВЕКА

Волков А.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
seredemano@gmail.com

Научный руководитель: старший преподаватель Меркулова Н.Е. (ИГХТУ)

Урбанистика – это сравнительно молодая наука, основанная на всестороннем изучении города: от архитектуры и планировки визуального восприятия до взаимодействия городских систем между собой и с жителями города. Урбанистические исследования помогают понять ценности человека, его взаимодействие с физической средой города. Возникновение новых урбанистических тенденций неизбежно приводит к трансформации образа города, что находит непосредственное отражение в новой лексике,

Цель данного исследования – во-первых, проанализировать образ современного города через новую английскую лексику, номинирующую основные явления и процессы, связанные с его архитектурной трансформацией, во-вторых, классифицировать группы слов на основе обозначаемых ими тенденций.

Материалом исследования послужил словарь электронного словаря новых слов Word Spy. Объектом исследования является новая английская лексика тематической группы «Urbanism», включенная в этот словарь.

В результате проведенного анализа было установлено, что трансформация образа современного города может быть представлена несколькими достаточно четко выраженными тенденциями, отраженными в неологизмах. Первая группа неологизмов отражает стремление к *озеленению городского ландшафта*. Сюда можно отнести такие новообразования, как urban forest, green skeleton, green urbanism. Особый интерес представляет метафора green skeleton, имплицитно указывающая на роль зеленых насаждений в современном мегаполисе: деревья и кустарники являются основой жизни современного человека, без которой, как и без скелета, невозможно полноценное существование. Неологизмы agrihood, SPIN, farmscraper указывают на сельскохозяйственный аспект данного направления, городские жители готовы использовать любое пространство, даже на крыше высотки, для разведения сельскохозяйственных культур.

Следующая тенденция, обозначенная с помощью неологизмов, связана с *разрастанием городов* (boomburb, Sprinkler City). Основной причиной данного явления является предпочтение городской жизни сельской и иммиграция (arrival city). Характерной особенностью миграционного процесса можно назвать образование этнических анклавов (ethnoburb, transnational suburb) и стремление сохранить свою национальную идентичность.

Трансформация образа города непосредственно связана с *благоустройством дорожного движения*, так, одним из направлений в современной урбанистике является повышение удобства улиц для пешеходов и велосипедистов (bike box, sharrow, Copenhagenization, living alley, woonerf) и снижение числа дорожных происшествий за счет успокоения трафика (traffic calming, road diet, traffic-calming device, sleeping policeman). Данная группа включает наибольшее количество неологизмов, что может указывать на увеличение количества и роли транспорта.

К другим характерным изменениям образа современного города можно отнести потерю *национальной идентичности* (clone town), *социальную дифференциацию* (golden ghetto, poor door), *применение технологий* (ideopolis), *архитектурные новации* (treescraper), *экологичность* (plyscraper), *старение населения* (elderburbia), *комфортность городской среды* (placemaking, pig ear).

На примере новой лексики становится очевидным трансформация образа современного города, связанная, прежде всего, с выдвиганием на первое место интересов человека, т.е. создание безопасного, экологичного и удобного городского пространства.

# КУЛЬТОВАЯ АРХИТЕКТУРА ИВАНОВО-ВОЗНЕСЕНСКА (ИВАНОВО): СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Воробьева Н.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

irussy@mail.ru

Научный руководитель: к.филол.н., зав. каф. Миловзорова М. А. (ИГХТУ)

Современное мировое сообщество все активнее участвует в процессе глобализации. Размываются национальные, межэтнические границы; постепенно исчезает самобытная культура различных народов. В этих условиях все большую актуальность приобретают идеи, связанные с сохранением культурной идентичности человеческих сообществ, обращением их к своим корням (международная конвенция ЮНЕСКО «Об охране нематериального культурного наследия», Париж 2003г.).

Духовное наследие народа является важнейшей частью раскрытия его культурного потенциала. Следует отметить, что в нашем городе культовая архитектура как часть этого наследия в качестве туристического ресурса используется крайне слабо, а ведь памятники культовой архитектуры, в том числе и утраченные, могут стать фактором экономического развития.

Проанализированная нами литература помогает определить методологические аспекты нашей работы (Ч. Лэндри, Р. Флорида, Д. Хэзмондалш и др.), выявить современные научные стратегии в актуализации культурного наследия посредством цифровых технологий (Л.А. Пронина, С.В. Ерохин и др.). Интерес к нашей проблеме мы обнаруживаем также в работах краеведов (А.М. Тихомиров, А.М. Семенов и др.), которые большой акцент делают на истории городского пространства дореволюционного периода, связанного с храмовой эстетикой, однако остается малоизученным вопрос включения этого ресурса в современное культурное поле региона.

Цель работы – разработать социокультурный проект на базе культурного ресурса г. Иваново (утраченная культовая архитектура), сформированного в виде современного цифрового продукта.

Для достижения данной цели нами решаются следующие задачи:

1. Изучить, систематизировать и обобщить культурный ресурс, определить основной ряд источников, по которому будет формироваться проект;
2. Проанализировать выявленные аналоги социокультурных проектов (зарубежных и отечественных), работающих на схожих историко-культурных платформах;
3. Разработать модель социокультурного проекта.

Для анализа нашей работы были выбраны следующие типы и виды источников:

- Визуальные (фотографии храмов Иваново-Вознесенска из фондов ГАИО; комплект открыток «Виды г. Иваново-Вознесенска» Изд-во «Коммунар», 1991, Тула; План города Иваново-Вознесенска 1914 года), помогающие восстановить зрительные образы прошлого города, а именно внешний облик культовых построек и встроенность их в городской ландшафт.
- Письменные (официальные – Решения президиума облисполкома о закрытии храмов и церквей, решения о сносе этих культовых сооружений, решения о передаче церквей под светские нужды; епархиальные архивы; источники личного происхождения – мемуарные тексты, стихотворения Д.Н. Семеновского, рассказ В.М. Шукшина «Крепкий мужик»), дающие нам понимание, с одной стороны, культурной политики, которую проводило государство в то время, а, с другой стороны, отношение людей к этой политике.
- Периодическая печать (газеты «Рабочий край» и «Ивановский листок»), позволяющие понять, какие идеи транслировало тогда государство в массы.
- Интернет-источники (сайты музеев Европы и России, сайты с продукцией виртуальной и дополненной реальности), выявляющие современные цифровые технологии, которые используют при работе с культурным наследием, в том числе и утраченным.

Виртуальная реконструкция утраченного культового наследия, которую мы предлагаем, поможет не только в изучении малоизученных страниц истории края, но и будет способствовать погружению в культурную историю рубежа веков, объединив аудиторию разных возрастов и поколений.

## НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ Ж. АЛФЕРОВА И СОВРЕМЕННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Герасимов А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

isuctgerasimov@gmail.com

Научный руководитель: к. ист. н., доцент Малкова Ю. Л. (ИГХТУ)

В настоящее время в условиях интенсивного развития нанотехнологий управление материей на уровне атомов и молекул приводит к важным научным открытиям в различных областях науки и техники. Параллельно данным процессам происходит трансформация общественного сознания, наступает понимание того, что не только современность, но и будущее невозможно без нанотехнологий. Ученые всего мира работают над изучением и перспективами использования ресурсов этой относительно молодой области науки.

Жорес Иванович Алферов – легенда отечественной науки, общественный и государственный деятель. Его научные достижения в области микро- и нанoeлектроники сегодня активно применяются в оптоволоконных линиях связи, лазерных проигрывателях, освещении (гетероструктурные светодиоды). Он стоял у истоков создания первых отечественных транзисторов, германиевых выпрямителей, фотодиодов. Научный вклад Ж.И. Алферова представлен 50 изобретениями, 3 монографиями и более чем 500 научными работами в области микро- и нанoeлектроники. Безусловно, самым значимым достижением следует считать Нобелевскую премию Ж.И. Алферова 2000 года, присужденную ученому за разработку полупроводниковых гетероструктур и создание опто- и микроэлектронных компонентов.

Работу над созданием приборов на основе гетероструктур Жорес Иванович начал еще в 60-е годы 20 века. В тот период получение гетероструктуры представлялось неразрешимой задачей. В США в те годы велись параллельные разработки (Герберт Крёмер). Однако Ж.И. Алферов на месяц опередил научного конкурента, и в 2000 году Ж. Алферову и Г. Кремеру была присуждена Нобелевская премия.

Гетероструктура – выращенная на подложке слоистая структура из различных полупроводников, отличающихся шириной запрещенной зоны. Между двумя различными материалами формируется гетеропереход, на котором возможна повышенная концентрация носителей и, следовательно, формирование вырожденного двумерного электронного газа. В отличие от гомоструктур (p-n переход в кристалле кремния) гетероструктура обладает большей гибкостью в конструировании нужного потенциального профиля зоны проводимости и валентной зоны. Такая структура обладает принципиально новыми свойствами. Возможность изменять на границах гетероперехода ширину запрещенной зоны и диэлектрическую проницаемость позволяет с помощью гетероструктуры эффективно управлять движением носителей заряда, их рекомбинацией, а также световыми потоками внутри них. Эти свойства гетероструктур и определяют область их применения: в создании оптоэлектронных приборов, приемников оптического излучения, солнечных батарей и пр. Однако данные области нельзя назвать исчерпывающими, поскольку уникальные свойства гетероструктур продолжают исследовать и применять в создании новых приборов с улучшенными свойствами.

Лингвистический результат научных достижений Ж.И. Алферова – введение в научный оборот области микро- и нанoeлектроники новых лексических единиц с морфемами **hetero-** (от греч. heteros – другой, не такой), **homo-** (от греч. homos - равный, одинаковый; homoios – подобный), **nano-** (от греч. nanos – одна миллиардная часть).

### Литература

1. Трофимов П.В., Подьячий Ю.И. Использование полупроводниковых гетероструктур в электронике [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/> (дата обращения 30.03.2019)
2. 2000 Nobel Prize Winners [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.infoplease.com/arts-entertainment/nobel-prizes/2000-nobel-prize-winners> (дата обращения 30.03.2019)

## ЭТИМОЛОГИЯ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНА “PLASMA” (ПО МАТЕРИАЛАМ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ)

Голубева А.Ю., Ратавина В.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
anasta.golubeva2015@yandex.ru

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Врыганова К.А. (ИГХТУ)

Целью нашего исследования было рассмотрение происхождения и значения термина “Plasma”, который имеет широкий спектр значений. Материалом для исследования послужили данные из англоязычных онлайн-словарей. В таких авторитетных словарных источниках, как словари Oxford, Cambridge и Collins вы можете видеть наиболее подробную информацию, ведь именно в них нам предоставлен как американский, так и британский вариант произношения этого слова.

Словарь Cambridge предлагает нашему вниманию транскрипцию нашего термина [ˈplæzmə], которая имеет сходство как в американской, так и в британской версиях, не только по написанию, но и по звучанию. В данном словаре мы видим как биологическое, так и техническое значение термина plasma.

Онлайн-словарь Oxford дает нам более обширное понятие об этом термине, подробнее он рассматривает биологическое значение этой лексемы, также в нем появляется и физический вариант значения, где плазма – ионный газ.

Стоит уделить особое внимание словарю Collins, ведь именно в нем термин плазма более точно рассматривается с научной точки зрения.

Удивительно, но в словарях можно найти не только значение слова, но и его происхождение. В нашем списке таким словарем был Webster’s Dictionary. Термин происходит от греческого «plassein», позднелатинская «что-то в форме» (1700-1800). Первое упоминание – 1517 год в значении «a green faintly translucent quartz».

Словарь Macmillan, кажется, ничем не отличается от остальных, но именно он дает разбивку термина на его значения.

Последним словарем в нашем списке будет словарь Longman, который рассматривает термин именно в его техническом смысле.

В основном словарии трактуют термин «плазма» как плазма крови или ионный газ, но также интересно, что не так давно слово «плазма» приобрело еще один смысл: плазма – дисплей, который описан в нескольких словарях нашего небольшого списка.

Современное развитие науки свидетельствует о том, что нанотехнологии и электроника уже правят миром, и любой профессионал (будь то химик, технолог, механик или любой специалист) заинтересован в знаниях иностранного языка, в частности, английского, а также в знаниях о своей профессиональной сфере.

### Литература

1. Cambridge Dictionary (издательство Кембриджского университета Cambridge University Press) <https://dictionary.cambridge.org/>
2. Oxford Dictionary (издательство Оксфордского университета Oxford University Press) <https://en.oxforddictionaries.com>
3. Macmillan English Dictionary for Advanced Learners (издательство Macmillan Education) <https://www.macmillandictionary.com/>
4. Longman Dictionary of Contemporary English (издательство Longman Pearson) <https://www.ldoceonline.com>
5. Webster's Dictionary (издательство Merriam-Webster) <https://www.merriam-webster.com/>
6. Collins Dictionary <https://www.collinsdictionary.com/>

# МЕТОДЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Д. НЬЮЛЕНДСА И У. ОДЛИНГА И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Горочная Е.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

ekaterina\_gorochnaya@mail.ru

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Ганина В.В. (ИГХТУ)

Истории известно значительное количество вариантов изображения периодической системы химических элементов (аналитические кривые, таблицы, геометрические фигуры и т. д.), поскольку еще до Д.И. Менделеева в мировой науке существовали попытки упорядочить элементы. Для данного исследования были выбраны варианты английских ученых Д. Ньюлендса и У. Одлинга, сделавших свои открытия в 19 веке. Цели работы: 1) на основе англоязычных источников рассмотреть особенности изображения и расположения химических элементов в таблицах, предшествующих Периодической таблице Д.И. Менделеева; 2) в толковых англоязычных онлайн-словарях выявить специфику определения термина *periodic table*.

Английский химик Уильям Одлинг (*William Odling*) (1829 – 1921 гг.) предпринял несколько попыток систематизировать химические элементы, основываясь на их атомном весе и атомности (валентности). В 1857 г. им была опубликована таблица, включающая 48 элементов, которые были разбиты на 7 групп и расположены по возрастанию их атомных масс, причем ряды таблицы были образованы сходными по свойствам элементами. Понимая, что такое распределение не случайно, ученый характеризовал свои таблицы как арифметическое распределение элементов по сериям в горизонтальном порядке в соответствии с обычно принятыми способами группировки элементов. Никаких выводов из составленных им таблиц У. Одлинг не сделал.

Английский химик Джон Александр Рейна Ньюлендс (*John Alexander Reina Newlands*) (1837 – 1898 гг.) в 1865 г. опубликовал таблицу элементов, которую назвал «Закон октав» (*Law of Octaves*). Д. Ньюлендс расположил все известные элементы, начиная с водорода и заканчивая торием, в 8 столбцов по 7 элементов, которые он сравнивал с октавами музыки. В таблице Ньюлендса элементы были упорядочены по атомным весам, которые были известны в то время и были пронумерованы последовательно, чтобы показать их порядок. Группы были показаны поперек таблицы, причем периоды идут вниз – в противоположность современной форме периодической таблицы. Д. Ньюлендс впервые высказал идею о периодичности изменения свойств элементов. Согласно его «Закону октав», любой элемент демонстрировал поведение, аналогичное восьмому элементу, следующему за ним в таблице. Однако доклад Д. Ньюлендса «Закон октав и причины химических соотношений среди атомных весов», сделанный на заседании Лондонского химического общества, не вызвал особого интереса.

Таблица Д.И. Менделеева – это классификация химических элементов, которая устанавливает зависимость различных свойств элементов от их заряда атомного ядра. Система является графическим выражением периодического закона, открытого русским учёным Д.И. Менделеевым в 1869 году. Её первоначальный вариант был разработан Д. И. Менделеевым в 1869 – 1871 годах и устанавливал зависимость свойств элементов от их атомного веса (в современных терминах, от атомной массы). Все химические элементы в Периодической системе объединены в периоды и группы. Периодическая система включает семь периодов и восемь групп. Д.И. Менделеев в своей таблице оставил несколько свободных мест и предсказал ряд фундаментальных свойств ещё не открытых элементов и само их существование, а также свойства их соединений.

После обращения к толковым англоязычным онлайн-словарям (*Oxford English Dictionary, Cambridge English Dictionary, Merriam Webster Dictionary*) за трактовкой термина *periodic table* было обнаружено, что в двух из них (*Cambridge English Dictionary, Merriam Webster Dictionary*), кроме дефиниций, приводятся еще изображения Периодической таблицы Д.И. Менделеева, правда, без упоминания имени великого русского ученого. Научное определение с пометой *Chemistry* дает словарь (*Oxford English Dictionary*): «*A table of the chemical elements arranged in order of atomic number, usually in rows, so that elements with similar atomic structure (and hence similar chemical properties) appear in vertical columns*». ([https://en.oxforddictionaries.com/definition/periodic\\_table](https://en.oxforddictionaries.com/definition/periodic_table))

# СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ «СЛОВ ГОДА» В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЛЕКСИКИ

Горочная Е. И.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
ekaterina\_gorochnaya@mail.ru  
Научный руководитель: к.пед.наук, доцент Карасева Д. С. (ИГХТУ)

«Слово года» — акция, проводимая в различных странах и регионах с целью выявления наиболее актуальных, значимых и популярных слов и выражений. Выбор «слова года» в России осуществляется Экспертным Советом при Центре творческого развития русского языка, включающим лингвистов, педагогов, писателей и журналистов. Конкурс проводится с 2007 года по инициативе руководителя Михаила Эпштейна. В основе отбора лежит экспертная оценка наиболее частотных лексических единиц текущего года.

Одной из актуальных проблем развития русского языка на современном этапе является неконтролируемое расширение семантического поля слов. Лингвистический анализ «слов года» позволяет обнаружить данную проблему.

Целью проведенного нами исследования было выявление лингвистических путей возникновения «слов года» за 2015-2018 гг. и анализ семантического поля данных слов.

Нами установлено, что возникновение «слов года» обусловлено рядом факторов, которые мы можем определить и упорядочить: *экстралингвистические* (политические события, социокультурные явления и т.д.), *лингвистические факторы* (языковые процессы, изменения слов на разных языковых уровнях и т.д.).

Лингвистические факторы связаны с появлением:

а) нового значения слов (*новичок* приобрело новое значение – семейство фторфосфорорганических отравляющих веществ нервно-паралитического действия; *тролль* – сленговое именование интернет-провокатора);

б) новых заимствованных слов (*биткойн*, от англ. *bitcoin*, от *bit* – ‘бит’ и *coin* – ‘монета’, – пиринговая платёжная система, использующая одноимённую единицу для учёта операций; *кибервойна*, от англ. *cyberwarfare* – противостояние в кибернетическом пространстве, одна из разновидностей информационной войны);

в) новых слов, образованных по продуктивным словообразовательным моделям (*трампизм* – политика и идеология Дональда Трампа; *репост*, от англ. *re* – ‘снова’, *post* – ‘сообщать’ – повторная публикация какого-либо сообщения в пределах одного ресурса).

Стоит отметить, что не все «слова года», возглавившие список наиболее частотных лексических единиц, появились в результате влияния лингвистических факторов. «Словом года – 2015» стало *беженцы*, что связано с политической ситуацией, возникшей в Европе, то есть с экстралингвистическими причинами. «Слово года – 2016» – *брекзит*, данная лексема появилась в результате заимствования из английского языка (от англ. *Britain* – ‘Великобритания’ и *exit* – ‘выход’) при соответствующих политических событиях в Великобритании. «Словом года – 2017» признали *реновацию*, на что повлияли реформы в социально-культурной сфере (программа реновации жилья в Москве). «Слово года – 2018» – *новичок* – стало актуальным благодаря последним политическим событиям, связанным с отравлением нервно-паралитическим веществом военного деятеля Сергея Скрипаля и его дочери Юлии. В результате общеупотребительное слово получило новое значение.

Семантический анализ «слов года» позволил сделать некоторые выводы. Во-первых, актуальность данных лексических единиц обусловлена комплексным влиянием языковых и внеязыковых факторов. Во-вторых, возникновение «слов года» влияет на язык по-разному. С одной стороны, есть вероятность потери истинного значения слов, но с другой стороны, появление данных слов является доказательством подвижности языкового корпуса.

## СОСТАВ СОВРЕМЕННЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ

Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА.

Евтушенко В.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

melif99@icloud.com

Научный руководитель: старший преподаватель Орлова Е.Е. (ИГХТУ).

Периодическая таблица химических элементов Менделеева представляет собой наглядный пример ключевых элементов, которые человечество использует уже на протяжении многих веков. При создании периодической таблицы Дмитрий Иванович обращал свое внимание на многие элементы, одними из которых были: калий/potassium (от лат. *Potassa*), фосфор/phosphorus (от лат. *Phosphorus*), азот/nitrogen (от греч. *Nitron+gen*), кислород/oxygen (от греч. *Oxys+genes*), водород/hydrogen (от лат. *Hydor+genes*) и многие другие.

Кроме того, Менделеева интересовала научная система применения удобрений на практике. С этой целью им проводились испытания воздействия размолотых фосфоритов, суперфосфата, азотных и калийных удобрений для известкования кислых почв. Сегодня на основе подобных элементов многие современные компании разрабатывают удобрения, которые используются повсеместно.

На данный момент крупнейшие мировые компании по производству минеральных удобрений (Dow Chemical, DuPont, Bayer, Mosaic Co и др.) ежедневно выпускают всё больше собственной продукции, постоянно увеличивая масштабы производства и модифицируя свои технологии. Большинство мировых лидеров ориентируются на производство самых распространенных видов минеральных удобрений, таких как: карбамид, аммиачная селитра, карбамидо-аммиачная смесь, аммофос, аммиак, сульфоаммофос, кормовые фосфаты и многие другие.

Основными элементарными веществами, входящими в состав удобрений, являются: водород, кислород, азот, фосфор, калий и многие другие. Благодаря этим простейшим веществам происходит повышение урожайности и улучшение состояния почвы. Несомненно, водород является одним из главных компонентов в синтезе удобрений, поскольку он является самым распространенным веществом на нашей земле. Он образует с другими веществами ковалентные и ионные связи, в результате чего образуются новые устойчивые соединения, например, тот же самый аммиак ( $\text{NH}_3$ ), который сам является своего рода минеральным удобрением и используется во многих многостадийных синтезах других удобрений. Немаловажным компонентом приходится кислород, участвующий в образовании оксидов с множеством элементарных веществ, в результате образующиеся оксиды подвергаются дальнейшему синтезу для получения минеральных удобрений.

Азот, фосфор и калий (поташ) являются макро-нутриентами и наиболее важными для сельскохозяйственных культур химическими элементами. Тем не менее потребность сельского хозяйства в азоте обычно гораздо выше, чем в двух других элементах. Причиной того является тот факт, что именно от содержания азота в почве зависит урожайность полей, в то время как фосфор и калий нужны лишь для качественного развития растений. Более того, в отличие от фосфора и калия, азот следует вносить в поля каждый год. По данным Международной Ассоциации Производителей Удобрений, из использованных в 2018-2019 годах 196 млн. тонн удобрений 60% приходится именно на азотсодержащие продукты.

Производством минеральных удобрений занимаются такие лидирующие компании, как отечественные: «Акрон» и «Фосагро», так и зарубежные: Швейцарская компания «ЕвроХим» и американская компания «Agrium». Последняя ведет производство всех трех основных видов нутриентов – азота, фосфора, калия. Она располагает заводами и добывающими предприятиями в США, Канаде и Аргентине. ИГХТУ, в свою очередь, не отстает от передовых технологий и на данный момент сотрудничает с такими компаниями, как «Акрон» и «ЕвроХим».



## ВОСПРИЯТИЕ КРАСОТЫ: СТЕРЕОТИПЫ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Елесина Ю. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
elesina.julia2000@gmail.com

Научный руководитель: к. психол. наук, доцент Клейман М. Б. (ИГХТУ)

Первое впечатление. Из чего оно формируется? Так или иначе, все судят о человеке по внешнему виду. Увы, мир построен так, что внешний вид намного важнее внутреннего содержания. Мало кому удастся при первой встрече рассмотреть не только внешность, но и внутренний мир человека. Но как же уловить то внутреннее притяжение, которое исходит от человека? Как научиться отличать искреннего человека от фальшивого?

В современном мире наблюдается положительная тенденция, связанная с преодолением устоявшихся стереотипов восприятия красоты. В мировой индустрии моды появляются новые успешные модели, внешние данные которых заметно отличаются от принятых стандартов. Шантель Браун-Янг или Винни Харлоу – канадская модель, которая страдает от редкого нарушения пигментации на отдельных участках кожи, называемого витилиго. Мадлен Стюарт – австралийская модель с синдромом Дауна. Мелани Гайдос – американская модель с заболеванием «эктодермальная дисплазия». Молли Байер, Виктория Модеста, и многие другие успешные модели также могут служить примером того, как можно сломать, казалось бы, незыблемые стереотипы восприятия красоты. Сложно представить, что эти девушки, сегодня сотрудничающие с самыми популярными модными брендами, когда-то совершали попытки суицида из-за постоянных насмешек со стороны сверстников. Производители Барби начинают выпускать полных кукол, кукол с тёмной кожей, с веснушками, с рыжими или вьющимися волосами. Даже фирма The Walt Disney Company в одном из последних мультфильмов «Моана» создает героиню с кудрявыми волосами, коренастым и полным телосложением, и даже длина ног героини разительно отличается от общепринятых стандартов. Таким образом, современные тенденции свидетельствуют о попытках преодоления шаблонности, когда человеческая красота представляется во всех её проявлениях.

Эта проблема существовала во все времена. Например, в области литературного творчества всегда шла борьба с однотипностью восприятия прекрасного. Не случайно поэты и писатели на протяжении нескольких веков пытались расширить наши границы понимания красоты и привлекательного в человеке. Так, Лев Николаевич Толстой искренне верил в то, что человеческая красота, она же действительная сущность характера, кроется в глазах. У Александра Дюма главный герой одноименного произведения «Граф Монте-Кристо» после долгого пребывания в заточении, выглядевший весьма болезненно, привлекал окружающих таинственностью и загадочностью. Николая Заболоцкого привлекает “младенческая грация души” девчушки, способной радоваться чужому счастью так же самоотверженно, как собственному. В своей работе на этих и других примерах я хочу проиллюстрировать самые яркие проявления человеческой самобытной красоты.

Есть вещи, которые не выходят из моды: маленькое черное платье, базовая белая футболка, гуманность. Очень досадно, что многие модницы избегают этого тренда в своей повседневности.

# ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА «УДЕЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ, 1856 Г.».

Еракова А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

erakowa-40@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Костина Е.В. (ИГХТУ)

В 19 веке научная мысль совершила значительный прорыв, и, несомненно, краеугольным камнем, положенным в основу развития науки в целом и химии в частности, стала периодическая система химических элементов, представленная в 1869 году великим русским ученым Д.И. Менделеевым.

Создание таблицы химических элементов не было одномоментным, ему предшествовала длительная и кропотливая работа ученого. Основы данного исследования были заложены в магистерской диссертации «Удельные объемы» в 1856 году. Фактически эта работа являлась промежуточной после кандидатской диссертации 1855 года «Изоморфизм в связи с другими отношениями кристаллической формы к составу» и предшествовала докторской диссертации «Рассуждения о соединении спирта с водой» 1865 года. Основанная на кандидатской (бакалаврской), магистерской и докторской диссертациях, последующая научная деятельность привела Д.И. Менделеева к установлению фундаментального закона природы – Периодического закона, устанавливающего периодическое изменение свойств химических элементов в зависимости от увеличения их атомных весов.

Следует отметить, что работы русских ученых не всегда широко освещались в европейских научных изданиях, так как многие из них не печатали результаты своих трудов на иностранных языках. В середине 19 века, когда активно формировалась отечественная наука, языком научных публикаций был немецкий. Д.И. Менделеев вел активную переписку с западными учеными, в том числе и с Мейером, но не владел немецким языком в достаточной степени. Кроме того, в этот период возникла острая необходимость в систематизации научной химической терминологии, так как среди химиков не было единства в этом вопросе.

Важным событием в решении этого вопроса стал I Международный Химический Конгресс в Карлсруэ в 1860 году. В процессе обсуждения назревших к тому времени проблем химии пришли к единообразию написания многих химических терминов и формул. В 20 веке языком науки становится английский. Многие работы Д.И. Менделеева были переведены на английский язык. Эти публикации стали основой нашего лингвистического исследования. Интерес представляет развитие терминологии данной области. Например, удельный вес (рус.) – spezifisches Gewicht (нем.) – specific gravity (англ.). Удельный объем (рус.) – spezifisches Volumen (нем.) – specific volume (англ.). Очевидно, что во многом она является интернациональной, основанной на греко-латинских элементах, а потому понятна химикам во всем мире.

## Цитируемая литература

- <https://www.britannica.com/biography/Dmitri-Mendeleev> Dmitri Mendeleev specific volumes [Дата обращения 28.03.19]
- [http://elib.uraic.ru/bitstream/123456789/6255/1/gorn\\_mag\\_1856\\_7.pdf](http://elib.uraic.ru/bitstream/123456789/6255/1/gorn_mag_1856_7.pdf) Диссертация, представленная при окончании курса в Главном Педагогическом институте. Напечатана в «Горном журнале» 1856 г. [Дата обращения 28.03.19]

# КНИЖНАЯ КУЛЬТУРА В СОВРЕМЕННОМ МАССОВОМ СОЗНАНИИ

Захарова А. Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
ramesher1997@mail.ru

Научный руководитель: к. филос. н., и.о. зав. каф. Палей Е.В. (ИГХТУ)

Массовая культура оказывает огромное влияние на мышление человека, формируя в его сознании определенную концепцию мира и его общее восприятие. В результате этого влияния у массовой аудитории складывается одинаковая реакция на тот или иной продвигаемый экранной культурой проект. Отдельный индивид, сталкиваясь с конфликтом его личного восприятия и стереотипом, транслируемым массовой культурой, начинает искать решение возникшего противоречия. В результате возможны два диаметрально противоположных варианта:

- отказ индивида воспринимать несовпадающую с его точкой зрения информацию;
- корректировка индивидом своего восприятия с помощью информации, дающей понимание различия точек зрения массовой аудитории и отдельно стоящего человека.

В первом случае в условиях ограниченного массива информации (собственная точка зрения) человек не задействует свой потенциал, отвергая постороннее; здесь человек не практикует применение различных методов анализа полученной информации. Во втором варианте экранная культура посредством своего воздействия стремится формировать одинаковое восприятие любой информации для массовой аудитории, что ограничивает индивидуальность. Усугубляет ситуацию наличие в Интернете неограниченного количества информации на любую тему: такой избыток не дает четкого ответа на вопросы и формирует сомнения, которые позже являются «плодородной почвой» для создания массового мышления.

Для разрешения противоречия точек зрения индивида и массовой культуры можно прибегнуть к книжной культуре. Под книжной культурой понимается сложный феномен, ядром которого является книга как заверченный продукт интеллектуальной деятельности автора. При прочтении любого художественного издания развивается образное мышление, которое позволяет легче воспринимать информацию, не имея картинки. В результате этого влияния человек решает какую-либо проблему наиболее нестандартным путем, имея больше вариантов развития событий, что, несомненно, развивает его мыслительные способности и позволяет добиваться больших успехов в любых сферах жизни.

В романе-антиутопии Рэя Брэдбери «451 градус по Фаренгейту» центральную часть занимает проблема влияния книжной культуры на мышление человека. Автор показал возможные последствия истребления книжной культуры и продемонстрировал необходимость изменения отношения массовой аудитории к книжным изданиям.

В современном обществе центральную позицию занимает экранная культура. Она формирует у массовой аудитории вкус и нормы, используя всю систему проверенных средств воздействия. Медиа, сообщая каждый день, конструируют реальность, настойчиво вытесняют неудобные для нее составляющие жизни любого здравомыслящего человека. Кризис книжной культуры имеет тенденции роста, и медиа играют в этом не последнюю роль, он заключается в соперничестве между этими культурами, и вследствие большей популяризации медиа в массовом сознании интерес к книжной культуре спадает.

## Литература

1. Ткаченко, О.Н. Эмоциональность визуальных образов массовой коммуникации / О.Н. Ткаченко, Д.К. Красноярова. – Омский научный вестник. – 2013. – Т.121. – №4. – С. 220-223.
2. Савчук, В.В. Медиафилософия. Приступ реальности / В.В. Савчук. – СПб: РХГА, 2014. – 350 с.

## ЧИТАТЕЛЬ И ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ: ОТКРЫТИЕ СЕБЯ

Зубилов Р. М., Смирнова Д. Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
rom4k128@yandex.ru

Научный руководитель: к. филос. н., и.о. зав. каф. Палей Е. В. (ИГХТУ)

Искусство... Оно столь многозначно, многогранно и безгранично, что невероятно трудно уловить то, что автор вложил в своё творение, ведь в одном и том же произведении мы можем увидеть десятки, а то и сотни разных смыслов и точек зрения. Крайне сложно понять художественное произведение, «увидеть» в нем автора, ведь чаще всего в произведениях искусства мы видим себя. Возможно ли воспринять произведение искусства с достаточной степенью ясности? Имеет ли оно один-единственный предназначенный нам смысл? Как понять, что именно хотел донести до общества автор в своём творении? Насколько важна роль читателя в восприятии произведения?

Эти вопросы пытается решить известный итальянский философ и ученый Умберто Эко в своей научной работе «Открытое произведение». В центре внимания автора – феномен "открытого произведения", то есть такого, в котором резко возрастает творческая роль "исполнителя", не просто предлагающего ту или иную трактовку, но становящегося реальным соавтором. Эко не замыкается в искусствоведческой проблематике, он смело оперирует аналогиями и понятиями из современной математики, физики, теории информации, не упускает из виду социальные аспекты искусства. Одной из отличительных черт модели Эко является множественность толкований, неограниченное количество восприятия произведения.

Процесс познания, согласно У. Эко, представляет собой транзакцию. Это значит, что в процессе восприятия какого-либо произведения читатель-интерпретатор неизбежно вступает во взаимодействие с ним. Примечательно, что взаимодействие рассматривается сугубо субъективным, ведь оно основано преимущественно на прошлом опыте субъекта, обращающегося к произведению. В связи с этим интерпретация текста может идти разными путями. Читатель может воспринимать его буквально, как некую данность, предполагая определённую ограниченность восприятия. Другой путь – воспринять произведение как тайну, которую предстоит раскрыть по мере погружения в него. Иными словами, речь идет опять-таки о взаимодействии с произведением. Какой путь восприятия выбрать – зависит от интерпретатора.

Порой сама структура текста подсказывает, как следует интерпретировать то или иное произведение. Так, гипертекст, являясь, несомненно, открытым текстом, содержит в себе в качестве обязательного элемента некое количество гиперссылок, отсылающих читателя к другим текстам либо (реже) к другому месту того же самого текста, подсказывая читателю различные способы его восприятия. Он волен пользоваться или не пользоваться гиперссылками, он может сначала прочесть текст целиком и лишь потом, вернувшись к определенному фрагменту, обратиться к содержащимся внутри него гиперссылкам. А может обращаться к каждой из них сразу, по мере прочтения, и таким образом расширить поле своего восприятия, воспринимая предлагаемый текст уже как интертекст, то есть совокупность текстов.

В качестве эксперимента, доказывающего модель Эко и отвечающего на наши вопросы, мы решили выяснить, является ли роман М.Ф. Булгакова "Мастер и Маргарита" "открытым произведением". По своей сути роман является гипертекстом – на это указывают множественные отсылки к библейским текстам и смешение временных и пространственных отрывков. Роман рождает вопросы и сомнения, создает свое смысловое пространство у каждого читателя, его символика заставляет возвращаться к нему. Многолетние споры о верном толковании творения Булгакова говорят о неограниченном количестве восприятий романа, что является одним из признаков «открытого произведения». Исходя из вышесказанного, мы можем сделать вывод, что роман М. Ф. Булгакова «Мастер и Маргарита» соответствует модели, разработанной Умберто Эко и является «открытым произведением».

## ОСОБЕННОСТИ УДАРЕНИЯ В ГЛАГОЛЬНЫХ ФОРМАХ

Игонина О.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Oksana.igonina.99@mail.ru

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Здорикова Ю. Н. (ИГХТУ)

Расстановка ударения в словах часто вызывает трудности. Это относится и к глагольным формам. Часто в речи мы допускаем ошибки и неправильно произносим *включит* вместо *включит*, *взяла* вместо *взяла́*, *спала* вместо *спала́*. Какие закономерности влияют на расстановку ударения в этих формах? В глаголах прошедшего времени женского рода ударение обычно падает на окончание, а в мужском, среднем роде и множественном числе – на основу: *брать* – *брал*, *брала́*, *бра́ло*, *бра́ли*; *быть* – *был*, *была́*, *бы́ло*, *бы́ли*; *взять* – *взял*, *взяла́*, *взя́ло*, *взя́ли*; *знать* – *знал*, *знала́*, *зна́ло*, *зна́ли* и др., всего в русском языке около 280 таких глаголов. Это же относится и к приставочным глаголам: *добыть* – *добыл*, *добыла́*, *добы́ло*, *добы́ли* и др. Это основная закономерность, однако в словарной фиксации не все словоформы подчиняются этому правилу. Приведем некоторые примеры. Так, ударение на основу падает в формах женского рода бесприставочных глаголов: *клала*, *тка́ла* (вариант *допустимый*), приставочного глагола *отосла́ла*. В формах среднего рода многие бесприставочные глаголы имеют варианты: *лгалó* и *лга́ло*, *далó* и *да́ло*, *зва́ло* и *допуст. младш. звалó*, *жда́ло* и *допуст. младш. ждалó*, *тка́ло* и *допуст. младш. ткало́*, *плы́ло* и *допуст. младш. плыло́*, *рва́ло* и *допуст. младш. рвалó*, *бра́ло* и *допуст. бралó*, *ли́ло* и *допуст. младш. лило́*. Возможны варианты и в приставочных глаголах, например, *прида́ло* и *прида́ло*, *зада́ли* и *зада́ли*, *прóдали* и *прóдали*, *по́лили* и *по́лили*.

Особой формой глагола является причастие. Затруднение вызывает обычно акцентуация в кратких формах. Основное правило расстановки ударения таково: если в полной форме ударение падает на суффикс (*-онн-/-енн-*), то таким же оказывается ударение в краткой форме мужского рода. В женском и среднем роде и во множественном числе ударение перемещается на окончание: *введённйй* – *введён*, *введенá*, *введенó*, *введены́*; *заграждённйй* – *заграждён*, *загражденá*, *загражденó*, *заграждены́*. В других кратких причастиях ударение может падать и на основу, и на окончание: *начатый* – *начат*, *начата́*, *начато*, *начаты́*; *принятый* – *принят*, *принята́*, *принято*, *приняты́*. Возможна вариативность форм кратких страдательных причастий: *продана́* и *допуст. прóдана*, *свита́* и *допуст. свита*, *залита́* и *допуст. за́лита* и *зали́та*, *по́рито* и *поли́то*, *до́рито* и *допи́то*, *за́рито* и *зави́то*, *за́рито* и *зали́то*, *взяты́* и *допуст. взяты́*, *сняты́* и *допуст. сняты́*, *по́литы* и *поли́ты*, *свiты́* и *допуст. свиты́*, *прóжиты* и *допуст. прожiты́*, *за́виты* и *зави́ты*.

В трудных случаях расстановки ударения рекомендуется обращаться к словарям.

## ИГРАТЬ РОЛИ ИЛИ ЖИТЬ? ФИЛОСОФИЯ ВЫБОРА

Карапапас М. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

milakarapapas2010@mail.ru

Научный руководитель: к. филос. наук, доцент Иванов М.Ю. (ИГХТУ)

В наше время поведение людей вряд ли чем-то отличается от игры актёров на сцене. Каждый пытается примерить на себя какую-либо маску, «сыграть роль», несвойственную себе. Сначала и всю последующую жизнь мы играем роль детей для наших родителей, мы играем роль учеников и студентов для преподавателей. Когда взрослеем, девушки примеряют на себя роли хранительницы домашнего очага, а парни – глав семейств. И всех нас ждёт логичный финал, где с наших лиц спадают маски, и мы наконец осознаем, а что же мы сделали в этой жизни?

Но несмотря на то, что мы все актёры на этой сцене жизни, роль театра нельзя в ней недооценивать. Театр, как и литература, учит нас тому, как стоит и не стоит вести себя в различных ситуациях, дарит нам опыт. Время меняется, а актуальность некоторых постановок все так же будоражит умы. К сожалению, люди плохо поддаются обучению, и ошибки передаются из поколения в поколение. Отсюда и неугасаемое желание у режиссеров ставить «классику».

За свои шутки против политика Клеона драматург-комедиограф Аристофан был избит слугами последнего прямо в театре. Давайте вместе вспомним историю. Только скоморохам и жене было можно высмеивать царя. Скоморохи, на минуточку, родоначальники всего театрального и комедийного искусства в целом. А всё потому, что театр не несет в себе ни агрессии, ни злого умысла. Он призван помогать людям.

Вы замечали, что некоторые люди так искусно отыгрывают свои «роли», что мы им верим до последнего, а потом они оказываются совершенно не теми, кем мы их считали? В наше время искренность и честность обесцениваются, уступая место лицемерию и лжи. Сложно сказать, что страшнее – когда добрый человек надевает маску лицемера или когда лицемер надевает добродушную личину. У каждого есть свои причины для масок. Маски, роли, по сути, означают одно и то же – некую неуверенность в себе настоящем. И некоторые люди так виртуозно скрывают свою суть, что их талант заслуживает аплодисментов. *«Играй так, чтобы я не видел, что заучено,»* – говорил М.С. Щепкин, и этой мысли следуют не только актёры в наше время. Хотя игра, на мой субъективный взгляд, была с сотворения мира. Воры, мародёры, шарлатаны, аферисты, мошенники, спекулянты – все они играли свои роли, чтобы нажиться на тех, кто этого не замечал. Многие действительно разыгрывали целые представления ради достижения желаемого. Ну и чем это не спектакль на сцене?

Насколько серьёзны эти «роли» для людей? Одни отводят на них всю жизнь, другие считают их смыслом жизни, а некоторые бегут от них всю жизнь. Не все сыгранные людьми роли заканчиваются хорошо. Роль может навсегда оставить на человеке отпечаток, «клеймо» из общественного мнения, от которого достаточно сложно бывает избавиться. И тут снова актуальны слова Ф. Шиллера: *«Для хороших актёров нет плохих ролей»*. Этот философ зрит в самый корень данной проблемы.

Хочется привести слова В.Я. Брюсова: *«Каждый человек — отдельная определенная личность, которой вторично не будет. Люди различаются по самой сущности души; их сходство только внешнее»*. Это самое правильное и неоспоримое, что можно сказать о человеке в целом. Все люди – это отдельные личности, внутренний мир каждого – уникален и прекрасен по-своему. Нам надо научиться ценить в первую очередь самих себя, свою душу и индивидуальные особенности, а отыгрыш ролей следовало бы оставить актёрам с театральных подмостков.

# НОВЫЕ СЛОВА С ЭЛЕМЕНТОМ “FOOD” (ПО МАТЕРИАЛАМ СЛОВАРЕЙ WORDSPY И UNWORDS)

Кернер А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

arenrek@gmail.com

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Врыганова К.А. (ИГХТУ)

Еда является неотъемлемой частью жизни каждого человека. Разные народы отличаются друг от друга, и при общении чувствуется это различие, и исследование национальных особенностей гастрономического дискурса – достаточно популярное направление в современной культуре. Необходимость и важность научного исследования такого понятия, как “еда” уже давно не подвергается сомнению и подтверждается новыми возникающими ракурсами исследования с точки зрения истории, этнографии, антропологии, философии и других наук. Так называемая гастрософия все чаще привлекает внимание учёных (см. Международные симпозиумы МГУ, посвящённые истории еды, проводимые в этом десятилетии).

Начальной нашей целью было исследовать, как лексическая единица “food” регистрируется в разных словарях, на чём делается акцент: на значении, на этимологии, на примерах использования, на многозначности самого понятия или наличии синонимов. Нами для анализа представления номинации “food” были использованы онлайн-словари английского языка: English Oxford Living Dictionaries, Macmillan English Dictionary, Longman Dictionary of Contemporary English, Collins English Dictionary, Cambridge Dictionary.

Тщательное изучение словарной статьи существительного «food» в Oxford English Dictionary (OED), который обладает расширенным объемом информации по сравнению с English Oxford Living Dictionaries и который отмечает в этом году своё 90-летие, показало больший объем информации. А именно, в словаре представлены для пользователя сведения о частотности использования, разнице в произношении британского и американского вариантов английского языка, 6 полновесных значений, в т.ч. переносные и устаревшие, причем отметим, что первое значение данной лексемы имеет 5 подробно описанных вариантов.

Объектами нашего дальнейшего исследования явились неологизмы – слова или словосочетания, которые недавно появились в языке. Такие слова необходимы в постоянно изменяющемся мире, они помогают описывать новые явления.

Для анализа мы использовали данные двух онлайн-словарей неологизмов английского языка WordSpy (WS) и Unwords (UW), которые отражают последние и самые современные тенденции обозначения так называемых глуттоний или гастронимов, также использовали в качестве материала для исследования слова и словосочетания с элементом “food”.

Методом сплошной выборки нами были подобраны слова и словосочетания с элементом “food”, было установлено 17 единиц с вышеуказанным элементом в словаре WS и 3 единицы в словаре UW. Проанализируем некоторые из новых словосочетаний с интересующим элементом:

**frankenfood** – еда, полученная из ГМО растений или животных,

**food baby** – растянутый желудок, вызванный перееданием,

**foodgitive** – любой овощ, который попадает через перегородку подноса с обедом для ужина около телевизора в основное блюдо или в десертную тарелку,

**petrifood** – эти твердые кусочки еды, которые вы найдете за диваном спустя месяцы после того, как ваши дети бросили их туда.

Изучение появления новых слов в языке с дальнейшим пониманием и использованием, безусловно, расширяет кругозор человека, а также повышает знание о том, какие изменения происходят в жизни современного общества.

## Литература

1. Oxford English Dictionary. URL: <http://www.oed.com/> (дата обращения: 20.03.2019)
2. McFedries P. Word Spy. The Word Lover’s Guide to Modern Culture. URL: <http://www.wordspy.com>. (дата обращения: 28.03.2019)
3. The Unword Dictionary. URL: <http://www.unwords.com/> (дата обращения: 21.03.2019).

# ФЕСТИВАЛИ СОВРЕМЕННОГО ИСКУССТВА КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ: РОССИЙСКИЙ КОНТЕКСТ

Клепикова С.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет

jackkleep@mail.ru)

Научный руководитель: к. филол.н., зав. каф. Миловзорова М. А. (ИГХТУ)

В последние годы большое развитие получили фестивали, связанные именно с современным искусством, они часто занимают позиции ведущих культурных индустрий для определенной территории. Социальная и экономическая значимость культурных индустрий рассматривается в работах таких авторов, как Ч. Лэндри, Р. Флорида, Д. Хезмондалш. Фестивали современного искусства, давая человеку необходимую сегодня свободу самовыражения, создают актуальные формы коммуникации, отражают интересы молодежной аудитории. Немаловажным является и то, что современное искусство часто отказывается от традиционных площадок и осваивает новые культурные пространства.

В России только в XXI в. получают развитие новые формы фестивальной культуры, утверждающей фестиваль как имеющий приоритетное значение для развития территории вид культурных индустрий и как событие, в котором зрители принимают непосредственное участие.

Цель нашей работы состоит в изучении содержания и социокультурного значения феномена фестиваля современного искусства и разработке проектного предложения, реализующего идеи взаимодействия искусства и зрителя.

Истоками анализа для нашей работы являются актуальные российские фестивали современного искусства, такие как: Арт-Овраг, Саратов-Волга-Корабли, ВОКРУГ 3.0.

Площадкой для реализации нашего проекта будет региональный (Ивановский) фестиваль современного искусства «Первая фабрика авангарда». В качестве интерактивного проекта мы предлагаем проведение квест-экскурсии «Первый пошел!» в формате самостоятельного путешествия по карте и выполнения различных заданий. Результатом станет погружение участников в культурную историю города, понимание уникальности авангардного художественного наследия, создание коллективного виртуального ресурса, показывающего уникальность памятников авангардной архитектуры Иванова, объектов современного искусства в городской среде, новых лофт-пространств.



ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА. АНАЛИЗ  
ДИНАМИКИ ИХ ПРОИЗНОШЕНИЯ ПО АНГЛИЙСКОМУ ОРФОЭПИЧЕСКОМУ СЛОВАРЮ  
EPD Д. ДЖОУНЗА

Ковкова У. П.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
kovkova.ulya@mail.ru  
Научный руководитель: к. филол. н., доцент Кузьмина Р. В. (ИГХТУ)

**Актуальность** темы работы заключается в её связи с научным наследием Д.И. Менделеева. **Цель** работы – провести анализ принципов регистрации в орфоэпическом словаре EPD Д. Джоунза (English Pronouncing Dictionary by D. Jones 1, 15, 18 изд. 1917, 1997, 2011) фонетических вариантов названий химических элементов, входящих в Периодическую таблицу Д.И. Менделеева. **Выбор объекта исследования** – произношение английских названий элементов – объясняется двумя факторами (общественным и лингвистическим): 1) празднованием в 2019 г. 150-летия открытия Д.И. Менделеевым Периодического закона и 185-летия со дня рождения этого великого ученого, 2) трудностями, возникающими при воспроизведении в устной речи английской химической терминологии. Выбор EPD обусловлен тем, что целое столетие он является самым авторитетным орфоэпическим словарем, недавно переизданным, а произношение лексических единиц представлено в нем в широком спектре вариантности. Анализ вариантов произношения слов осуществлялся по 1-му изданию словаря (1917 г.), 15-му изд. (1997 г.) и 18-му изд. (2011 г.).

Исследование показало, что в 15-м и 18-м изданиях EPD, информацию в которых мы сопоставляли, из 118 химических элементов 104 зафиксированы в словаре, 14 – нет. В 1-м издании EPD зарегистрировано лишь 56 элементов, а 62 элемента не обнаружены. Большинство химических терминов представлены в EPD-15,18 с несколькими британскими и / или американскими вариантами произношения, в EPD-1 зафиксированы лишь британские варианты произношения, т.к. в то время американские варианты не регистрировались. Сравнение основного (RP) британского варианта, приводимого в словарных статьях на химический элемент самым первым по счету, позволило составить собственную классификацию:

1) У 32 (из 56) элементов RP-варианты произношения не изменились за более чем 100 лет. Эти элементы: а) *antimony, argon, barium, bismuth, gold, iron, lead, nickel, silicon, thorium, tin, yttrium, zinc*; б) *boron, bromine, cadmium, calcium, chromium, lithium, osmium, oxygen, palladium, radium, rubidium, thallium, vanadium, zirconium*; в) *chlorine, magnesium, platinum, selenium, uranium*.

2) У 8 элементов наблюдаются лишь незначительные изменения, по сравнению с 1-ым изданием EPD, в принятом в качестве нормы британском варианте произношения: *arsenic, carbon, copper, phosphorus, silver, sulfur* (в EPD-1 написание этого элемента – **sulphur**), *tantalum, tungsten*.

3) В произношении 16 элементов (*aluminium, cobalt, fluorine, helium, hydrogen, iodine, iridium, manganese, mercury, molybdenum, nitrogen, potassium, sodium, strontium, tellurium, titanium*) RP-варианты не совпадают в EPD-1 и в EPD-15,18. Сопоставительный анализ вариантности произношения этих слов позволяет проследить динамику английской произносительной нормы.

В результате проведенного исследования установлено, что, во-первых, за столетний период в английском языке произошли качественные и количественные изменения произношения звуков, что обусловило замену некоторых транскрипционных знаков в последних изданиях словаря. Во-вторых, была осуществлена перестановка основных и неосновных вариантов произношения названий химических элементов, добавлены альтернативные варианты, внесены изменения в произношение слов. Редакторы EPD-15,18 включили ряд новых помет для расширения информации о трансформациях орфоэпической нормы (редукция гласных в безударных слогах, элизия, эпентеза, ассимиляция и др.). Внесенные коррективы дают возможность проследить особенности произношения рассматриваемых терминов в диахронии и выявить тенденции изменения их произношения в современном английском языке, выявить влияние британского и американского вариантов друг на друга. Все это повышает информационную ценность словаря, делает его универсальным орфоэпическим справочником.

## ПРОБЛЕМА ПЕРЕВОДА АНГЛИЙСКИХ КОЛЛОКАЦИЙ С КОМПОНЕНТОМ FIRE

Ковырзин М.С.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Орлова Е.В. (ИПСА ГПС МЧС России)

Английские коллокации с компонентом fire являются одними из наиболее значимых и частотных в профессиональном общении пожарно-спасательных групп. В качестве материала исследования нами были использованы микроблоги глобального информационного сервиса Twitter более 10-ти корпоративных аккаунтов представителей пожарных частей крупных городов и районов Великобритании, например, Debyshire Fire & Rescue Service, South Wales Fire and Rescue Service, Scottish Fire and Rescue Service и другие. В данных микроблогах рассказывается о повседневной профессиональной деятельности пожарных, информируется население о ЧС различного характера.

С точки зрения структуры коллокации были разделены на группы: глаг.+fire (to extinguish fire, to battle fire), fire+глаг. (fire (to) engulf), прил.+fire (deliberate fire, deep-seated fire, controlled fire, unattended fire, careless fire), сущ.+fire (house fire, unit fire, bush fire), fire+сущ. (fire coverage, fire ban, fire alarm), также вошли коллокации с предложениями (to be on fire).

Наибольшую группу составили глаголы, связанные с «тушением пожара». В русскоязычном медиа дискурсе наиболее часто используются такие эквиваленты, как «возгорание ликвидировано», «пожар локализован», «бороться с пожарами», «(по)тушить пламя/огонь/пожар», «окончательно потушить огонь», «заливка», «справляться с огнем», «работы по тушению пожара». В английском языке данные синонимы можно представить в следующих синонимических группах: 1. Тушить = останавливать put out, extinguish (formal); 2. Тушить = уничтожать fight, battle, attack, knock down; 3. Тушить = справляться (брать под контроль) tackle, deal with; 4. Тушить = подавлять определенным способом или определенный вид пожара (например, природный) (профессиональный термин) douse, smother, mop up, knock down; 5. Тушить = ограничивать распространение contain. Основу семантических различий рассмотренных групп английских глаголов в составе коллокаций +fire составляет способ, интенсивность и характер тушения «Выезд, реагирование, работы на месте пожара» имеют следующие эквиваленты: (to) be in attendance at fire, (to) attend fire, (to) respond to fire, (to) work on fire (to) be at the scene of fire, (to) be mobilized to fire.

При переводе английских коллокаций с компонентом fire учитывать: 1) термины и общепринятые понятия, так принципиальное различие имеют *локализация* (основная часть глаголов «тушить») и *ликвидация* пожара (fire (to) be out / fire (to) be under control / (to) control fire), *пожарный* и *противопожарный* (fire safety – пожарная безопасность, fire ban – противопожарный режим) и другие; 2) лексические лакуны в языке перевода, например, fire cover – обеспечение пожарной безопасности, 3) переводческие трансформации: unit fire – пожар в (одном) здании; 4) структурное опущение одного из элементов коллокации: fire emergency/incident – пожар, unattended fire – пожар (как правило, используется в контексте «Если возник пожар, звони ... / При пожаре, звони ...).

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНОВ “CONDUCTOR/SEMICONDUCTOR” (ПО МАТЕРИАЛАМ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ СЛОВАРЕЙ)

Комова И.В., Смирнов С.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
krinlayir@mail.ru, stepan16-00@yandex.ru  
Научный руководитель: к.филол.н., доцент Врыганова К.А. (ИГХТУ)

Вторая половина 20 века ознаменовалась развитием науки и техники, особое внимание приковано к полупроводниковой системе. Вспомним Нобелевского лауреата в области физики, Жореса Алфёрова, который говорил в своей презентации на телеканале «Культура» в рамках проекта «Академия»: «Полупроводниковая революция в 20-м веке, это, действительно, научно-техническая революция, которая, конечно, прежде всего, научная революция. Но она привела к очень многим изменениям не только в науке, не только в технологии, она привела к огромным изменениям в социальной сфере в мире. И не зря, как говорится, полупроводниковая революция явилась основой того, что мы называем современными информационными технологиями, того, что мы называем сегодня постиндустриальным обществом».

В рамках нашего исследования были проанализированы авторитетные толковые словари английского языка с целью выявления специфики отражения семантического значения, произносительной нормы, этимологии и происхождения понятий “проводник” и “полупроводник”. Анализу подверглись онлайн-версии следующих словарей: Cambridge Dictionary (издательство Кембриджского университета Cambridge University Press) - <https://dictionary.cambridge.org/>, Oxford Dictionary (издательство Оксфордского университета Oxford University Press) - <https://en.oxforddictionaries.com>, Macmillan English Dictionary for Advanced Learners (издательство Macmillan Education) - <https://www.macmillandictionary.com/>, Longman Dictionary of Contemporary English (издательство Longman Pearson) - <https://www.ldoceonline.com>, Webster's Dictionary (издательство Merriam-Webster) - <https://www.merriam-webster.com/>, Collins Dictionary - <https://www.collinsdictionary.com/>).

Отметим, что самостоятельные лексические единицы «semi» и «conductor» в словарях зафиксированы в одно время. Обе номинации: и префикс - «semi», и слово «conductor» – идут родом из 18 века, но вместе начинают употребляться только в 19 веке при резком скачке в области радиосвязи. Хотя изучать свойства полупроводников начал ещё Майкл Фарадей в 1833 году, термин «semiconductor» стал употребляться гораздо позже – вместе с терминами «semiconductor diode» и «semiconductor transistor».

Рассмотрим примеры представления сведений о данных номинациях в разных словарях подробнее. В большинстве словарей для термина «conductor» приводится следующее значение: «проводник» – материал, которые проводят электрический ток». Самое полное значение представлено в Оксфордском словаре: «материал или устройство, которое проводит или передает тепло или электричество, особенно с точки зрения его способности сделать это». Таким образом, делается акцент на том, что проводник – это не только материал, но и устройство, проводящее электрический ток.

Что касается значения лексической единицы «semiconductor», то в основном словарии трактуют термин как материал, подобный кремнию, проводимость которого зависит от температуры.

К каким предварительным выводам можно прийти: во-первых, работа с англоязычными словарями помогает увеличению компетенции знаний изучаемого языка, во-вторых, анализ представления данных терминов позволяет разобраться в особенностях значений, нюансах произношения, а также, в-третьих, анализ примеров даёт солидное основание для дальнейшего правильного использования в своей профессиональной речи.

## ЯЗЫКОВЫЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ РЕКЛАМЫ

Кострова Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
kostrova.kote@mail.ru  
Научный руководитель: к. филол. н., доцент Здорикова Ю.Н. (ИГХТУ)

Роль рекламы в современном мире очевидна. Сегодня благодаря высокоразвитым информационным технологиям разместить рекламу не составляет труда – мы знакомимся с ней в Интернете, на телевидении, радио, билбордах, зданиях.

Цель рекламы – привлечь внимание аудитории к рекламируемому товару, и поэтому очень важны языковые средства, формирующие рекламный текст. Благодаря красоте и многогранности русского языка рекламщики успешно продвигают продукцию и даже совершают манипуляции с сознанием людей.

Арсенал изобразительно-выразительных средств, используемых в рекламе, очень велик. Приведем некоторые примеры использования тропов в рекламе. Так, например, компания L'Oréal Paris Russia в 2018 году запустила рекламный ролик с лозунгом: «Включи блеск на максимум с новинкой Color Riche Shine». В этой фразе можно отметить такие тропы, как *метафору* и *гиперболу*. Метафора «включи блеск» подразумевает, что единоразовое использование помады словно «по щелчку» придаст блеск губам потребительниц, а гипербола «на максимум» преувеличивает способности помады по сравнению с другими конкурентными образцами. В рекламе компании Avon используется сравнение: «Прекрасна, как день, загадочна, как ночь». Приведем еще некоторые примеры: «Мы работаем – вы отдыхаете» (реклама стиральной машины Indesit, построена на антитезе), «бесконечно длинные ресницы» (реклама туши Telescopic от L'Oreal Paris, используется гипербола), «апельсиновый заряд» (реклама «Фанты» построена на метафоре).

Но не всегда тропы используются удачно. Например, в рекламе всем известных разноцветных жевательных конфет с фруктовым вкусом *Skittles* Билли отвечает подруге: «Мне сказали, что у меня скитлс-трянка». Тропом в данном случае является *метафора*. Но потребителю она напоминает заразную болезнь ветрянку. Такая реклама вызывает неприятные ощущения. Какую цель преследовали создатели этой рекламы?

Использование тропов и риторических фигур в современной рекламе – это мощное оружие для того, чтобы правильно, красиво и тактично донести до потребителя информацию о продукте или услуге. Но зачастую производитель любой ценой пытается привлечь внимание покупателя и не задумывается о том, как влияет реклама на людей. Примером тому может служить реклама алкогольных напитков, сигарет, некачественных товаров и услуг. В то же время существует реклама, которая может мотивировать человека заняться спортом, открыть свое дело, бросить курить, беречь окружающую среду – изменить себя и свою жизнь. Это происходит по той причине, что создатели рекламы стараются правильно использовать лозунги, богатые тропами и риторическими фигурами русского языка, и тем самым преподносят рекламу так, чтобы не задеть чьи-то права и чувства.

На первый взгляд, использование языка – это что-то обычное и повседневное, но в языке кроется огромная сила, и поэтому языковые средства нужно использовать очень вдумчиво и осмысленно.

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДМИТРИЯ ИВАНОВИЧА МЕНДЕЛЕЕВА В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИИ

Краилов А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

bookcopy2014@yandex.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Меркулова Н.Е. (ИГХТУ)

Дмитрий Иванович Менделеев внёс фундаментальный вклад в развитие отечественной и мировой метрологии – науки об измерениях и методах обеспечения их единства.

Цель нашего исследования – проанализировать научную деятельность Менделеева в области метрологии, поскольку большая часть современной молодежи ассоциирует личность этого ученого исключительно с химией и ученым, получившим признание общества, прежде всего, благодаря его знаменитой периодической таблице химических элементов. Материалом исследования послужила справочная и научная литература на английском и русском языках.

Имея огромный опыт в научной и исследовательской деятельности, Дмитрий Иванович постоянно сталкивался с проблемами, связанными с измерением различных величин. Результаты исследований учёного зависели от точности проведения научных экспериментов.

В 1892 году Менделеев был назначен на должность ученого хранителя Депо образцовых мер и весов, которое в 1893 году при содействии учёного было преобразовано в Главную палату мер и весов, ставшую одним из первых в мире научно-исследовательских учреждений метрологического профиля. Д.И. Менделеев стал организатором и первым управляющим Главной палаты мер и весов и занимал эту должность вплоть до последних дней своей жизни (с 1893 по 1907 год).

Со времен активного развития ремесел, строительства и торговли не раз принимались попытки упорядочить измерение на Руси, а именно установить соотношение с иностранными мерами и осуществлять контроль поверочной деятельности. Одной из главных задач являлось создание единых отечественных мер, известных как эталоны. Именно с осуществления данной задачи начал свою деятельность Д.И. Менделеев в Депо образцовых мер, поскольку особое значение в измерениях Д.И. Менделеев придавал именно взвешиванию.

Учёный предложил создать законченную систему эталонов, копий и рабочих эталонов, необходимую для установления единства мер и весов. По мнению ученого, они должны быть абсолютно неприкосновенными и служить только в качестве основной единицы, с которой проводят сличение в исключительных случаях. Кроме этого Менделеев предложил ввести в России метрическую систему.

Под руководством ученого удалось достичь не только высокого уровня методов измерения, но и повышение точности в применении новых высокоточных приборов. Благодаря разработанному Менделеевым закону «О мерах и весах» была введена новая система российских мер и весов, где основными единицами являлись: массы — фунт, длины — аршин, времени — сутки, устанавливались соотношения между аршином и метром, фунтом и килограммом. К концу 90-х годов XIX века Главная палата мер и весов стала крупнейшим метрологическим центром, на базе которого осуществлялись работы по разработке и внедрению новых приборов, методик контроля и надзора за мерами и весами по всей стране.

Особое внимание Менделеев уделял организации поверочного дела в России для упорядочения мер, применяемых в торговле и промышленности, для чего была создана сеть специальных учреждений, так называемых поверочных палаток и института подготовленных поверителей. Огромный вклад Менделеева заключается в создании им ряда уникальных для того времени приборов: пикнометра (прибора для определения плотности жидкости); дифференциального барометра (для измерения высоты над уровнем моря); двухъярусных весов (для взвешивания твёрдых и газообразных веществ); арретира (устройства для закрепления чувствительной подвижной части точного измерительного прибора); одноплечих весов, в основу действия которых был положен метод замещения (метод Менделеева); дифференциального маятника (для определения твердости вещества); маятника-метронома (для изучения процесса качания) и других приборов.

Проведенный анализ позволил нам показать тот огромный вклад, который внес Д.И. Менделеев в развитие метрологии как науки и как деятельности, связанной с точными измерениями.

ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЛОВ ТЕМЫ “PHISICS”/“SCIENCES” (НА МАТЕРИАЛЕ СЛОВАРЯ THE ILLUSTRATED DICTIONARY OF UNFAMILIAR WORDS)

Крапивкина О.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[ovk201424@yandex.ru](mailto:ovk201424@yandex.ru)

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Врыганова К.А. (ИГХТУ)

Для нашего исследования мы используем словарь The Illustrated Dictionary of Unfamiliar Words (Иллюстрированный словарь незнакомых слов) издательства Geddes & Grosset (G&G), который рассматривается как источник информации о стране изучаемого языка. Ранее анализу подвергались особенности структуры, тематического деления и целевой аудитории пользователей, также более подробно исследовались слова тематической области «химия», «экологические проблемы» и «иностранные слова, использующиеся в английском языке». Отметим, что данный словарь ориентирован на англоязычного пользователя, что позволяет нам рассматривать его как авторитетный источник тех изменений, которые происходят в английском обществе.

Цель данной работы состоит в анализе слов, установлении и описании особенностей, объединяющих слова словаря The Illustrated Dictionary of Unfamiliar Words.

Объектом исследования является тематическая рубрика «физика» из раздела науки (Physics - The sciences). Материалом исследования служили словарные статьи словаря, где слова представлены без транскрипции. Нужно отметить, что небольшое количество слов сопровождается небольшими рисунками на полях источника.

Ранее нами подробно исследовались особенности структуры и тематического деления данного словаря, также рассматривались такие тематические области, как «химия», «экологические проблемы», «иностранные слова, использующиеся в английском языке» и «еда».

Всего представлено 124 мини словарных статьи темы «физика», из которых 66 слов относятся к двусоставным. Слова не разбиты на разделы физики (hydrostatics, mechanics, quantum mechanics) и расположены в алфавитном порядке. Список слов, представленных в секции «physics», условно можно разделить на слова:

- физические величины и понятия (acceleration, density, latent heat, power, pressure);
- единицы измерения (decibel, hertz, joule, rad, volt, amp, ohm);
- законы и теории (Pascal's principle, Planck's law, relativity theory, Einstein's law, unified field theory и т.д.);
- ученые-физики (Celsius, Pascal).

Раздел содержит небольшие иллюстрации, описывающие некоторые слова данной тематики, такие как: amplitude, concave, convex, gravity, lens, lever, wavelength.

Отметим, что слова doppler effect, kelvin scale, Geiger counter и т.д., хоть и содержат в себе имена известных ученых, которые разработали термин или дали объяснение явлению, не даны с заглавной буквы. Хотя мы можем наблюдать и обратные явления (Pascal's principle, Einstein's law, Planck's law), когда имя автора представлено с заглавной буквы.

В завершение нужно сказать, что анализируемый словарь не только представляет собой пособие для расширения вашего вокабуляра, но и является источником информации о тех тенденциях и процессах, которые наблюдаются в английском языке. Анализируя слова темы «физика», можно сделать вывод о том, что человек, не имеющий больших знаний по физике, может найти для себя ответы на вопросы и повысить уровень знания в этой области.

**БИНАРНЫЕ ТЕРМИНЫ МОДЕЛЕЙ N/N И A/N ОБЛАСТИ «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»  
(НА МАТЕРИАЛАХ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ)**

Краснов А. Б., Соболев А. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
unkrasnov@yandex.ru, ajlekcandr1213@mail.ru

Научный руководитель: к. ист. н., доцент Малкова Ю. Л. (ИГХТУ)

Трансформация терминосистемы «микро- и нанoeлектроника» – результат и лингвистическое отражение технологического прогресса. Актуальность исследования лингвистических особенностей научно-технической литературы данной области объясняется необходимостью корректной интерпретации новых специальных терминов и наименований, осуществления плодотворного международного научного сотрудничества и понимания. Объект настоящего исследования – бинарные термины моделей N/N и A/N, выявленные методом сплошной выборки на основе англоязычных научных статей области «микро- и нанoeлектроника» (общий объем 60 тыс. печатных символов без пробелов). Примеры указанных моделей и частотность их употребления представлены в составленной авторами Таблице 1:

**Таблица 1**

<b>Модель N/N</b>	<b>Частотность</b>	<b>Модель N/N</b>	<b>Частотность</b>	<b>Модель A/N</b>	<b>Частотность</b>
Etch rate	240	Feed gas	15	Critical value	26
Silicon nitride	50	Boundary line	13	Active species	15
Ion flux	46	Formation rate	13	Positive ion	13
Mixing ratio	35	Atom density	12	Neutral species	11
Fluorine density	33	Etching pathway	12	Total flow	9
Wafer surface	28	Plasma parameters	12	Average rate	8
Tube length	25	Transport tube	11	Physical pathway	8
Erosion rate	24	Gas composition	9	Negative ion	7
Gas mixture	19	Microwave power	9	Chemical etching	6
Reactive layer	19	Mask materials	8	Chemical reactions	5
Gas phase	18	Feed gases	7	Dominant effect	4
Gas system	17	Contour plot	7	High selectivity	4
		Bottom graph	6	Important role	3

Данные таблицы наглядно демонстрируют характерную лингвистическую особенность терминосистемы «микро- и нанoeлектроника», а именно, активное распространение бинарных терминов моделей N/N и A/N, при этом очевидно преобладание модели N/N:

- 3608 печатных символов без пробелов и 688 повторений терминов модели N/N;
- 1804 печатных символов без пробелов и 119 повторений терминов модели A/N.

Выявленная лингвистическая характеристика терминосистемы «микро- и нанoeлектроника» ставит перед исследователем задачи грамотной и корректной интерпретации профессионального текста, учитывая особенности перевода терминов модели N/N, а также предполагает системную работу с корпусом специальных словарей.

# КОНЦЕПЦИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ КУХНИ НА ПРИМЕРЕ КУХНИ ГЕРМАНИИ И АВСТРИИ

Краснова В.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

krasnova\_99@list.ru

Руководитель: к. филол. н., доцент И. В. Лобанова (ИГХТУ)

В данной исследовательской работе рассматриваются актуальные подходы к формированию образа «национальной кухни» на примере Германии и Австрии. Особое внимание уделяется фактору региональной идентичности.

**Актуальность** темы обусловлена тем, что изучение традиций немецкой и австрийской кухни связано с изучением культурных традиций, обычаев и нравов народов этих стран. Анализ данной проблемы очень важен, так как имеет в том числе и лингвострановедческий характер.

**Цель** работы – провести исследование в области традиций культуры питания, изучить репертуар немецких и австрийских национальных блюд, найти общие черты и различия.

**Объектом** анализа являются семантические ресурсы, привлекаемые для формирования образа аутентичной гастрономической традиции.

**Материалом** для исследования служили немецкие и австрийские источники, а также издания, адресованные туристам, кулинарные книги и справочные интернет-ресурсы.

Традиции в области питания – важный константный элемент идентификации себя как нации. Кулинарные традиции имеют свою историю, но она является частью общей истории нации, придаёт ей «вкус», особое ощущение родины. Передаваемый из поколения в поколение опыт в области еды и питья служит основой социализации личности, способствует ознакомлению с общей национальной традицией.

«Немецкая кухня» не имеет ярко выраженных стереотипных представлений о ней за пределами страны. Хотя упоминание о немецкой кухне, как и об австрийской, вызывает некоторые устойчивые ассоциации. Однако в Германии ярко представлена внутренняя стратегия позиционирования в терминах региональной идентичности. Причём маркером региональной специфичности становится не только и не сколько своеобразие продуктов, отражающее природный ландшафт края, сколько своеобразие рецептуры, подчёркивающее уникальность культурно-исторических традиций. Важно отметить, что в Германии гастрономические образы тесно вплетены в общий контекст историко-культурной репрезентации региона.

Пищевые традиции и предпочтения Австрии также тесно связаны с природными факторами, географическими условиями проживания, религиозными и культурными традициями нации. Однако и политическое развитие страны получило своё отражение в национальной кухне. Австрийцы всегда противопоставляли свою кухню немецкой, которую находили по-прусски безликой и однообразной. Приверженность своим кулинарным традициям была своего рода демонстрацией «кулинарного патриотизма».

В результате нашего исследования мы пришли к выводу, что образ национальной кухни по своей сути не требует фактического подтверждения практиками повседневности, не нуждается в этнографическом или статистическом обосновании. Существует ряд факторов, позволяющих говорить о еде в социально-историческом аспекте. Еда для людей служит не только источником поддержки жизнеспособности, она наделяется символическим смыслом. Подобная многоаспектность темы позволяет рассматривать отдельные блюда как визитную карточку своего времени, изучать культурно-специфические языковые реалии.



ЛЕКСИКО-СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОГО ТЕКСТА: АНАЛИЗ  
АНГЛОЯЗЫЧНОЙ СТАТЬИ ПО ПРОБЛЕМЕ ПЕРЕРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ПОЛЬЗЫ  
СВЕЖЕГО ЛУКА

Крючкова Е. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
katyakryuchkova6@gmail.com  
Научный руководитель: к. филол. н., доцент Кузьмина Р. В. (ИГХТУ)

Часто студенты ИГХТУ работают с научной литературой с целью поиска необходимой информации по основной специальности. Поскольку в русскоязычных источниках не всегда удается найти нужные данные из профессиональной области, приходится прибегать к зарубежным материалам, своевременно публикующим «новинки» в исследованиях. Однако при переводе профориентированных текстов возникают сложности в передаче грамматических конструкций на русский язык и понимании терминов, т.к. терминсистема постоянно подвергается процессу трансформации (лексической, грамматической, стилистической). Знание предметной области и умение осуществлять лингвистический анализ текста помогают справиться с этими трудностями.

Согласно англоязычной обзорной статье канадских авторов, опубликованной в 2018 году, “Fresh-Cut Onion: A Review on Processing, Health Benefits, and Shelf-Life” [1], в настоящее время спрос на свеженарезанные полуфабрикаты, в т.ч. из репчатого лука, увеличивается. Это обусловлено возможностью потребителя сэкономить время, затрачиваемое на приготовление пищи, а также избежать слезотечения и неприятного остаточного запаха на руках.

Данная статья относится к научному стилю речи, предназначена для сообщения точных сведений. Статья имеет логическую структуру, четко разделена на части (Introduction, discussion, conclusion, list of references). Среди грамматических конструкций преобладают предложения сложноподчиненные (*Onion (*Allium cepa* L.) is one of the most important horticultural crops that is extensively used as a food and in medicinal applications*); присутствуют инфинитивные конструкции и причастные обороты (*Genetic differences / inherent characteristics have been demonstrated to be the major factors determining onion pungency*). Простых предложений мало, в основном они развернуты за счет однородных членов (*A considerable portion of vitamins, minerals, and fibers in the diet comes from fruits and vegetables*). В большом количестве представлены препозитивные определительные группы (*fresh-cut onion, ready-to-eat produce market*). Связи между элементами внутри предложения, между предложениями внутри абзацев и абзацами внутри глав выражены эксплицитно, что ведет к обилию и разнообразию союзов и союзных слов (*Both storage time and temperature are important factors affecting sliced onion firmness values.*). Для усиления логической связи между предложениями употребляются специальные устойчивые выражения и наречия (*thus*).

Одной из особенностей статьи является наличие большого количества терминов, которые можно найти только в специальных (отраслевых) словарях, причем некоторые из них являются латинскими, что вызывает трудности. Так, встречаются химические (*enzyme* – фермент, *colloidal solution* – коллоидный раствор), медицинские (*antifungal activity* – противогрибковая активность), латинские (*Allium cepa* – лук репчатый, *Staphylococcus aureus* – золотистый стафилококк), кулинарные (*sauteing* – пассерование, *to dice* – нарезать кубиками, *to slice* – нарезать соломкой) и сельскохозяйственные термины (*cultivar* – сорт, *horticultural crop* – садоводческая культура). В статье присутствуют аббревиатуры: *PP* (*Polypropylene*), *LF* (*Lachrymatory factor*) и книжные слова.

Таким образом, анализ англоязычных научных текстов по специальности позволяет углубить знания о профессионально ориентированном научном языке, развить навыки перевода текстов с учетом отраслевой терминологии, навыки их аннотирования и реферирования, совершенствовать профессиональные компетенции, необходимые для эффективной устной и письменной коммуникации.

1. Maryam Bahram-Parvar, Loong-Tak Lim. Fresh-Cut Onion: A Review on Processing, Health Benefits, and Shelf-Life // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 2018. – № 3. – P. 290-304.

## ПРОБЛЕМА ИСТИНЫ В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ

Кулёв В.А., Парамонова А.С., Баяндина М.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
slava.kulev@mail.ru

Научный руководитель: д. филос. н., профессор Зеленцова М.Г. (ИГХТУ)

В науке принято, что если предположение не противоречит законам формальной логики, то оно с большой вероятностью является истинным. А если оно подтверждено ещё и эмпирически, то сомневаться в его истинности бессмысленно. Но так ли это на самом деле? Ведь порой провести корректную серию опытов с изменением только одного изучаемого параметра в системе очень сложно, а иногда и невозможно.

Допустим, учёный ставит эксперимент и получает результаты, которые могут зависеть не только от изучаемого явления, но и от других компонентов, составляющих систему. Далее учёный сопоставляет данные, полученные эмпирическим путем, с теми, которые он предполагал получить, опираясь на законы формальной логики. По мере сопоставления эмпирических и теоретических знаний вносятся корректировки в теорию и условия проведения эксперимента с учетом того, что наблюдаемый эффект зависит от изучаемого явления. Но является ли полученное ученым знание действительно истинным?

Приведем знакомый всем со школы пример с весами Кулона. Имеется два шара, один из которых неподвижен, а другой прикреплен к штанге, которая может свободно вращаться. Как только происходит заряд неподвижного шара, шар на подвижной опоре тут же начинает приближаться к первому. Стоит шарам коснуться друг друга, как они тут же с огромной силой разлетаются друг от друга. В момент соприкосновения произошло перераспределение зарядов между шарами, и они стали заряжены одинаково, а, как известно, одноименные заряды отталкиваются. Итак, опыт проведен корректно, все законы соблюдены, теория подтверждена.

Немного изменим условия проведения опыта. Вместо шара на подвижную опору закрепим кусочек фольги, точно повторяющий форму фрагмента шар. И вновь проведем эксперимент. Заряжаем шар, фольга начинает движение, соприкасается с шаром, происходит перераспределение зарядов, фольга приобретает тот же потенциал, что и шар, но не спешит отталкиваться. Она прилипла к шару. Но разве одинаково заряженные тела не должны отталкиваться?

Возникает проблема объективности научного знания. Есть ли возможность её решить?

В различных сферах науки, изучающих разные стороны нашего мира, имеются схожие описания различных эффектов. Так, например, процессы, происходящие при перемещении жидкости по трубопроводу (гидродинамика), описываются теми же законами, что и процессы, протекающие в электрических схемах (электротехника). Любая колебательная система в любой области знания (математический маятник, физический маятник, колебательный контур, колебания в атоме) поддается описанию одними и теми же законами. Из этого следует, что если в какой-либо области знания возникает проблема, то её можно решить, заглянув в смежную (или любую другую, в которой работали с похожим эффектом) науку, и найти в ней решение.

Возможно, и для проблемы взаимодействия заряженных тел есть решение в другой области знания, например, в космологии.

В космосе существует огромное количество небесных тел – шаров, свободно перемещающихся в пространстве. Обратим своё внимание на пояс астероидов – колец Сатурна. За их столь долгое существование, вопреки закону всемирного тяготения, они до сих пор не притянулись друг к другу и не образовали один большой ком. При этом случается, что к поверхности планет астероиды всё-таки притягиваются. Становится понятным, что гравитационное взаимодействие зависит от размеров самих тел. Ведь два одинаковых шара отталкиваются, в то же время относительно небольшой кусочек фольги притягивается. Одинакового размера астероиды колец Сатурна летают поодиночке до сих пор, но они же могут притянуться к планете, превосходящей их по размеру во много раз.

Таким образом, научная истина не лежит на поверхности, путь к ней является сложным и противоречивым.

РАБОТА Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА В ВЭО. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТ ПО  
НАЛОГООБЛАЖЕНИЮ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ  
ЭКОНОМИКИ

Курицына А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Kaa\\_isc@mail.ru](mailto:Kaa_isc@mail.ru)

Научный руководитель: старший преподаватель Благовестный А. Ю. (ИГХТУ)

Целью данного исследования стало изучение наследия Д.И.Менделеева в области экономики. Были проанализированы и детально изучены источники на русском и английском языках, посвященные деятельности великого химика в Вольном экономическом обществе (ВЭО). Идеи Д.И. Менделеева в сфере экономики заслуживают глубокого изучения. Большой интерес к проблемам экономики со стороны великого химика был обусловлен его стремлением поставить на научные основы развитие в России земледельчества, нефтяной промышленности, каменноугольной и т.д., создав экономически выгодные условия для российских производителей и промышленников. Известно, что на одной из встреч Вышнеградский И.А. (министр экономики) предложил Менделееву заняться разбором документов, подготовленных для предстоящего пересмотра общего таможенного тарифа. Необходимо было выработать принципы таможенной политики, учитывающей всю систему товаров, их взаимосвязи. Это дело очень увлекло Д.И.Менделеева, который, приступив к работе в 1889 г., рассуждал следующим образом: «Надо говорить не просто о производстве товаров, развитии отдельных предприятий, отраслей промышленности, а о том, будет она национальной или иностранной». В 1892 г. была опубликована работа Д.И. Менделеева «Толковый тариф», а затем – «Основы фабрично-заводской промышленности» (1897) и цикл работ о развитии некоторых областей российской промышленности

Идеи Д.И. Менделеева были комплексными, предусматривали выстраивание предприятий в технологически последовательные цепочки, способствующие формированию выгодных основных производств и одновременной утилизации отходов, во многом предотвращая экологические проблемы будущего. Дмитрий Иванович Менделеев заложил основы теории образцового размещения производительных сил, разработал учение о народном хозяйстве, уделив особое внимание человеческому фактору. Объясняя пути и преимущество индустриализации России, он не принял предложение предварительного развития лёгкой промышленности как способа быстрого накопления капитала для последующих инвестиций в базовые отрасли промышленности.

Императорское вольное экономическое общество (ИВЭО), видя такое превосходство, которое на государственном уровне оказывается промышленности в обход интересов аграрного сектора, первым обрушило на Менделеева волну своей критики. ИВЭО обращалось к Александру III с «Ходатайством об изменении таможенного тарифа», в котором обвиняло Д.И. Менделеева в некомпетентности. Д.И. Менделеев представил образец «экономики здравого смысла». В ней ставилось основной целью развитие и укрепление позиций России на мировой арене, и при этом она не была направлена на удовлетворение личных интересов тех, кто стоит у власти. Наверное, поэтому в начале 90-х годов прошлого века именно работы Менделеева, посвященные модернизации российской экономике, запретили и конфисковали из библиотек. Сейчас идеи, предложенные ученым, приобретают особую актуальность и остроту в контексте политического и экономического развития современного российского общества.

В настоящее время «Вольное экономическое общество» в России активно сотрудничает с государственными структурами всех уровней, дает оценки различных проектов и программ, выступает экспертом в ряде злободневных вопросов, консультирует представителей федеральных, региональных и местных органов власти по вопросам текущей экономической политики, участвует в международных форумах и конференциях.

**СОВРЕМЕННОЕ АНГЛИЙСКОЕ РЕСТОРАННОЕ МЕНЮ КАК ОБЪЕКТ  
ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (НА МАТЕРИАЛАХ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ)**

Логачева О.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
o.logachiova@yandex.ru

Научный руководитель: к.ист.н., доцент Малкова Ю.Л. (ИГХТУ)

Актуальность исследования современной лингвистикой социокультурных аспектов гастрономического дискурса определяется высокой социальной значимостью его жанров, широкой известностью среди всех представителей любого лингвокультурного сообщества и отсутствием проблем в его восприятии благодаря наличию четкой структуры.

Объект настоящего исследования – лингвистический контент современного английского ресторанного меню как прецедентного жанра гастрономического дискурса. Данный вид текста формируется на основе конкретной ситуации, связан с желанием клиента ресторана получить максимально исчерпывающую информацию о блюде, способах его приготовления, ингредиентах, что в большей степени актуально для представителей не британской культуры. Цель исследования – структурный и коммуникативный анализ данного вида текста. Материалом исследования выступили меню ряда ресторанов Лондона (St.John, Rules, Chenestons, Restaurant, Simpson’s in the Strand, Gordon Ramsay, Five Fields), выбранные на основе большего количества положительных отзывов посетителей, а также материалы одноязычных и англо-русских электронных словарей. Примеры основных групп ресторанных блюд и их наименования представлены в таблице:

**Таблица 1**

<b>Wines</b>	<b>Starters</b>	<b>The main Courses</b>	<b>Desserts</b>
Le Temps De Gitans	Beetroot, boiled egg & Spinach	Pig’s head & potato pie	Strawberry mousse & Shortbread
Saint Clair Sauvignon Blanc Marlborough	Waldorf salad (with celery, apple, walnuts & stilton cheese)	Confit of duck (with potatoes, artichokes, samphire & bacon vinaigrette)	Apple, Gooseberry & Almond Crumble (with custard)
Brunello Di Montalcino	Broccoli and Spring Onion Tart (Blacksticks blue cheese croquette and almond puree)	Whole Piri Piri Baby Chicken (with crisp salad and roasted potatoes with lemon chili salt)	Baked American Cheesecake (Strawberry coulis)
Domaine des Cèdres, Rosé D'Anjou	Rainbow Beetroot Salad (Beetroot hummus, crushed cob nuts, pea shoots, flowers)	Wild Mushroom and Barley Risotto (Pickled walnut puree)	Treacle Sponge (Steamed treacle sponge, mandarin and orange ice cream, custard)
Bourgogne, Comte Armand	Cornish Brown and King crab salad (yuzu, radishes, kombu, oyster emulsion)	Poached Isle of Gigha halibut (Atlantic King crab, finger lime, ras el hanout infused broth)	Apricot soufflé (rousted almond ice cream)
Pouilly-Fuisse, Domaine Sophie Cinier	Foie Gras (Shimeji Mushrooms and Beetroot)	Pigeon (Butternut Squash, chicory and Walnut)	Apple (caramel and Peanut)

Итак, в условиях глобализации и трансформации общества меню как особый жанр гастрономического дискурса выступает ценным и репрезентативным источником информации.

# СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕКСЕМЫ CHEMISTRY (НА ПРИМЕРЕ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ СЛОВАРЕЙ НОВЫХ СЛОВ)

Лузева Ю.С., Платова А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

luzeva.yulya@mail.ru, platova.alyon@yandex.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Меркулова Н.Е. (ИГХТУ)

Химия, как известно, это естественная наука, занимающая основную, ведущую роль среди точных наук. Получив свое начало еще в глубокой древности, химия все большее и большее применение получала в жизни человека. Накопленные практические и теоретические знания в данной области способствовали формированию химии как отдельной дисциплины и определению ее как комплексной науки. Огромный вклад в развитие химии внес Д.И. Менделеев. Особое значение имеет открытый им Периодический закон химических элементов, поскольку этот закон и разработанная на его основе Периодическая система элементов послужили фундаментом для современного учения о строении вещества, в частности, для атомной и ядерной физики XX в. На этом же фундаменте построена вся современная система химии как единая целостность теорий, отражающих закономерности химической организации вещества и позволяющих решать основные задачи этой науки, в том числе получения материалов с заданными свойствами. Данный факт определяет актуальность нашего исследования и обращение к новым номинациям, появившимся в английском языке для обозначения новых знаний и достижений в области химии.

Цель нашей работы состоит в проведении структурно-семантического анализа новой лексики, образующей словообразовательное гнездо с вершиной **chem** и отражающей трансформацию как самого понятия chemistry, так явлений и процессов в области этой науки.

Объектом исследования стали неологизмы, зарегистрированные в специальных одноязычных английских словарях новых слов, в основе которых лежит морфема chem и являющиеся однокоренными понятию chemistry.

Материалом исследования были выбраны электронные одноязычные английские словари (Merriam-Webster Dictionary, Unwords Dictionary, Urban Dictionary и Word Spy Dictionary) фиксирующие новые слова с этим элементом. Проведенный анализ отобранной нами лексики показал, что, несмотря на огромные достижения, которые уже были проделаны в области химии, продолжают развиваться как прикладное, так и фундаментальное ее направления, что отражено в таких понятиях, как chemigraphy, chemoprevention, chemosurgery, chemical kinetics, chemical engineering, chemical mediation theory и др. Появляются новые методы – chemical microscopy, chemical vapor deposition, chemometrics, chemosynthesis и новые вещества – chemical cellulose, chemical cotton, chemokine.

Стоит отметить, что, к сожалению, результаты химических разработок не всегда позитивны и полезны, о чем свидетельствуют многочисленные номинации, обозначающие названия наркотиков и явлений, связанных с их употреблением – chems, chematarian, chembarrassing, chem-chal и пр. Такие лексемы, как chemical abuse, chemically dependent и chemaholic говорят о проблеме зависимости от запрещенных препаратов.

Химия находит применение в быту (chemical closet, chemical telephone), в оборонной промышленности (chemical weapon, chemical warfare), в косметологии (Chemical peel), в медицине (chemoprophylaxis, chemoreceptor, Chemosurgery, chemotherapy).

Если во времена Д.И. Менделеева химия была исключена из образовательных программ гимназий, то в наши дни она является одним из обязательных предметов для изучения, в связи с чем появились такие инновации, как Chembo, chem breakfast, chemistry set, Chemfoolery.

Наибольшим словообразовательным потенциалом обладают атрибутивная форма chemical, используемая в различных словосочетаниях для указания на непосредственное отношение к химии, и лексема chem в сложных словах, подчёркивающая интегративный и междисциплинарный характер современной химии.

## Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ – БЛЕСТЯЩИЙ ОРАТОР

Луканов М.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

lukanov-9b@yandex.ru

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Здорикова Ю. Н. (ИГХТУ)

Генеральной Ассамблеей ООН 2019 год объявлен Международным годом Периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева. Дмитрий Иванович, великий русский ученый, талантливый химик, был блестящим оратором. По воспоминаниям современников, на лекции ученого сбегались, как на концерт. Профессор Б.П. Вейнберг, советский физик, который, будучи студентом химического факультета, вел стенографические записи, писал: «...но громадное большинство нас отдавало пальму предпочтения Дмитрию Ивановичу, который обладал прирожденным даром захватывать аудиторию и мощно властвовать над нею». Академик В.Е. Тищенко отмечал: «Интонация его голоса постоянно менялась: то он говорил на высоких теноровых нотах, то низким баритоном, то скороговоркой, точно мелкие камешки с горы катятся, то остановится, тянет, подыскивает для своей мысли образное выражение, и всегда подыщет такое, что в двух-трех словах ясно выразит то, что хотел сказать. Мы скоро привыкли к этому оригинальному способу изложения, который гармонировал и с оригинальным обликом Менделеева и вместе с тем помогал усвоению того, что он говорил».

По содержанию лекции Д.И. Менделеева были насыщенными и интересными. Всегда он приводил факты из других наук, а также из жизни. Сжато и четко излагая материал, он не ограничивался современным уровнем той или иной науки, а почти всегда рассматривал научный факт в исторической перспективе.

Ученый предостерегал студентов от предвзятости и поспешных выводов: *«Умейте всегда перенестись на точку зрения противоположного мнения – это и есть то, что есть истинная мудрость. Науку забудьте, а это умейте оставить у себя на всю жизнь».*

*«Посев научный взойдет для жатвы народной».* Эти слова отразили внутреннюю сущность творца периодической системы, были девизом всей его научной, преподавательской и лекторской деятельности. Д.И. Менделеев был сторонником изнуряющего стиля в работе, всем доказывал, что непрерывные, долгие и упорные усилия необходимы, даже если это вредит здоровью.

Важно отметить, что Дмитрий Иванович всегда размышлял, думал о будущем России, старался привить любовь к Родине и чувство долга своим слушателям. Обращаясь к студентам, ученый говорил об общественном назначении науки, о необходимости нести свет знаний народным массам, разрабатывать несметные природные богатства страны, поднимать её благосостояние и независимость. *«И надобно иметь фонарь науки, чтобы осветить эти глубины, увидеть в этой темноте. И если вы этот фонарь знания внесёте в Россию, вы сделаете в самом деле то, чего от вас ожидает Россия... Ведь только независимость экономическая есть независимость действительная, всякая прочая есть фиктивная, воображаемая...»* Д.И. Менделеев умело использовал средства выразительности, в этом фрагменте звучит яркая метафора – *«фонарь науки».*

Дмитрий Иванович был человеком широкой души, красота и простота которой выражались в его речах. Он был великим ученым, педагогом и философом!

### Список литературы

1. Голованов, Я.К. Этюды об ученых. – М.: Молодая гвардия, 1976. – 416 с.
2. Курбатов, В.Я. Менделеев. – Л.: Детская литература, 1954. – 98 с.
3. Менделеев, Д.И. Познание России: Заветные мысли. – М.: Эксмо, 2008. – 687 с.

## ЭТИКЕТ ВИРТУАЛЬНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Макшанова А.О., Алешонкова А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
anyam2016@mail.ru

Научный руководитель: к.филос.н., и.о. зав. каф. Палей Е. В. (ИГХТУ)

Этикет всегда был неотъемлемой частью коммуникации людей, которая объединяет этическую и эстетическую стороны нашего существования. Этикет может значительно отличаться в разных условиях, в зависимости от конкретной эпохи и культурной среды. Современный этикет затрагивает одну из самых важных отраслей настоящего времени – виртуальные коммуникации, вследствие чего возникло ответвлённое направление – сетевой этикет (сетикёт, нетикёт).

В основании этноса сетевой культуры лежит принцип неограниченной свободы информации, принцип неприкосновенности частной жизни, принцип общедоступности, принцип качества информации, принцип ненанесения вреда, принцип ограничения чрезмерного использования сетевых ресурсов и принцип неприкосновенности интеллектуальной собственности.

Виртуальной коммуникации присущи такие характеристики, как опосредованность, интерактивность, дистантность, глобальный кросс-культурный характер, в большинстве случаев – анонимность участников, широкие возможности для конструирования личностной и социальной идентичности, отсутствие статусной иерархии, внеинституциональность, неразвитость и неопределенность социальных норм (в том числе – правовых и нравственных), маргинализация и карнавализация коммуникационных процессов. Вышеперечисленные характеристики в сочетании с несовершенством современного информационного законодательства существенно ограничивают возможности регулирования этой сферы, что позволяет участникам виртуальной коммуникации рассматривать ее как "последнюю территорию свободы". В результате приоритетную роль в нормативном регулировании виртуальной коммуникации начинает играть добровольная моральная саморегуляция, которая носит во многом стихийный характер и выполняет компенсаторные функции.

Основная цель данной работы – выявление роли сетевого этикета в сфере виртуальных коммуникаций. В результате анализа различных источников были установлены некоторые правила сетевого этикета, считающиеся наиболее сложно реализуемыми:

- Помните, что Вы говорите с человеком
- Сохраняйте лицо
- Учитесь прощать другим их ошибки

Также нами были выявлены разного рода нюансы, которые можно считать негласными установками. К сожалению, в большинстве случаев данные правила соблюдаются с большими поправками, что приводит к негативным таким явлениям различной природы (нецензурные высказывания, оскорбляющие или принижающие собеседника и др.).

Влияние виртуальной среды на этикет обусловлено спецификой самого виртуального пространства. Среди решающих в плане изменения форм общения могут являться следующие факторы:

- Быстрая адаптация пользователей к “удобным” условиям коммуникации;
- Анонимность в общении;
- Частая безнаказанность;
- Аутентичность автора.

Учитывая тот факт, что к числу социальных регуляторов наиболее универсального характера относят право и мораль, актуальные вопросы в рамках нашей проблематики звучат следующим образом: должен ли Интернет становиться объектом правового регулирования, а если должен — то в каких пределах, и главное — на основании каких принципов? Или же приоритетную роль в нормативной регуляции глобальной Сети должна играть внутрисетевая мораль?

## НАУЧНОЕ И ОБЫДЕННОЕ: ПРОБЛЕМЫ СОСУЩЕСТВОВАНИЯ

Маркус Д. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

D.155452.M@yandex.ru

Научный руководитель: к. филос. н., и.о. зав. каф. Палей Е. В. (ИГХТУ)

Актуальность данной работы заключается в анализе восприятия информационного потока, получаемого современным человеком, и определении необходимости высокоуровневых научных знаний в повседневной жизни.

Цель данной работы состояла в анализе роли научной информации, получаемой человеком в повседневной жизни.

Обыденное сознание или повседневное, практическое сознание, – сознание, включенное в человеческую практику и не сформированное специально, подобно науке, искусству, философии. Является совокупностью представлений, знаний, установок и стереотипов, основывающихся на непосредственном повседневном опыте людей и доминирующих в социальной общности, которой они принадлежат. Обыденное сознание отличается от научного, основу которого составляют знания, полученные объективными методами и обеспечивающие проникновение в сущностные связи, характеризующие природу и общество. Обыденному сознанию свойственны ошибки, способные служить препятствием для научного постижения мира, способствующие сохранению укоренившихся предрассудков.

Противоречия обыденного сознания и научного метода рождают проблему различия опыта, накапливаемого человеком в рамках разных сообществ. Научное знание не интегрируется в повседневность просто и органично, оно всегда сложно для понимания, и его целью, в большинстве своём, является становление новой картины мира. К тому же знание, особенно в областях современных наук, часто представляется неструктурированным и, порой, противоречивым. В таких условиях человек с обыденным сознанием стремится отойти от понимания глубинной сути науки и сосредоточивает своё внимание на внешних условиях и практическом конечном результате; его не интересует теоретическая составляющая. В своей книге «Общество спектакля» Ги де Бор частично затрагивает тему того, что люди стремятся к упрощению получаемой информации и увеличению её зрелищности. Людвиг Витгенштейн в работе «Коричневая книга» указывал на то, что человеку трудно понять что-либо, если он не обладает полной информацией, что и характерно для обывателя. Альфред Шютц условно делил общество на три категории в зависимости от понимания и информированности (эксперт, хорошо информированный гражданин и человек с улицы). Общественное сознание в большинстве своём представлено категорией людей, которые основывают своё поведение, отношение к вещам на повседневном опыте. Эти так называемые «люди с улицы» не стремятся понимать что-то сложное, им вполне хватает повседневного опыта и простейших причинно-следственных связей, а наука выступает в качестве авторитета. Но воспринимая науку авторитетом, современный обыватель не стремится признать это для самого себя. Многие исследователи, в числе которых Т. Рид, Лорд Шефтсбери, С. Тулмин, М. Полани, чётко разграничивают сознание научное и сознание так называемого «здорового смысла», которое тем не менее признаётся основой любого познания. В современном мире наука стала контринтуитивной, непонятной для здравого смысла. В этих условиях возникает вопрос о необходимости глубокого знания для обывателя. В условиях, когда есть авторитет науки и даже вера в науку, можно принять это как данность. Люди в массе своей стремятся не понимать научные знания, а использовать их технический потенциал. Такая смена способна и облегчить для науки её путь, и полностью уничтожить саму науку.



## ПРЕФИКСЫ ТЕРМИНОСИСТЕМЫ «МИКРО И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

Маркус Д. В., Ращенко А. И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

D.155452.M@yandex.ru

Научный руководитель: к. ист. н., доцент Малкова Ю. Л. (ИГХТУ)

Интенсивное развитие области «микро- и наноэлектроника» сопровождается лингвистической трансформацией ее терминосистемы. Образование новых терминов происходит разными способами, наиболее продуктивным механизмом при этом выступает префиксация. Выявление образованных префиксацией терминов и определение наиболее характерных групп префиксов и их значения – цель настоящего исследования. Ее достижение - ключ к корректной трактовке и объективному толкованию научных номинаций.

Материалом исследования послужили научные статьи области «микро- и наноэлектроника» (общее количество печатных символов без пробелов 73460), информация одноязычных и двуязычных электронных словарей. Объект исследования – зафиксированные методом сплошной выборки термины области «микро- и наноэлектроника», образованные способом префиксации. Результаты выборки представлены в таблице 1:

Таблица 1

Префикс	Значение	Чс	Примеры
Micro-	Маленький, необыкновенно маленький, в миллион раз меньше основной меры	17	Micromachining, microelectromechanical, microwave, microfabrication, microfluidic, microsensors, microdisk, microelectrode, microsystem, microscopy, micrographs, micromotor, microactuator, micrometer, micro-arks, microwaveable, microdischarge
Nano-	Одна миллиардная часть	7	Nanocrystalline, nanomechatronics, nanocrystalline, nanodiamond, nanoscale, nanometer, nanosecond, nanoindentation
Dis-	Указывает на противоположность действия, качества	2	Discharge, dissolution
De-	Отделение, отсутствие, удаление, недостаток	2	Decomposition, desorbtion
Ultra-	Находящееся за пределами чего-либо	1	Ultraviolet
Semi-	Половина действия	1	Semiconductor
Co-	Указывает на совместность действия	1	Coplanar
Infra-	Под чем-то, ниже чего-то, состояние ниже нормы	1	Infrared

Всего в исследованном объёме материала зафиксированы 32 записи терминов, образованных с помощью префиксации (1810 печатных символов без пробелов). Среди префиксов выявлены морфемы как латинской (co-, dis-, dis-, micro-, semi-, ultra-), так и греческой этимологии (nano-). При этом словообразование происходит в пределах одной части речи, значение префикса накладывается на значение термина.

## МОДА, ЭКОЛОГИЯ, ПОТРЕБЛЕНИЕ: ПАРАДОКСЫ СОЗНАНИЯ

Морева М.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет

moreva.m.yu@mail.ru

Научный руководитель: к. филос. н., и.о. зав. каф. Палей Е.В. (ИГХТУ)

Изо дня в день мы сталкиваемся с различными предметами, следуем принятой модели поведения, следуем предписанному стандарту. Окружающий нас мир выстроен по определенному алгоритму; сами не ведая того, мы частично или полностью соблюдаем установки, придуманные не нами. Многие в этой совокупности невидимых глазом ниточек называется модой. Мода – это целый комплекс, призванный обеспечить не только моральный комфорт человека и регулирование, но и комфорт материальный. В обществе под этим термином принято понимать, в первую очередь, индустрию моды, результаты работы которой мы созерцаем с обложек глянцевого журналов, лент социальных сетей, экранов телевизоров. Однако мы редко задумываемся, как весь этот комплекс модных установок влияет на существование материального мира, в частности, как он влияет на экологический аспект сосуществования природы и человечества. Мода – это не только красивые вещи, возможность поднять свою самооценку и выразить свою индивидуальность. Мода – это также огромные свалки мусора, микропластик, от которого еще не изобретен способ очистки. Это тонны воды, расходуемые на стирку, киловатты энергии, потребляемые производством, красители для тканей, которые зачастую токсичны. При этом большая часть этих вещей так и не была использована по своему целевому назначению. Виной тому не только низкое качество многих из них, производственный брак и другие технологические недостатки. Виной тому потребительское отношение человека к окружающему его миру. Век высоких технологий, позволяющий получить без особого труда все необходимое, дарит нам возможность окружить себя изобилием, хотя для обеспечения этого вырубаются леса под новые посевные площади, которые впоследствии дадут сырье для производства вещей, судьба которых – побить новый рекорд по высоте мусорных гор на свалке. В повседневном мышлении человека подобная картина воспринимается обыденно и не выходит за рамки привычного. А значит, что и прилагать усилий он не будет. В проблеме взаимосвязи моды и экологии в первую очередь требуется *осознание* необходимости перемен и действий.

Осознавая проблему избыточного потребления, многие модные дома переходят на новую политику, ориентированную на экологическую модель мышления. Во многих компаниях уже произведен отказ от меха, синтетических заменителей кожи и искусственных красителей, а также принят запрет на проведение тестов косметики на животных. Они призывают к тому, что лучше иметь несколько вещей высокого качества от именитых дизайнеров, чем заполнять шкаф теми вещами, что никогда не будут надеты. Теперь для презентации коллекций используют не студии для фотографий или цветущие сады, а свалки мусора, призывая нас тем самым задуматься о том, стоит ли это мнимое богатство и отягощающее изобилие таких жертв, как исчезновение множества видов флоры и фауны из-за разрушения их природной экосистемы.

Мода – это ведь не только материальное богатство. Она тоже может быть экологичной. Единственный человек, который это определяет для себя, – это мы сами. Мы принимаем решение, какое из предложенных направлений выбрать для движения. Какую модель мышления предпочесть – потребительскую или экологическую. Ведь всех людей, кроме модных направлений и тенденций, объединяет то, о чем многие забывают. Это планета, на которой мы живем, и каждый из нас в ответе за нее.

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ. К ПРОБЛЕМЕ ПЕРВЕНСТВА НАУЧНОГО ОТКРЫТИЯ

Мухина Е., Мыкина Е.  
muxa.e2000@gmail.com

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Золина Е.Н. (ИГХТУ)

В юбилейном 2019 году, объявленном ООН Международным годом периодической таблицы химических элементов, наметилась новая волна интереса к периодическому закону Д. И. Менделеева и ставшей его наглядным выражением периодической системе элементов (в дальнейшем ПСЭ), а также к научной истории систематизации химических элементов и графическим решениям, отображающим результаты исследовательской деятельности различных ученых. В этом ряду особое место принадлежит проблеме научного первенства, спор о котором сопровождает процесс создания периодической таблицы от первого дня до сегодняшнего времени.

Любое научное открытие проходит определенные этапы в своем развитии: осознание (постановка) и формулирование проблемы; предложение вариантов решения; собственно решение проблемы; использование открытия для дальнейшего развития науки. Относительно истории разработки ПСЭ представляется интересной периодизация И. В. ван Спронсена: первый этап – «время предшественников» (1817–1862); второй этап – «время открытия ПСЭ» (1862–1871); третий этап – «время дальнейшего развития» после 1871 года. При этом к числу собственно первооткрывателей он относит Л. Мейера, Дж. Ньюлендса и Д. И. Менделеева.

В работе дается сравнительный анализ существующих в истории науки мнений по вопросу научного приоритета в создании периодической системы химических элементов. Объектом исследования являются научные труды историографического характера, в которых дается оценка концепций по проблеме систематизации химических элементов. Предметом исследования являются критерии приоритетности научного открытия. В качестве основных исследовательских методов избраны метод описания и метод сопоставительного анализа. Материалом исследования являются научные труды отечественных и немецкоязычных авторов, посвященные данной теме. Обзор исследований по проблеме установления научного первенства в создании ПСЭ показал, что этот вопрос долгое время оставался открытым. При этом многие исследователи придерживаются мнения, что в решении такой фундаментальной научной проблемы не может быть одного первооткрывателя, и включают в этот ряд имена сразу нескольких ученых. В этом смысле особого внимания заслуживает исследование Р. М. Кана «Исторические и философские аспекты ПСЭ» (2002), в котором подробно рассматриваются научные открытия, теории, идеи, концепции и т. п., послужившие обоснованием различных вариантов ПСЭ. В списке Кана девять имен наиболее важных, на его взгляд, предшественников и собственно первооткрывателей ПСЭ. Однако во всех списках всегда присутствует имя выдающегося русского химика Д. И. Менделеева.

Гипотеза данного исследования заключается в следующем: приоритет должен отдаваться тому ученому, концепция которого позволила решить поставленную проблему, то есть дала возможность объективно объяснить не только те факты, на основе которых она была создана, но и вновь открывающиеся факты и явления. Основные результаты нашего исследования можно сформулировать в виде нескольких положений. 1. В истории разработки ПСЭ можно выделить несколько этапов: на первом этапе была осознана необходимость научной систематизации химических элементов, поиска критериев и способов графического представления ее результатов; на втором этапе предлагались различные способы решения этой проблемы (идеи, концепции, теории); третий этап начался с момента, когда была предложена концепция, представляющая такое решение проблемы, которое открыло возможности использования предложенной концепции для дальнейшего развития науки. 2. В вопросе о систематизации химических элементов приоритет следует отдать Д. И. Менделееву, так как предложенная именно им концепция позволила решить данную проблему. 3. Доказательством служит то, что система русского ученого позволяет объективно описывать свойства веществ, не только известных к тому времени, но и тех, которые были открыты впоследствии. Указанные выше положения, на наш взгляд, могут быть использованы и при оценке приоритетности других научных открытий.

## ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ПОКОЛЕНИЙ КАК ФАКТОР СТАНОВЛЕНИЯ МОЛОДОГО УЧЕНОГО

Никитин К. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

nikitin\_kost@mail.ru

Научный руководитель: к. пед. н., доцент Торшинин М. Е. (ИГХТУ)

В соответствии с современными требованиями жизни человеческого общества в данной работе раскрываются инновационные методики патриотического воспитания молодых ученых и формирование у них положительного отношения к педагогике как области научного познания. Определяются принципы формирования педагогического патриотизма как качественной характеристики молодого ученого, обобщается опыт работы по формированию положительного отношения к педагогической деятельности в ученической и студенческой аудитории сквозь призму преемственности поколений.

Понимание патриотизма в современном российском обществе характеризуется многовариантностью, разнообразием и неоднозначностью. Всё большее распространение приобретает взгляд на патриотизм как на важнейшую ценность, интегрирующую не только социальный, но и духовно-нравственный, идеологический, культурно-исторический, военно-патриотический и другие компоненты [1].

Не претендуя на исключительность, с целью повышения педагогического мастерства предпринята попытка разработки ряда уроков педагогического патриотизма, которые проведены в школах города и вузе с целью формирования положительного отношения к педагогике и пониманию дефиниции педагогического патриотизма [2]. В частности, были организованы и проведены уроки педагогического патриотизма: «Эгоизм как стремление овладеть чужим благосостоянием в педагогике Н.А. Добролюбова», «Воспитание гражданина и патриота в педагогике М.В. Ломоносова и Д.И. Менделеева», «Труд в педагогических воззрениях А.С. Макаренки», «Война в жизни и деятельности В.А. Сухомлинского», «Артековцев бывших не бывает», «Школа жизни» Ш.А. Амонашвили». Каждый урок был направлен на рассмотрение педагогической системы педагогов-практиков, критическое осмысление педагогического наследия педагогов-новаторов, их современное прочтение.

Предпринят своеобразный педагогический маневр оценки вклада известных педагогов с точки зрения ученого-преподавателя, молодого кандидата наук, изучившего психолого-педагогический цикл, и студента, который осваивает образовательную программу «Психология и педагогика». Преемственность поколений выступает как фактор формирования педагогических устремлений, которые понимаются как деятельность по формированию рефлексивного контроля готовности к педагогической деятельности, выходящая на рефлексивно-ценностный уровень. При этом педагогический патриотизм определяется как интегрированная система, что позволяет рассматривать его как императив, составляющий неотъемлемую часть готовности к профессиональной педагогической деятельности и социально-нравственной направленности молодого ученого, осознанно выбирающего педагогический путь. Организация патриотического воспитания – сложный управленческий и технологический процесс. Можно с ответственностью утверждать, что мероприятия по формированию подобного патриотизма станут кирпичиками, встраиваемыми в систему патриотического воспитания, что позволит создать ресурс педагогических кадров, обладающих навыками управленческой работы не только для вуза, но и для других учебных учреждений города и страны в целом.

Ярлова, Т.В. Патриотическое воспитание студенческой молодежи в современных условиях / Т.В. Ярлова // Вестник общественных наук. М., 2015, №2 (38). — С. 107-113.

Торшинин, М.Е. Педагогический патриотизм как знаковый элемент системы патриотического воспитания / М.Е. Торшинин, М.Ю. Иванов // Международный научный журнал «Научные вести» №1(6) 2019. ISSN № 2619-1245. - С.150-160.

## УЛИЦА ПОЭТА Н. П. МАЙОРОВА

Оганян В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
ogananvioletta@gmail.com

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Николаева О.А. (ИГХТУ)

Есть в нашем городе Иваново улица, названная в честь Поэта Майорова. Сколько раз приходилось проходить по ней! Поэтому интерес к названию возник сам по себе: кто это такой – Майоров, чем знаменит, почему в его честь названа улица в городе.

При подготовке данной статьи мы провели блиц-опрос своих однокурсников и студентов других ивановских вузов. Около 50 человек, учащиеся 1-2 курсов химико-технологического и политехнического университетов, отвечали на следующие вопросы: 1. Знаете ли вы, кто такой Майоров? 2. Кого из ивановских поэтов-фронтовиков вы можете назвать?

Ответы молодёжи весьма примечательны. На первый вопрос «ДА» ответило 10 человек (20% опрошиваемых), отрицательно «НЕТ» – около 60 %, остальные дали ответы типа «Что-то вроде слышал», «Что-то вроде знакомое». Второй вопрос поверг студентов в глубокое недоумение: почти 90 % не могли назвать ни одного, 2-3 человека вспомнили имена Николая Майорова, Михаила Дудина. Зато назывались фамилии, которые со школьных лет известны каждому россиянину: Константин Симонов, Александр Твардовский, Константин Ваншенкин, Булат Окуджава, даже Юлия Друнина и Ольга Берггольц.

Проанализировав ответы студентов, мы пришли к выводу, что ни на занятиях по краеведению, ни на уроках литературы в школах даже не упоминаются имена земляков – писателей и поэтов, которые сражались на Великой Отечественной войне. А между тем, список литературного музея ИвГУ «Писатели Ивановского края» насчитывает 30 человек, трое из которых не вернулись.

Среди не вернувшихся – Николай Майоров, 100-летие со дня рождения которого будет отмечаться в мае этого года. Старт торжественным мероприятиям был дан в мае 2018 года в Государственной думе. С инициативой проведения литературно-патриотической акции выступил депутат Госдумы от нашей области Валерий Иванов.

Имя Николая Петровича неразрывно связано с городом Иваново. Ему предсказывали большое будущее, замечательную творческую карьеру.

Родился Н.П. Майоров 20 мая 1919 года в Поволжье. В Иваново семья переехала в 1929 году, и на улице 1-й Авиационной (впоследствии переименованной в честь поэта) отец и 5 сыновей построили дом. Здесь он окончил школу № 26 в 1937 году и поступил на исторический факультет Московского университета.

Н.П. Майоров начал писать стихи ещё в школе, потом – в университете, но печатался почти всегда в многотиражке. В 1941 году Николай сначала работал на строительстве оборонительных сооружений под Ельней, а осенью добровольцем ушёл на фронт. 8 февраля 1942 года под Смоленском погиб политрук пулемётной роты и похоронен в братской могиле.

Творческое наследие Н.П. Майорова невелико. Слава пришла после смерти: друзья выпустили сборник стихов «Мы» в 1962 году, а в Союз писателей он был принят посмертно (что само по себе является фактом примечательным).

Стихотворение, давшее название сборнику и ставшее программным, было написано в 1940 году, но до сих пор вызывает споры и разные мнения. Отчего так много тревоги, жёсткости, даже трагедийности в этом майоровском стихотворении? «Обугленные рты», «железом обозначены следы», «уступы каменисты», «ушли не долюбив», «нас не забудут»... И почему советским людям не хватало «неба и воды»? Почему «солгут портреты, где нашей жизни ход изображён»? На определённые размышления наводят эти строки, ведь Н.П. Майоров был историком и не мог не замечать творившегося вокруг. О тайных помыслах автора мы уже никогда не узнаем. Но его стихи вновь заставляют разгадывать загадки, Значит, его мысли живы, как жива и его поэзия.

## ЭВТАНАЗИЯ – УБИЙСТВО ИЛИ АКТ МИЛОСЕРДИЯ?

Парамонова А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

anna\_par96@mail.ru

Научный руководитель: д. филос. н., профессор Зеленцова М.Г. (ИГХТУ)

На протяжении всего периода своего формирования и развития гражданское общество испытывает необходимость в нормах, регулирующих поступки человека. Эвтаназия как социальное явление, несущее в себе нравственную составляющую, привлекает к себе как общественное, так и исследовательское внимание.

При обсуждении этой темы возникает множество вопросов. Может ли человек сам распоряжаться своей жизнью? Всегда ли жизнь для человека – благо? Является ли смерть неотъемлемой частью жизни? Можно ли говорить о «праве на смерть»? Это вопросы философские. Кроме того, остро дискуссионным является вопрос о том, насколько совместима эвтаназия как умерщвление неизлечимо больного с профессиональной этикой медицинских работников? Это вопрос социально-этический.

С религиозной точки зрения, эвтаназия рассматривается как неприемлемое действие. Ведущие религии (христианство, ислам и буддизм) в основном выступают против эвтаназии, аргументируя это тем, что жизнь дана Богом, рождение и смерть – в руках Божьих. Поэтому человеческие существа не имеют права забирать жизнь человека, пусть даже он сам хочет умереть. Таким образом, данные религии определяют эвтаназию как «форму убийства или самоубийства, в зависимости от того, принимает ли в ней участие пациент».

С философской точки зрения, человек сам распоряжается своей жизнью. Жизнь для человека имеет смысл, когда он чувствует себя счастливым. Счастливая жизнь является благом. Но когда положительные эмоции полностью заглушаются и вытесняются отрицательными эмоциями, страданиями, жизнь не только лишается смысла, но становится абсолютным злом. Если человек не видит возможности бороться с этим злом и преодолеть его, он имеет право выбирать между жизнью и смертью, поскольку смерть является частью его собственного существования.

Говоря о «праве на смерть», чаще всего имеют в виду моральное право, которое заключает в себе биологическое содержание. Жизнь всегда заканчивается смертью, но смерть обозначает отправную точку для новой жизни. Ведь если бы организмы не умирали и одно поколение не сменялось другим, не происходило бы приспособление живого к меняющимся условиям. Смерть «нужна» и для индивидов, поскольку избавляет их от страданий лишённой смысла жизни. Следовательно, благом оказывается прекращение жизни, смерть. Именно в качестве блага смерть и служит объектом морального права человека.

Для того, кто хочет уйти из жизни, остается одна проблема: как сделать это безболезненным и наиболее верным способом, то есть проблема эвтаназии. Запретить эвтаназию полностью не представляется возможным, ведь для этого нужно будет закрыть глаза на случаи суицида. Но осуществлять процедуру эвтаназии должны не медики, а специальные службы, поскольку главной задачей врача является спасение человеческой жизни.

Многие считают, что эвтаназия аморальна, так как ею будут пользоваться со злым умыслом. Но так ли это? Не является ли эвтаназия выражением гуманности общества, уважением к решению человека, милосердием к тому, для кого жизнь приносит страдания, а уход из жизни становится благом? Стоит также отметить, что вопреки аргументам противников эвтаназии в последние годы в мировых исследованиях отмечается, что законодательное разрешение эвтаназии не приводит к увеличению количества злоупотреблений.

Таким образом, проблема эвтаназии является проблемой не только специфически медицинской, но и общесоциальной, государственной проблемой, которая должна решаться с учетом научных данных как медицины, так и антропологии, психологии, этики, философии и, вероятно, еще ряда научных дисциплин. Но решать ее надо уже сейчас, не откладывая в необозримое будущее.

# ЭКОЛОГИЯ СОЗНАНИЯ: НАРОДНЫЙ КАЛЕНДАРЬ В СОВРЕМЕННЫХ КУЛЬТУРНЫХ ПРАКТИКАХ

Парамонова А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
anna\_par96@mail.ru

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Масленникова О.Н. (ИГХТУ)

Народный календарь – сложное культурное явление, формирование и эволюция которого происходили в течение длительного времени. Глубинной основой русских календарных обычаев и обрядов является земледельческое мировоззрение с характерным для него осознанием взаимосвязи человеческого и природного. Подтверждением этого являются названия дней, приметы погоды, направленность обрядов и заговоров, характеристики праздников (Некрылова А.Ф.). Полная зависимость от природы заставляла земледельца тщательнейшим образом изучать окружающий его мир, примечать «мельчайшие подробности случайностей природы», улавливать закономерности и связи одних явлений с другими. Это вылилось в целый свод правил, примет, тонких и верных наблюдений, знать которые сегодня, вероятно, важно не столько утилитарно, из практических соображений, сколько из поддержания значимой культурной традиции. Русский человек прогнозировал погоду по разным явлениям: по упавшим листьям, прошедшему снегу и дождю, по поведению птиц, насекомых и животных, что отражает огромный свод соответствующих примет. Немаловажным был и тот факт, что многие приметы погоды были связаны с «именными» днями. Например, выражение «На Прохора зима заохала», день памяти которого выпадает на 23 (10) февраля по новому стилю, означает первые признаки весны. А 24 (11) мая крестьяне отмечали день Мокея, с которого мог начаться своеобразный «сезон дождей».

Что же мы имеем сегодня? Реальные климатические изменения, фобии человечества, с ними связанные, и даже «климатическое оружие». Подшучивая над приметами и поверьями, паникуя при внезапных холодах в теплые сезоны, мы не осознаем, что наши предки в формате народного календаря примет создали своеобразный «лайфхак»: предсказывали погоду задолго до появления метеостанций, а каждое ее изменение принимали абсолютно спокойно.

Все большее внимание сейчас уделяется актуализации традиций наших предков, смыслу их учений для современного человека. Достигается это многими путями, в том числе за счет различных фестивальных проектов как фольклорной, так и этнической направленности.

Такие проекты могут играть значимую роль в сохранении этнокультурных традиций и популяризации нематериального культурного наследия, так как они – инструмент культурной политики, но прежде всего – аккумуляция художественно-творческого потенциала общества, действенная форма сохранения и трансляции традиционной культуры, продвижения новых форм и культурных практик.

На различных фестивалях по данной тематике уделяется большое внимание обсуждению вопросов органического земледелия, раздельного сбора мусора, краеведения, туризма. В качестве объекта новых знаний используются открытые лекции, игровые тренинги, связанные с пониманием природных циклов, народных примет и т.д., а также привлечение фолк-коллективов с тематическим музыкальным материалом. Такой образовательный элемент – способ транслировать и укоренить традиционные культурные ценности.

В обществе сохраняется и растет интерес к народным приметам, календарным народным праздникам и связанным с ними магическим практикам. Подобный интерес поддерживается СМИ, социальными сетями, информационными порталами как на региональном уровне, так и на общенациональном. Один из них – Народный календарь (<https://www.calend.ru/narod/>), создатели которого напоминают: «Мы отмеряем время по дням, годам, месяцам. В старину было иначе. С древних времен на Руси о смене времен года узнавали по разным приметам...».

Мы, люди XXI века, живем в новых динамичных ритмах. Но природа по-прежнему верна своим циклам смены сезонов. Как работают народные приметы сегодня? Следите за народным календарем, сверяйте его сведения с днем сегодняшним, и вы увидите, как интересна культура наших предков в самом широком смысле!

## АГНОНИМЫ – НАЗВАНИЯ ПРЕДМЕТОВ ИНДУСТРИИ КРАСОТЫ – В СТУДЕНЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ

Покровская Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[lispokr@yandex.ru](mailto:lispokr@yandex.ru)

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Здорикова Ю.Н. (ИГХТУ)

В лексической системе современного русского языка выделяется значительный пласт слов, малопонятных или совсем незнакомых носителю языка. Такие слова называют агнонимами. Агнонимов в нашей речи сегодня очень много, они образуют целые тематические группы (названия наук и разделов знаний, животных и рыб, деревьев и растений, камней, строительных и художественных материалов, тканей, продуктов и блюд, предметов одежды и обуви, понятия культуры и искусства и мн.др.), среди них много историзмов, но в то же время и новых слов. Представляется актуальным изучение функционирования агнонимов в речи носителей языка, и, в первую очередь, молодежи. Для нашего исследования были выбраны агнонимы, являющиеся названиями предметов из индустрии красоты. Выбор данных слов неслучаен, поскольку в последнее время, во многом благодаря распространению интернет-магазинов и широкой популярности youtube и бьюти-блогеров, индустрия красоты занимает умы людей, в особенности молодежи. Ежегодно в этой сфере появляются новые продукты, названия которых вызывают серьезные затруднения у неспециалистов в данной области. При этом возникает некоторая путаница, связанная с правильным и точным определением понятий, соответствующих предметам индустрии красоты, появившимся в арсенале современной молодежи сравнительно недавно. Поэтому значительный интерес представляет изучение степени агнонимичности понятий индустрии красоты.

С этой целью нами было проведено исследование, в котором мы постарались определить особенности употребления данных слов в речи молодежи, выявить основные причины их ошибочного употребления и понимания студентами, а также установить степень агнонимичности предложенных лексем. Материал был собран путем анкетирования студентов 18-20 лет Ивановского государственного химико-технологического университета. В качестве респондентов были выбраны студенты, обучающиеся по профилю подготовки «Технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических средств». Среди студентов данного профиля подавляющее число девушки, которые и являются целевой аудиторией проводимого опроса. Кроме того, профиль подготовки опрашиваемых соответствует тематике опроса, поскольку парфюмерно-косметические продукты являются одним из наиболее значимых средств индустрии красоты.

Респондентам было предложено объяснить значения и привести примеры употребления слов, обозначающих предметы индустрии красоты: *аджастер, праймер, флюид, свотч, блоттер, тинт, бьюти-блендер, каял, кушон, керлер, стробинг, глиттер, бейкинг, шиммер, лайнер, дрейпинг, контуринг, хайлайтер, дуофибра, консилер, патчи, ВВ-крем, кабуки*.

Наибольшее затруднение у анкетирруемых вызвали следующие названия предметов индустрии красоты: *аджастер, блоттер, каял, керлер, стробинг, бейкинг, дрейпинг, дуофибра, кабуки*. Наибольшее число ответов, причем достаточно подробных, относится к таким предметам индустрии красоты, как *праймер, тинт, бьюти-блендер, лайнер, хайлайтер, консилер, ВВ-крем*.

По итогам исследования можно сделать следующий вывод. Студенты достаточно хорошо разбираются в понятиях современной индустрии красоты, однако большие трудности вызывает формулировка точных определений исследуемых лексем, хорошо знакомых современной молодежи. Часто анкетирруемые называют лишь функциональное назначение косметического средства, без указания тематической группы. В других случаях называется лишь родовое понятие, без уточнения конкретного значения и отличительных черт.

Таким образом, использование агнонимов представляет собой лакуну в словарном запасе многих молодых людей. Проблемы агнонимичности ещё требуют дальнейшего изучения.



## МУЛЬТФИЛЬМЫ КАК СРЕДСТВО СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ВОСПИТАНИЯ

Покровская Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

lispokr@yandex.ru

Научный руководитель: к. психол. н., доцент Клейман М.Б. (ИГХТУ)

Трудно переоценить влияние современной массовой культуры на мировоззрение человека. На формирование нашей личности влияет то, что мы смотрим, слушаем, читаем. Современная массовая культура во многом определяет наши вкусы, увлечения. Значимой частью современной массовой культуры являются мультфильмы.

В последнее время многие считают, что мультфильмы формируют искаженное представление о реальности у детей. Общественность все чаще относится с порицанием и осуждением именно к современным мультфильмам.

Поскольку большая часть мультфильмов в настоящее время позиционируется не столько как развлекательные, сколько как обучающие и развивающие, общественность формирует запрос на достаточно высокие стандарты качества для данного вида продукции массовой культуры. Поэтому многие родители считают, что современные мультфильмы зачастую не несут никакой смысловой нагрузки и лишь разрушают детскую психику.

Например, в качестве убедительного примера может быть взят мультфильм «Зверополис». Данная картина критикуется с религиозной точки зрения: ведь наделение животных человеческими качествами недопустимо с точки зрения многих религий. Между тем, главным посылом мультфильма является то, что нужно стремиться к мечте, несмотря на обстоятельства, никогда не опускать руки, уметь признавать свои ошибки и просить прощения. Также «Зверополис» напоминает нам, сколько проблем приносит стереотипное мышление и как важно от них избавиться.

Зачастую мультфильмы воспринимаются как продукт, оказывающий негативное влияние на детскую психику и провоцирующий жестокость. Так, например, мультфильм «Как приручить дракона», изображавший сцены с реалистичными огненными драконами, подвергся критике со стороны общественности. Однако если взглянуть глубже, фантастический мир викингов и драконов учит ребенка дружбе, пониманию и любви и наглядно демонстрирует, что война – не выход из сложившейся ситуации, а проблемы нужно решать мирным путем.

Многих родителей пугает большая увлеченность детей мультфильмами, нежели общением со сверстниками, и родители склонны обвинять в мнимой асоциальности ребенка мультфильмы, «затягивающие» ребенка в паутину вымышленной реальности. При этом во внимание не принимается склад характера ребенка, его личные предпочтения и интересы. При этом многие молодые родители воспринимают мультфильмы как средство отвлечения ребенка, способ немного освободить свое личное время, включив ребенку мультфильм на планшете, ноутбуке или телевизоре. Таким образом, они сами провоцируют излишнее увлечение ребенка мультимедийными лентами.

Мультфильмы, как и любая предоставляемая ребенку информация, должны быть грамотно подобраны и преподнесены. Большая часть мультфильмов несет в себе смысловую и эмоциональную нагрузку; в игровой форме обучает ребенка основным общественным нормам и социальным навыкам, умению дружить, принимать людей такими, какие они есть. При совместном просмотре группой детей мультфильм может сыграть роль коммуникационного инструмента, может занять ребенка и помочь с пользой провести время, пока заняты родители или, например, в дороге. Однако стоит помнить, что никакие мультфильмы не заменят живого общения.

Таким образом, при надлежащем контроле со стороны родителей мультфильмы не оказывают разрушающего воздействия на психику ребенка, а помогают комфортно и с пользой провести время.

## ЭТИМОЛОГИЯ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНА «GLOW DISCHARGE»

Раковская А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
nusha-a-a-a@yandex.ru

Научный руководитель: к.ист.н., доцент Малкова Ю.Л. (ИГХТУ)

Интенсивное развитие науки и техники в век современных нанотехнологий приводит к возникновению новых высокотехнологичных реалий, трансформации сознания общества и, следовательно, лингвистической потребности наименования уникальных достижений человечества. В подобных условиях актуальным представляется изучение особенностей активного функционирования в области «микро- и нанoeлектроника» на протяжении более полутора веков термина «**glow discharge**», его этимологии и значения. Материалом исследования послужила информация о происхождении и значениях указанного термина, зарегистрированная в одноязычных и двуязычных электронных словарях, а также англоязычные научные публикации области «микро- и нанoeлектроника».

Самостоятельные лексические единицы «glow» и «discharge» зафиксированы еще в английском средневековье. Сегодня данные полисемичные термины из области «микро- и нанoeлектроника» трактуются следующим образом: свечение (glow) и разряд (discharge). Термин «glow discharge» впервые зафиксирован в 1838 году в работе Майкла Фарадея «Experimental researches in electricity» в значении «a luminous electrical discharge without sparks through a gas» (светящийся электрический разряд без искр через газ). По информации Merriam Webster online dictionary, данный термин с аналогичной трактовкой впервые упомянут в 1844 году. Развитие науки, техники и технологии оказало следующее влияние на трактовку данного термина: лексическая единица «gas» в определении была дополнена характеристикой «low-pressure» (по данным ряда источников - «plasma»).

Основные значения специального термина области «микро- и нанoeлектроника» «glow discharge» по информации одноязычных и двуязычных электронных словарей приведены в таблице:

**Таблица 1**

Oxford online dictionary	Collins online dictionary	Merriam Webster online dictionary	Multitran dictionary
A luminous sparkles electrical discharge from a pointed conductor in a gas at low pressure	A silent luminous discharge of electricity through a low-pressure gas	A luminous electrical discharge without sparks through a gas	тихий разряд (косм.) «мертвая» фаза (метал.) тлеющий разряд (микроэл.) светящийся разряд; тлеющий электрический разряд; тлеющий разряд (тех.)

Следует добавить, что согласно данным ряда двуязычных англо-русских электронных словарей (в том числе, политехнического и словаря по телекоммуникации), «glow discharge» - тлеющий (электрический) разряд.

Анализ данных словарей и составленной автором таблицы позволяет сделать вывод об узкопрофессиональном характере данного термина, его моносемантической относительно области «микро- и нанoeлектроника», низкой частотности его фиксации электронными словарями (bottom 10% words, по данным Merriam Webster online dictionary).

## ЛИТЕРАТУРНЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ ИЗ ТУРКМЕНИСТАНА

Розыев С. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

sararmuratrozyev@gmail.com

Научный руководитель: к.филол.н., доцент Долинина И. В. (ИГХТУ)

Туркменская литература – интересное и пока не изученное в достаточной мере явление культуры самого Туркменистана и всего мира. Показательно, что произведения старой Туркмении и сегодня не систематизированы полностью. Тем не менее анализ материалов, накопленных Туркменским научно-исследовательским институтом языка и литературы, показывает, что туркменская литература заслуживает статус самостоятельного в художественном отношении феномена.

Первый опыт использования туркменского языка в литературе относится к XV-XVI векам в древних памятниках туркменской литературы. XVIII-XIX века становятся расцветом туркменской поэзии в стихах Азади, Индалиб-Нур Мухаммед Гариб, Махтумкули, Шейдаи, Зелили, Гаиби. Сегодня в свободной энциклопедии «Википедия» отмечены 16 туркменских писателей, среди которых Аширов Чары, Бурунов Караджа, Каушатов Ата, Эсенов Рахим, Курбаннепесов Керим, Молланепес, Сарыханов Нурмурат, Кербабаяев Берды Мурадович. Популярный русскоязычный сайт «LivtLib» (<https://www.livtlib.ru/>) предлагает для чтения книги известных туркменских писателей XX-XXI века: Берды Кербабаяев, Клыч Кулиева, Огультеч Оразбердыевой, Сапармурата Туркменбаши.

Мы решили выяснить, какую родную литературу предпочитает читать туркменская молодёжь. Первыми были названы две исторические книги туркменских президентов: «Источник мудрости» Гурбангулы Бердымухамедова, «Рухнама» Сапармурата Туркменбаши. Эти книги проходят в школе, читают на мероприятиях и по телевидению. Так, книга «Рухнама» получила статус «книги-путеводителя». Лидерство этих произведений объясняется тем, что они принадлежат двум туркменским президентам.

Также среди туркменских литературных произведений, названных молодыми туркменами, древний эпос «Гороглы» («Кёроглы»), «Горгут ата», «Махринбанларым», относящиеся к древним памятникам мировой литературы. В этих эпических произведениях находят отражения исторические и культурные реалии Туркменистана, а некоторые описанные там традиции живы до сих пор. Кроме того, эпосы рассказывают о народных героях – родоначальниках туркменской нации.

Среди любимых литературных произведений молодые туркмены часто называют стихи старых туркменских поэтов Сеиди Сеитназара (1775-1836), Махтумкули Фраги (1724-1807). Нужно отметить, что творчество Махтумкули Фраги для туркмен является таким же важным, как творчество А. С. Пушкина для россиян. Неудивительно, что Махтумкули любят, учат наизусть и переводят на разные языки, в том числе на русский.

Любимые поэты XX века – Керим Курбаннепесов (1929-1988) и Эзизов Гурбанназар (1940-1975). Керим Курбаннепесов – народный писатель и поэт Туркменистана. Его стихотворения «Owadan sen owadansen» («Ты красивая»), «Oylanma...» («Не думай...») учат наизусть, цитируют, но пока нам не удалось найти хорошего перевода на русский язык. Эзизова Гурбанназара называли поэтом для интеллектуалов. Он прожил короткую жизнь в 35 лет, но оставил после себя замечательные стихи, например, «Золотая осень».

Как показали наши наблюдения за литературными предпочтениями молодых туркмен, они интересуются культурным наследием своей страны, для них важны традиционные произведения, которые открывают историю, передают традиции и нравственные принципы туркменского народа. Неслучайно 2016 год в Туркменистане прошёл под знаком почитания наследия и преобразования Отчизны.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ И ТРУДНОСТИ ПЕРЕВОДА АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ТЕРМИНОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Рычихина Е.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
katyarychikhina@gmail.com

Руководитель: д. филол. н., профессор, зав. каф. Иванова Н.К. (ИГХТУ)

Трансформационные процессы в российском обществе, связанные с активной межкультурной и научной коммуникацией, обуславливают необходимость вооружения выпускников российских вузов и специалистов, работающих в разных отраслях науки и промышленности, не только знанием английского языка в целом, но и прочными фоновыми знаниями, помогающими при работе с англоязычной литературой избежать встречи с «ложными друзьями переводчика». Важную роль при этом играют аутентичные научные статьи, англоязычные учебные пособия, одноязычные общие и отраслевые словари. Обращение к ним позволяет установить точные англо-русские терминологические эквиваленты, найти необходимые решения для осуществления переводческих трансформаций.

Объектом нашего исследования являются английские и русские терминологические единицы, используемые для обозначения различных видов пшеничной муки (wheat flour), основного ингредиента теста для выпечки различных хлебобулочных изделий, и ее составляющих, обеспечивающих качество конечных продуктов. Источниками информации послужили англоязычные статьи по технологии хлебопечения, толковые, общие и специальные одноязычные и двуязычные словари.

На основе проведенного исследования источников было установлено, что в Британии, США и Канаде, как и в России, обычно подразделяют типы муки в зависимости от вида пшеницы, из которой она изготовлена, и содержания клейковины (gluten). Существует классификация пшеницы на основании цвета зерновой оболочки (белозерная и краснозерная), а также с учетом общепринятых в земледелии подходов: озимая и яровая (winter и spring), мягких или твердых сортов (soft или hard). Проведенный по текстовым источникам анализ позволил выявить ряд специфических наименований муки, используемых на латинском и английском языках, как в научных статьях, так и в рецептах, включенных в книги по кулинарии, а затем установить с помощью словарей англо-русские соответствия, важные для понимания текста и его перевода. Например: **all-purpose flour, plain flour** (мука общего назначения, аналог российской муки высшего сорта, содержащая 10-13% белка); **whole wheat flour** (цельнозерновая мука, которая помимо эндосперма зерна содержит оболочки и зародыш), **pastry flour** (неотбеленная кондитерская мука – с содержанием белка 8-9 %, применяемая для выпечки бездрожжевых кондитерских изделий); **cake flour** (отбеленная кондитерская мука с содержанием белка 6-8 %, изготавливаемая из эндосперма, т.е. центральной части зерна). В России пшеничная мука подразделяется на три типа – хлебопекарная мука (bread flour), мука общего назначения (all-purpose flour, plain flour) и мука из твердой пшеницы (durum flour). ГОСТами определены следующие сорта хлебопекарной муки: экстра, высший сорт, крупчатка, обойная, первый сорт (полукрупка), второй сорт, которые различаются степенью помола, зольностью (ash), содержанием клейковины. Из данной классификации очевидно, что при переводе этой русской терминологии на английский язык у переводчика могут возникнуть определенные трудности. Примечательно, что в русскоязычной научной литературе мука общего назначения не имеет собственных названий и обозначается буквенно-цифровым кодом, например, МК 55-23, что означает "мука из мягкой пшеницы крупного помола с зольностью 0,55% и содержанием клейковины 23%". Кроме того, как было установлено, в англоязычной традиции принято иногда эпонимическое название сортов муки: King Arthur all-purpose flour, Bob's Red Mill, etc. Таким образом, наличие национально-специфических обозначений различных видов муки и ее составляющих требует для адекватного перевода фоновых знаний и применения такого трансформационно-переводческого приема, как локализация при работе со специальными текстами, кулинарными рецептами, рекламными материалами.

## ЦИФРОВОЙ РАЗРЫВ VS СОЦИАЛЬНОЕ РАВЕНСТВО

Симонова А.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

e-mail: morrg.mir@gmail.com

Научный руководитель: к. филос.н., и.о. зав. каф. Палей Е.В. (ИГХТУ)

В жизни людей с каждым годом цифровые технологии становятся все более и более значимыми. Вряд ли сейчас найдется человек, который не пользуется хотя бы мобильным телефоном. Каждый год на рынке появляются тысячи новых изобретений, призванных сделать человеческую жизнь проще и удобнее. Несмотря на то, что технологии становятся все более сложными, они также становятся все более демократичными. Однако можно ли с уверенностью сказать, что демократичность технологий позволяет нам говорить о достижении равенства между людьми как в социальном, так и в интеллектуальном смысле? В этом и состоит проблематика цифрового разрыва. Доступ к современным технологиям, в частности, к интернету зачастую не только не уменьшает социального разрыва между людьми, но еще сильнее его увеличивает

«Цифровое неравенство» — сложное понятие, описывающее неравномерные возможности разных групп населения в сфере информационных технологий. Данный феномен невозможно объяснить исключительно с точки зрения экономической доступности интернета или индивидуального выбора пользователя, поэтому рассматривается совокупность социально-демографических факторов неравенства в сфере информационных технологий.

Аспектами цифрового неравенства могут являться такие параметры человека, как:

- Возраст
- Социальная группа
- Социальное происхождение
- Расовая принадлежность
- Территориальная принадлежность
- Скорость доступного соединения

Центральное положение интернета во многих областях общественной, экономической и политической деятельности равноценно по своему значению маргинальности всех тех, кто не имеет к нему доступа.

К настоящему времени масштабы цифрового разрыва заметно уменьшились, но мы все еще не можем говорить о равенстве. Наиболее серьезные проблемы цифровой разрыв вызывает в области образования и трудоустройства. В образовании интернет выдвигает на первый план умение принимать решения в отношении того, какую информацию нужно искать в интернете, как необходимо ее искать, как обрабатывать эту информацию, а затем применять ее для выполнения поставленной задачи. Иными словами новая форма обучения ориентирована на выработку умения трансформировать информацию в знания, а знания – в действия. Таким образом, образовательные учреждения, в которых доступ в интернет ограничен или же есть проблемы с квалификацией кадрового состава, будут заметно отставать в информационном развитии от тех, что могут позволить себе преподавать по новейшим методикам с использованием интернет сети. Укреплению разрыва в образовании способствует также различность педагогической направленности учебных заведений. Также проблема цифрового разрыва актуальна в области трудоустройства, т.к. большая часть современных профессий так или иначе связана с работой в глобальной сети.

Говоря о преодолении цифрового разрыва, следует принимать, что человечество вряд ли сможет достичь абсолютного технологического равенства и говорить лишь о максимальном сокращении данного барьера, т.к. полное преодоление этого барьера не может быть возможно до установления равенства в других сферах жизни человека, таких как: социальная, правовая, научная и т.д.

## ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЧАСТЬЯ В РОМАНЕ А.Б. СТРУГАЦКИХ «ПИКНИК НА ОБОЧИНЕ»

Смирнов П.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
8220025@gmail.com

Научный руководитель: к. филос. наук, доцент Иванов М.Ю. (ИГХТУ)

При упоминании счастья нам всегда приходит на ум нечто загадочное, непонятное и практически неуловимое, своеобразный идеал человеческого состояния. Счастье является утопичным представлением о максимально комфортном существовании индивида, при котором тот испытывает наивысшую удовлетворенность условиями своего бытия. Мы рассмотрим извечный вопрос – что же такое счастье – через призму романа «Пикник на обочине», столь реалистично показывающего множество аспектов человеческой жизни.

Целью авторов является демонстрация сути человека и его нравственного выбора под воздействием тяжелых испытаний, внезапно подаренной власти над своей и чужими жизнями и его нравственного выбора. В «Пикнике на обочине» мы видим провинциальный город Хармонт с ничем не примечательными жителями...до момента Посещения, изменившего все и всех. У людей появилась возможность заново начать свою жизнь, получить то, о чем даже не могли мечтать. Дары Посещения становятся источником несказанной наживы для сталкеров, многие и видят в этом свое счастье – получение бесконечного количества прибыли. Это вполне осмыслено, поскольку деньги могут помочь в достижении целей и решении проблем. Однако в случае Рэдрика Шухарта деньги бессильны. Дочь опытного сталкера родилась с неизлечимой мутацией, которая навсегда лишила ее нормального облика. Может ли Шухарт быть счастлив, наблюдая эту неотвратимую трансформацию собственного ребенка?

В жизни не редкостью являются ситуации, когда человеческая жизнь может измениться в лучшую сторону после обретения семьи. В семьях, где царит гармония, люди прислушиваются друг к другу, стремятся к исполнению общих целей и мечтаний. Но на обстановку среди родственников могут влиять различия в психологии, мировоззрении. В романе почти идеальную семейную жизнь Шухартов омрачает болезнь дочери Марии, а также патологическая привязанность Рэдрика к походам в Зону, искалечившая сознание персонажа. Жизнь в страхе перед неизвестностью, возможными арестом или гибелью сталкера в Зоне накладывает ужасный отпечаток на отношения между близкими людьми. Семья может сделать человека счастливым, но без абсолютного взаимопонимания ввергает людей в состояние еще большего морального упадка.

Каждый человек осознанно или неосознанно ищет свое призвание, то дело или род занятий, где он мог бы реализовать собственные таланты и скрытые возможности. Призвание может стать путеводной звездой в жизни, помочь личности осознать свои истинные цели и приоритеты. Однако любимое дело не всегда может приносить радость. В случае Рэда Шухарта сталкерство – вынужденный способ заработка, который герой искренне ненавидит, и одновременно эмоциональная отдушина, подобная наркотику. Собственное призвание, вырывающее персонажа из душного мира алчности и жестокости, в то же время убивает его, подавляет человеческие чувства, замещая их инстинктами. Последний шанс сталкера все исправить – поход к Исполнителю желаний, чтобы спасти дочь и постараться исправить собственную жизнь. Рэдрик с ужасом понимает, что не может даже сформулировать свое желание – он попросту разучился мыслить *по-человечески*. С каждым годом своей жизни Шухарт все больше превращался в бездумную машину, животное, главная цель которого – выжить. Единственное, что остается сталкеру, – принять ошибки своего прошлого и постараться воскресить собственное «Я». Счастье человека заключается в его самопознании. Именно это отличает нас от животных и дает право называться разумными. Самопознание служит отправной точкой для всех остальных аспектов человеческой жизни, потому что без него личность не будет полноценной и не сможет мыслить, мечтать и любить. Поэтому Шухарт и был так обозлен на весь окружающий его мир, который просто не позволил ему научиться логически рассуждать, привил жестокость и циничность.

# ДЕТСКИЙ МУЗЕЙ, КАК ЯВЛЕНИЕ КУЛЬТУРЫ И СОЦИОКУЛЬТУРНАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Соболева А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,

sasha.soboleva.97@mail.ru

Научный руководитель: к.филол.н., зав. каф. Миловзорова М.А. (ИГХТУ)

Изучение детского музея как феномена культуры, выявление его культуросозидающих функций имеет большое значение, так как именно работа музеев с детьми становится сегодня наиболее востребованной обществом стратегией их развития, и это развитие требует существенного обновления форматов. Ивановский регион в настоящее время не имеет ни «детского музея» как такового, ни даже специальных отделов по работе с детьми и подростками в государственных музеях.

Научная литература, посвященная феномену детского музея (О.И. Кокорева, А.В. Прошкина, Н.В. Свиридова, Н.Г. Макарова-Таман и др.) позволяет говорить о том, что, возникшее более ста лет назад, это явление становится вновь актуальным в последней трети 20 века, и сегодня интерес к нему только растет. Детский музей (и в историческом, и в современном понимании) подразумевает интерактивное освоение детьми и подростками музейного пространства, экспозиций, коллекций, информации. Основными принципами работы детских музеев становится самостоятельное творчество детей, как художественное, так и интеллектуальное, и техническое, и организационное, и коммуникативное. Одной из первых попыток создания подобного музея в России был созданный в 1905 году группой педагогов во главе с С.Т. Шацким, Л.К. Шлегер и А.У. Зеленко «Сетлемент», целью которого было, в первую очередь, чувственное познание детьми окружающего мира.

Проектная часть нашей работы предполагает разработку предложения для регионального «Музея ситца», экспозиции которого посвящены истории развития текстильного промысла и промышленности региона. Проект имеет рабочее название «Мастерская» и предполагает абонементные занятия детей с педагогами, в процессе которых дети смогут освоить исторический процесс производства ткани от прядения до набойки. Занятия будут проходить в музейной мастерской и объединятся во взаимосвязанную программу с работой в экспозиции (как прослушивание экскурсий, так и их проведение детьми), проведение мастер-классов по ручному ткачеству, резке форм для набойки. Итогом работы в «Мастерской» станет создание каждым участником уникального объекта текстильного промысла.

## ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СМИ В УСЛОВИЯХ ЧС (НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ)

Сурин Н.А., Ходаров А.А.

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России  
Научный руководитель: к.филол.н., доцент Куражова И.В. (ИПСА ГПС МЧС России)

Основной целью коммуникации является достижение взаимопонимания, благодаря которому будет осуществляться обмен идеями, мнениями и информацией. В свою очередь, эффективная коммуникация – это двусторонний процесс. Он строится на уважении к собеседнику, на умении слушать его и услышать, а также понять его слова. Очень важно чувствовать психологический настрой аудитории, правильно подобрать языковое оформление сообщения. Нами было проанализировано руководство Crisis and Emergency Risk Communications: Fundamentals of Communication During Crises and Emergencies, разработанное специально для осуществления эффективной коммуникации в условиях чрезвычайных ситуаций. Оно содержит принципы, согласно которым следует выстраивать взаимоотношения со СМИ, а также реальные примеры такого взаимодействия, шаблонные фразы и наиболее удачные клише для достижения взаимопонимания.

Проблема эффективной коммуникации тщательно анализируется в американском центре профилактики и контроля заболеваний, расположенном в Атланте (Centers for Disease Control and Prevention). Исследователи подчеркивают, что в первую очередь необходимо установить со СМИ устойчивые и доверительные взаимоотношения, основанные на положительном опыте взаимодействия, прежде чем возникнет чрезвычайная ситуация.

*The media will not allow you to spoon-feed them headlines. They will decide what to tell their readers, viewers, or listeners about what is occurring. Don't treat them like a member of your staff—suggest, do not dictate, and the relationship will move smoothly forward.* [3] From the Centers for Disease Control and Prevention's Crisis and Emergency Risk Communication.

Специалисты американского центра выделяют следующие составляющие успешной коммуникации: accuracy of information (точность информации), speed of release (оперативность ее предоставления), empathy (эмпатия), openness (открытость), все это обуславливает credibility and trust (надежность источника информации и доверие такому источнику). В результате мы приходим к успешной коммуникации.

На этапе преодоления кризиса необходимо следовать девизу BE FIRST. BE RIGHT. BE CREDIBLE. (Оперативность, точность и надежность.) Следует отметить, что использование призывов к действию, емких фраз является частотным приемом. Они позволяют кратко, но в полной мере донести до аудитории главную информацию, а также следовать правилу Stay on message (не отклоняться от основного посыла, важных моментов). Например, Take shelter. Check local media. Take cover when threatening weather approaches. Monitor for further updates. Прежде всего, такие сообщения характеризуются краткостью. Они начинаются с глаголов, что побуждает к немедленным действиям. Таким образом, чтобы информационная ситуация не вышла из-под контроля, необходимо следовать перечисленным выше принципам. СМИ должны, прежде всего, способствовать оптимизации взаимодействия с конечной аудиторией посредством языка, своевременно осуществлять семантические, грамматические и др. трансформации текстов сообщений для достижения их смысловой транспарентности, доступной для населения.

Список литературы

1. Altheide D.L. Creating Fear: News and the Construction of Crisis. Aldine Transaction., 2002. – 324 с.
2. Reynolds B. Crisis and Emergency Risk Communication. Centers for Disease Control and Prevention., 2002. – 478 с.
3. Centers for Disease Control and Prevention [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://emergency.cdc.gov/cerc/> (Дата обращения: 29.03.2019).



# МОРФЕМА «NANO-» В АНГЛОЯЗЫЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ ОБЛАСТИ «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»: ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ

Тартина М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
tartina.m@yandex.ru

Научный руководитель: к.ист.н., доцент Малкова Ю.Л. (ИГХТУ)

На протяжении нескольких десятилетий во многих развитых странах мира наблюдается стремительный прогресс в области нанотехнологий. Достижения этой относительно молодой научной сферы нашли свое применение во многих областях промышленности, повседневной жизни. Лингвистическая трансформация проявилась в возникновении новых лексических единиц, образованных с помощью морфемы **nano-**, в создании большого словообразовательного гнезда.

Цель настоящего исследования – определение времени возникновения и начала активного применения морфемы **nano-** в области «электроника и нанoeлектроника», выявление ее основных значений и примеров употребления. Материал исследования – информация о значениях данной морфемы, представленная в одноязычных и англо-русских электронных словарях, а также ряд англоязычных публикаций по данной проблеме (общее количество печатных символов 74000).

Источники фиксируют три даты первой фиксации существования самой нанотехнологии и лексической единицы с морфемой **nano-**:

- 1959 год – доклад американского физика-теоретика Ричарда Фейдмана «Там, внизу, полно места»;
- 1974 год - английский термин «Nanotechnology» был использован в докладе «Об основных принципах нанотехнологии» японским профессором Норио Танигучи;
- 1989 год – фактическое начало нанотехнологий.
- Основные значения морфемы **nano-** (от греческого «нанос» - одна миллиардная часть) представлены в таблице:

Таблица 1

Longman Dictionary	Oxford Dictionary	Macmillan Dictionary
one billionth part of a unit	denoting a factor of $10^{-9}$ (used in units of measurement)	one of a thousand million equal parts: used with some nouns
		SCIENCE: involving the use of nanotechnology (used with some nouns)

Анализ англоязычных научных статей области «электроника и нанoeлектроника» (общее количество печатных символов без пробелов 74000) позволяет сделать следующий вывод: морфема **nano-** занимает вторую позицию по количеству упоминаний образованных с ее участием лексических единиц (после морфемы **micro-**; 10 случаев фиксации слов с морфемой **nano-** из 34 терминов, образованных способом префиксации).

Примеры употребления морфемы **nano-** в области «электроника и нанoeлектроника»:

- nanocrystalline, nanomechatronics, nanodiamond, nanoscale, nanometer, nanosecond, nanoindentation, nanoparticle, nanoscience, nanotube.

Таким образом, морфема **nano-** позволяет вводить в лексический научный оборот новые термины, отражающие достижения технологического прогресса. Корректная интерпретация значения морфемы позволяет грамотно их трактовать, что особенно актуально в условиях активного международного научного диалога.

# ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКОЕ ОТРАЖЕНИЕ ЛЕКСИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ

Торопова Д. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

daria.verhovetskaya14@gmail.com

Научный руководитель: старший преподаватель Меркулова Н.Е. (ИГХТУ)

Электроника – это не только сложные приборы, микросхемы и электрические цепи. Электроника – это все то, что окружает нас в современной повседневной жизни: электричество, автомобили, бытовая техника и многочисленные гаджеты, без которых наша жизнь уже кажется нам нереальной. Невероятный технологический прогресс в данной области стал причиной появления всевозможных новых устройств и преобразований привычных нам изобретений, которые, в свою очередь, требуют адекватной номинации.

Цель данного исследования состоит в семантическом анализе новой лексики, появившейся для обозначения устройств и явлений в области электроники, что косвенно указывает на наиболее развивающиеся направления данной области науки.

Объектом нашего исследования стали английские неологизмы, т.е. новые слова или выражения или новые значения уже существующих слов, зафиксированные в современных электронных англоязычных словарях новых слов Unwords Dictionary и Word Spy Dictionary в тематических разделах, посвященных электронике и электричеству. Общее количество проанализированной нами лексики составляет приблизительно 60 единиц, что позволило увидеть определенные тенденции в развитии терминологии этой отрасли, определить её семантические и словообразовательные особенности.

В результате проведенного анализа новой лексики в области электроники по словарным материалам стало очевидным, что наиболее развитыми областями являются *энергетика*, *микроэлектроника* и *бытовая электроника*.

Несмотря на то, что *энергетика* продолжает ассоциироваться в основном с выработкой, транспортировкой и потреблением электроэнергии и электроприборами высокой мощности, на примере неологизмов можно отметить определенные трансформации в данной области: применение электродвигателей на велосипедах (pedelecs, moto-doping), распространение электромобилей и проблемы с их зарядкой (charge rage, ICEing, range anxiety), поиск и применение альтернативных видов энергии (wind farms, wind rush, solar guerrilla, hydrail и др.).

Согласно новым словам, в *микроэлектронике* наблюдается активный переход от аналоговых систем к более удобным цифровым системам (digiocrity), распространение цифровых устройств – дисков (FCDVD), фотоаппаратов (megapixures), сканеров ценников (scandroid). Однако новые слова указывают и на существование определенных проблем, например, в работе телефонов, связанных с отсутствием устойчивого сигнала (Cell-Hell, cellapse).

Остается востребованной такая *бытовая электроника*, как телевизоры, компьютеры, видеокамеры, климатическое оборудование и пр. Зафиксированные в словарях неологизмы fanaddict и teletalktic указывают на определенную зависимость современного человека от электронных бытовых устройств. Именно приборы данной области электроники с каждым годом делают жизнь человека более комфортной и приятной (например, потолочный вентилятор, пульт телевизора, электронные игрушки).

В результате проведенного анализа неологизмов было установлено, что электроника активно развивается в различных направлениях, что отражается в появлении новых понятий, новой лексики, в изменении значений известных слов.

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ВРЕМЕНИ В РУССКОМ И ТУРКМЕНСКОМ ЯЗЫКАХ (НА МАТЕРИАЛЕ ПОСЛОВИЦ И ПОГОВОРОК)

Хасанов Б.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет

hasanov\_b@mail.ru

Научный руководитель: д.филол.н., профессор, зав. каф. Михеева Л.Н. (ИГХТУ)

У каждой страны есть свои традиции, свои культурные особенности. На примере пословиц и поговорок можно сравнить представление о категории времени в русской и туркменской культурах, определив сходства и различия. Проведенный сопоставительный анализ устойчивых выражений о времени, начале и конце, возрасте человека в русском и туркменском языках свидетельствует о некоторых национальных особенностях, присущих языковому сознанию каждого из народов.

В русском языке есть немало пословиц о начале и конце как временных категориях, например, «не верь началу, а верь концу (а жди конца)». Смысл данной пословицы в том, что следует судить о деле только тогда, когда оно кончится, то есть оценивать его, руководствуясь результатом. В туркменском языке есть похожая пословица «Башыны беренча, ахырыны берсин», что в переводе означает *«пусть даст конец, чем начало»*. Несмотря на некоторое словесное различие, общий смысл обеих сохраняется.

Обратимся к пословицам и поговоркам о времени и сравним, например, русскую *«время разум дает»* и туркменскую *«акыл яшда дал, башдадыр»*, которая переводится как *«ум не в возрасте, а в голове»*. Мы видим, что появляются существенные различия, во-первых, потому что слова «время» и «возраст» имеют разное значение. Время - более объемная категория, а возраст является ее составляющей в языковой картине мира человека. Во-вторых, сильно различаются интерпретации пословиц при переводе: в русской поговорке речь идет о том, что человек со временем должен становиться умнее, а в туркменской говорится о том, что если человек глуп, то вне зависимости от возраста он уже не изменится, то есть время может разум и не дать или возраст ума не прибавить. Можно сказать, что в туркменском сознании акцент делается не столько на возрасте, на течении времени, жизни, сколько на уме, голове самого человека.

Тема «рано» и «поздно» в представлениях о времени, свойственных русскому и туркменскому народу, также широко представлена в народном творчестве. *«Сосед спать не дает: хорошо живет»* - так говорится в русской пословице. Она отражает негативное отношение (зачастую зависть) к допоздна не спящему соседу, который, видимо, поэтому хорошо живет, то есть, как мы считаем, чего-то достиг в жизни. В туркменском языке есть похожая по тематике пословица *«Гоньшы гоньшыдын ир турманы овренер»* («сосед у соседа учится рано вставать»). С одной стороны, туркменская пословица показывает прямо противоположное, позитивное отношение к чужому успеху, что уже характеризует менталитет туркменского народа. С другой стороны, она носит более нравоучительный характер по сравнению с русской пословицей, что говорит о более строгом с точки зрения нравственности отношении к данному вопросу, хотя такая черта, как назидательность, собственно, и составляет сущность пословицы как жанра.

Таким образом, можно сказать, что пословицы и поговорки о времени в двух языках могут отличаться только словесным выражением, сохраняя общий смысл, а могут очень принципиально расходиться в понимании одних и тех же явлений, демонстрируя различия как в менталитете русского и туркменского народов, так и в представлениях о времени и связанных с ним понятиях, которые сложились в культуре того и другого народов, а значит, повлияли на особенности языкового сознания и нашли творческое выражение в языковых формах пословицы и поговорки.

## НЕОЛОГИЗМЫ С ЭЛЕМЕНТОМ LATTE

Цветкова М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
mariya.tsvetkova.99@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Избицкая М.В. (ИГХТУ)

Новейшая лексика – всегда чрезвычайно притягательный объект для исследования, поскольку она дает исследователям материал о динамических процессах из области номинации новых понятий и явлений, указывает на социально-культурные и другие трансформационные феномены, которые и требуют новых обозначений.

В то же время такое изучение сопряжено с рядом трудностей, главной из которых, вероятно, можно назвать ограничение круга анализируемого материала. Поэтому удобно воспользоваться онлайн-ресурсами, которые оперативно регистрируют новообразования. Главное достоинство исследуемой лексики – ее актуальность: почерпнутые преимущественно из живого языка лексические единицы позволяют проследить, какие проблемы волновали и продолжают волновать англоговорящее общество в самом начале XXI в. Межкультурная коммуникация и изменение пищевых практик обусловили появление новых предпочтений в еде и напитках, их приготовлении на основе интернациональных локальных рецептов.

Цель исследования – проанализировать на материале электронного словаря новых слов неологизмы с элементом **latte**, установить их семантические особенности в социокультурном контексте и кратко описать их структурные характеристики. Объектом нашего исследования выступают неологизмы с элементом **latte**, зарегистрированные в одноязычном электронном словаре новых слов *Urban Dictionary* [1]. Методом сплошной выборки были подобраны слова и словосочетания с элементом “**latte**”. Было выявлено 49 единиц с вышеуказанным элементом.

В результате проведенного анализа было установлено, что заимствованное из итальянского языка и давно вошедшее в английский язык слово **latte** (*кофейный напиток, состоящий из молока и кофе эспрессо*) расширило в языке-доноре свое значение и употребляется для образования новых слов в различных социокультурных контекстах. Так, например, новые слова возникают в таких областях, как архитектура (**Latte town**), экономика (**lattenomics**), политика (**Latte liberal**). Также неологизмы описывают поведение или деятельность человека (**Lafte**), статус в обществе (**latte lackey**) и многообразие новых рецептов приготовления кофе (**skinny latte**, **Latta Latte**, **latte art**, **Mocha latte**) etc. Семантика этих слов основывается на категоризации значений их компонентов, что позволяет нам классифицировать лексические единицы на отдельные смысловые группы, которые отражают взаимодействие человека и социума.

Следует отметить, что написание новых слов с компонентом **latte** вариативно, со строчной или прописной буквы, иногда словарная статья указывает на наличие ряда орфографических вариантов.

Кроме приведенных здесь слов, в современном английском языке существует большое количество неологизмов нецензурного и сексуально-ориентированного содержания, характеризующих тот или иной процесс, связанный с созданием, вкусом, цветом кофейного напитка латте. Таким образом, эта когда-то заимствованная лексическая единица для гастрономического дискурса приобрела в английском языке ряд новых и переносных значений, что значительно расширило сферу ее функционирования.

Современная массовая культура создаёт всё больше явлений и объектов, быстро входящих в лексический состав языка. Более того, в течение нескольких лет и в русскую речь активно включается множество производных неологизмов от таких слов. Знание и понимание новых слов обогащает как внутренний мир человека, так и понимание тех изменений, которые происходят в жизни современного общества.

# ФИЛОСОФСКОЕ ОСМЫСЛЕНИЕ ФЕНОМЕНА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Шелихова Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
ketrin771@mail.ru

Научный руководитель: к. психол. наук, доцент Клейман М. Б. (ИГХТУ)

В современной философии, в особенности на протяжении последних 20 лет, активно обсуждается проблема виртуальной реальности как социокультурного феномена информационного общества.

Цель данной работы – рассмотреть, как феномен виртуальной реальности внедряется в современное общество.

Виртуальную реальность мы рассматриваем: а) с позиции концептуализации революционного уровня развития техники и технологии, позволяющего открывать и создавать новые измерения культуры и общества, но одновременно порождающего новые острые проблемы, требующие критического осмысления; б) с позиции развития идеи множественности миров (возможных миров) и относительности реального мира; в) с позиции замены трехмерных объектов их информационными (графическими, объемными, цифровыми) копиями (аналогами) с помощью компьютерной техники и Интернета в интерактивной среде.

Необходимо также отметить, что некоторые современные исследователи виртуальной реальности, например, Н.А. Носов, В.С. Бабенко и др. определяют эту реальность через ряд ее специфических свойств.

Если рассмотреть современную философскую литературу, подход, основанный на признании множественности реальности и осуществляющий в таком контексте реконструкцию природы виртуальной реальности, получил наименование «виртуалистика».

Вместе с тем мы попытались проанализировать широкий спектр областей применения термина «виртуальный». Отмечается, что концепция и практика данной среды имеют довольно разнообразные контексты возникновения и развития.

Сама идея виртуальной реальности как «киберпространства» впервые возникла в знаменитом фантастическом романе-техноутопии «Neuromancer» У. Гибсона, где киберпространство изображается как коллективная галлюцинация миллионов людей.

Философское осмысление феномена виртуальной реальности, природы этической коммуникации в Интернете неизбежно включает в себя анализ формирования такого явления, как сетевой этикет. Он выступает в качестве нормативной регуляции поведения и общения в Интернете.

Уместно предположить, что именно интерактивные возможности виртуальной реальности делают ее столь функционально значимой.

В то же время само осмысление виртуальной реальности также является базовым принципом любых обновленных гуманитарных теорий, а также соответствующего научного подхода. В частности, на его основе строится «виртуальная психология» необычных, непривычных, редко возникающих состояний психики и ощущений, выводящих человека за пределы обыденных психических состояний.

## УДАРЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Шишкина А.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
aleks6546@list.ru

Научный руководитель: к. филол. н., доцент Здорикова Ю. Н. (ИГХТУ)

Культура устной речи определяется во многом знанием и соблюдением акцентологических норм – норм ударения. Хорошую речь портит не только неправильное произношение, но и неверная расстановка ударений. Существует немало слов, акцентуация в которых служит своего рода лакмусовой бумажкой уровня речевой культуры человека. Достаточно услышать неправильные формы вроде *документ*, *доцент*, *инструмент*, *магазин*, *начать*, *свекла*, чтобы представить степень образованности, уровень речевой и общей культуры человека. В то же время иногда постановка ударения может указать на профессиональную принадлежность говорящего. Так, произнесение слов *наркомания*, *агония*, *эпилепсия* с ударением на предпоследнем слоге характерно для речи медиков; *рапорт* и *компас* вместо правильных *ра́порт* и *ко́мпас* встречается в речи моряков.

Акцентологические варианты могут различать:

- 1) «младшую» и «старшую» нормы (новое произношение постепенно вытесняет старое, но на определенном этапе развития литературного языка обе нормы сосуществуют; например, в начале XX в. говорили только *засу́ха*, *заво́дский*, *запа́сный*; по новой норме — *за́суха*, *заводско́й*, *запасно́й*; в середине XX в. оба ударения считались правильными);
- 2) общенародную и профессиональную сферу употребления (профессиональные варианты норм): *фле́йтовый* — *флейто́вый*, *а́томный* — *ато́мный*, *ко́мплексный* — *комплéксный*, *и́скра* — *искра́* (следует помнить, что употребление профессиональных вариантов допустимо лишь в повседневном, неофициальном общении людей одной профессии);
- 3) территориальные разновидности литературного языка (наряду с литературными *про́сека*, *положи́л*, *нача́л*, *бра́ла* в просторечии употребляются ненормативные диалектные варианты *просе́ка*, *поло́жил*, *нача́л*, *бра́ла*).

Акцентологические нормы могут быть динамичными. Об этом свидетельствует, например, эволюция помет при формах глагола *дружить*: форму 3-го лица единственного числа глагола *дружить* словари до середины XX в. давали только с ударением на окончании — *дружи́т*; в словарях 1960—1970-х годов рядом с ней появляется форма *дру́жит* с пометами «просторечное» и «допустимо», а также в числе равноправных (*дружи́т* и *дру́жит*); в современных же словарях *дру́жит* получает статус нормы, а *дружи́т* приобретает пометы «устаревающее» и «допустимо устаревшее».

В современной устной речи, публичных выступлениях, деловом общении часто наблюдается нарушение акцентологических норм русского языка. При этом неверная постановка ударения мешает восприятию смысла высказывания. Основной причиной возникновения ошибок в ударении является незнание происхождения слова. Так, французским происхождением объясняется постановка ударения на последнем слоге таких слов, как: *апо́стрóf*, *жалюзи́*, *квартáл*, *фети́ш*, *экспéрт*. На ошибки влияет и отсутствие в печатном тексте буквы *ё*. Как известно, буква *ё* всегда находится под ударением. Однако необязательность ее указания приводит к тому, что многие слова, особенно причастия и отглагольные прилагательные, стали произноситься со звуком [e] и смещенным ударением: *заворо́женный* вместо *заворожéнный*, *новоро́жденный* вместо *новорождéнный*, *скре́пленный* вместо *скреплéнный*, *увéзенный* вместо *увезéнный*.

Секция «Химическая инженерия, моделирование и оптимизация технологических процессов»

## ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ СОСУД

Багамаев Али

Ивановский государственный химико-технологический университет

Bagamaev.alishka@mail.ru

Научный руководитель Афонин С.Б.

Промежуточные сосуды (рис. 1) применяют в многоступенчатых холодильных машинах для охлаждения паров агента между ступенями и для переохлаждения жидкого агента перед дросселированием.

На рис 1, а показан промежуточный сосуд без змеевика. Через патрубок 2, опущенный сверху внутрь сосуда под уровень жидкого холодильного агента, поступает пар из цилиндра низкого давления. В этот же патрубок сверху поступает холодильный агент после дросселирования в первом регулирующем вентиле (для схемы с двухступенчатым дросселированием). Пар после компрессора первой ступени сжатия выходит через отверстия в нижней части патрубка 2 и проходит (барботирует) через слой жидкого агента, при этом он охлаждается до температуры насыщения, соответствующей промежуточному давлению. Охлаждение происходит за счет выкипания части жидкого Холодильного агента в промежуточном сосуде. Охлажденный пар поднимается вверх и, пройдя отбойные тарелки 10, отсасывается высокой ступенью через патрубок 1, а жидкость отводится ко второму регулирующему вентилю через патрубок 7.

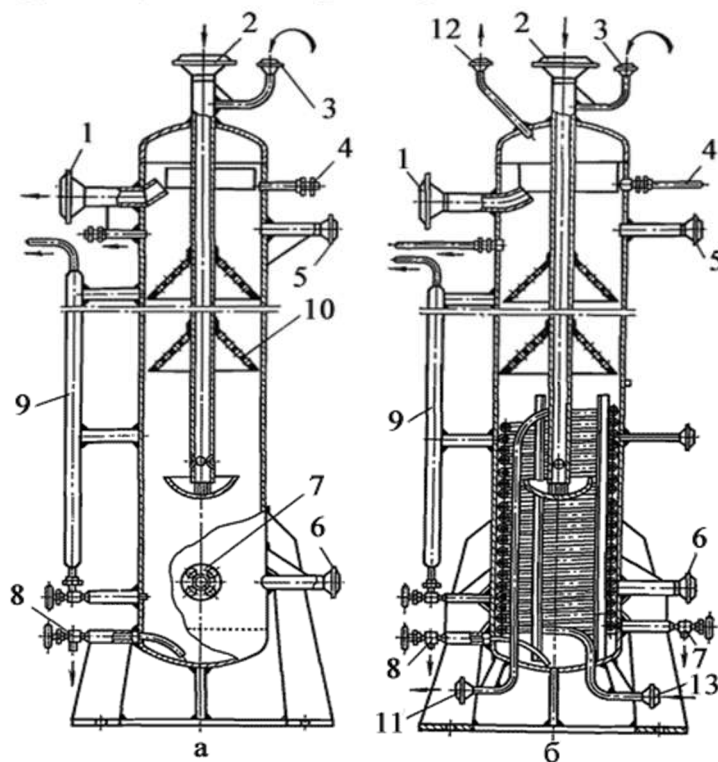


Рис. 1. Промежуточный сосуд:

Данный промежуточный сосуд предполагается использовать в схеме холодильной установки на две температуры кипения. Для охлаждения аммиака между двумя ступенями компрессора. Данный аппарат в дальнейшем будет рассчитан как аппарат работающий под избыточным давлением во взрывоопасной среде

1. [https://www.trans-service.org/ru.php?section=info&page=s\\_s\\_u&subpage=sud\\_holod\\_11](https://www.trans-service.org/ru.php?section=info&page=s_s_u&subpage=sud_holod_11)



# РАЗРАБОТКА ГРАНУЛЯТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Баннова А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

bannova.alla@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Афонин С.Б. (ИГХТУ)

В данной работе был разработан барабанный гранулятор-сушилка (БГС), который представляет собой вращающийся барабан длиной 16м и диаметром 4м, установленный под углом  $3^\circ$  и частотой вращения 4,5 об/мин, принцип работы которого заключается в том, что аммонизированная пульпа (подвижная суспензия с малым содержанием твердой фазы) посредством механических или пневматических форсунок диспергируется во вращающийся барабан на завесу сухого продукта.

Аппарат БГС оснащен лопатками Г-образной формы с углом наклона к радиусу обечайки  $12^\circ$ , а также шнеком 10, который транспортирует внутренний ретур от конуса 7 в зону распыла пульпы. В торцах вращающихся барабанов установлена загрузочная камера с форсунками 12 и патрубками для ввода теплоносителя, а также выгрузочная камера 6 со штуцерами для отвода отработанного сушильного агента и готового продукта. Привод барабана осуществляется от электродвигателя 4 через редуктор 3, зубчатую шестерню 2 и зубчатый венец 9, укрепленный на барабане. При вращении барабана подъемно-лопастная насадка 8 создает поток материала, ссыпаящегося с лопаток. На этот поток материала пневматической форсункой 12 распыляется пульпа гранулируемого вещества, которая, наслаиваясь на частицы, увеличивает их размер. Влажные агломераты окатываются по внутренним элементам барабана, приобретая сферическую форму, и сохнут в потоке теплоносителя.

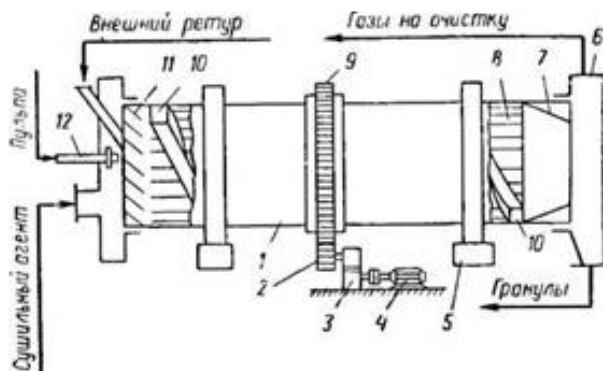


Рис.1. Барабанный гранулятор-сушилка: 1 — барабан; 2 — шестерня; 3 — редуктор; 4 — электродвигатель; 5 — опорная станция; 6 — выгрузочная камера; 7 — конус; 8 — подъемно-лопастная насадка; 9 — зубчатый венец; 10 — обратный шнек; 11 — приемная насадка; 12 — форсунка.

Основные задачи проводимых расчетов:

- а) Повышение производительности и мощности аппарата.
- б) Проверка стенки корпуса аппарата и банджа на прочность.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ МЕЛЬНИЦЕ УДАРНО-ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

Беспалов А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[andrei.bespalov1995@icloud.com](mailto:andrei.bespalov1995@icloud.com)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Блиничев В.Н. (ИГХТУ)

Для исследования процесса измельчения прочных материалов типа речного песка была собрана экспериментальная установка, включающая в себя: 3-х ступенчатую мельницу ударно-отражательного действия с вертикальным валом, циклон, хвостовой вентилятор и рукавный фильтр.

На данной установке были проведены исследования процесса разрушения частиц песка как на отдельных ступенях ротора, так и в машине в сборе, при диапазоне изменения средних линейных размеров частиц песка от 0,51 мм до 1,3 мм и чисел оборотов ротора от 1500 об/мин до 4365 об/мин. Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что каждая ступень вносит свой вклад в процесс измельчения песка практически пропорционально линейным скоростям их рабочих органов (бил). Однако время пребывания частицы в зонах ударного нагружения, а, соответственно, и число ударов частиц билами об отражательные планки при отдельно работающих ступенях и при их последовательной установке в сборе ротора было различным, поэтому о полной эффективности процесса измельчения на отдельных ступенях ротора по результатам этих исследований можно судить приблизительно, так как число ударных нагружений на ступенях зависит от расхода просасываемого машиной воздуха.

Расчет критической скорости ударного нагружения частиц песка, по формуле:

$$V_{кр} = \frac{30 \left( \frac{\tau_{ср}}{\rho} + 1 \right)}{d_{ср}^{0,4}} \quad V_{кр}=78 \text{ м\c} \quad d_{ср}=0.51 \text{ мм}; \quad V_{кр}=88 \text{ м\c} \quad d_{ср}=0,81\text{мм}; \quad V_{кр}= 112 \text{ м\c} \quad d_{кр}=1,3\text{мм};$$

для 3-х размеров частиц песка  $d_{ср} = 0,51$  мм,  $d_{ср} = 0,81$  мм и  $d_{ср} = 1,3$  мм при данных скоростях однократного удара разрушается только 50% исходных частиц.

Изменение линейных скоростей ударных элементов ротора при увеличении числа оборотов от 1500 об/мин до 4365 об/мин даже для наибольшей 3-й ступени составляет:  $n = 1500$  об/мин –  $V_3 = 21$  м/с;  $n = 3000$  об/мин –  $V_3 = 42$  м/с;  $n = 4365$  об/мин –  $V_3 = 61$  м/с.

Из экспериментально найденных значений критических скоростей ударного нагружения для частиц песка разных размеров следует, что достижение 100% вероятности разрушения частиц песка размером 0,81 мм возможно только при многократном ударном нагружении, реализуемом в исследуемой 3-х ступенчатой мельнице, особенно на 3-й ступени мельницы, так как выгрузка продуктов измельчения осуществляется за счет наличия в машине сепарационного выгрузочного патрубка.

Дальше мы будем проводить исследование по сепарационной эффективности и совершенствованию узла выгрузки продуктов измельчения.

## СКРИНИНГ СОКРИСТАЛЛОВ СУЛЬФОНАМИДОВ

Бойцов Д. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

denboycov11@gmail.com

Научный руководитель: к.х.н., м.н.с Манин А. Н. (ИХР РАН)

Сульфонамиды — класс антибактериальных лекарственных соединений, которые широко применяются в настоящее время в ветеринарии и медицине. Поскольку многие производные сульфаниламида имеют низкие значения параметров растворимости и биодоступности, важной задачей является улучшение этих физико-химических свойств. Наиболее распространёнными и зарекомендовавшими себя методами изменения физико-химических свойств лекарственных соединений являются получение сокристаллов и солей. Сокристалл - твёрдое тело, представляющее собой однородную кристаллическую фазу, состоящую из двух или более различных молекулярных или ионных компонентов, как правило, в стехиометрическом соотношении, не являющуюся в то же время сольватом или простой солью [1].

Так как большинство сульфонамидов имеют сравнительно большие значения показателя константы кислотной ионизации, для данного класса соединений будет возможно образование солей с коформерами, характеризующимися низкими величинами рКа.

В данной работе объектами исследования стали сульфаниламид, являющийся родоначальником класса, сульфамеразин, сульфагуанидин, и сульфатиазол. В связи с тем, что сульфонамиды могут образовывать сокристаллы и соли с веществами, имеющими различные функциональные группы, в качестве коформеров выбран широкий круг веществ, содержащих амидную (пиколинамид, изоникотинамид др.), карбоксильную (производные бензойной кислоты) группы и соединения, содержащие в своём составе фрагмент NH-C=N. Основным способом получения сокристаллов был выбран метод перемолла с добавлением небольшого количества растворителя для ускорения процесса сокристаллизации. С целью подтверждения образования новой кристаллической формы использовался рентгенофазовый анализ, который позволяет идентифицировать появление вещества с кристаллической структурой, отличной от исходных компонентов, и метод дифференциальной сканирующей калориметрии, который даёт возможность подтвердить образование формы с новой температурой плавления.

В результате проведения скрининга были обнаружены две новых кристаллических формы: , [сульфамеразин+4-гидроксibenзойная кислота] и [сульфаниламид+L-пролин]; для сокристалла сульфаниламида с пролином был проведен перемол с добавлением различных растворителей. В ходе дальнейших исследований планируется расширение круга коформеров, подтверждение стехиометрии сокристаллов и получение монокристаллов данных систем методом медленного испарения растворителя.

1. Aitipamula S. Polymorphs, Salts, and Cocrystals: What's in a Name? / S. Aitipamula, R. Banerjee, A. K. Bansal, K. Biradha, M. L. Cheney, A. R. Choudhury, G. R. Desiraju, A. G. Dikundwar, R. Dubey, N. Duggirala, P. P. Ghogale, S. Ghosh, P. K. Goswami, N. R. Goud, R. R. K. R. Jetti, P. Karpinski, P. Kaushik, D. Kumar, V. Kumar, B. Moulton, A. Mukherjee, G. Mukherjee, A. S. Myerson, V. Puri, A. Ramanan, T. Rajamannar, C. M. Reddy, N. Rodriguez-Hornedo, R. D. Rogers, T. N. G. Row, P. Sanphui, N. Shan, G. Shete, A. Singh, C. C. Sun, J. A. Swift, R. Thaimattam, T. S. Thakur, R. Kumar Thaper, S. P. Thomas, S. Tothadi, V. R. Vangala, N. Variankaval, P. Vishweshwar, D. R. Weyna, M. J. Zaworotko // Cryst. Growth Des. – 2012. – Т. 12 – № 5– 2147–2152 с.

*Авторы благодарят РФФ за финансовую поддержку исследований (грант №17-73-10351).*

# СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАКЕТНОЙ ВИХРЕВОЙ НАСАДКИ С КОЛЬЦАМИ РАШИГА ПУТЕМ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Власов Г. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) ([grigoriy.vlasov.1996@mail.ru](mailto:grigoriy.vlasov.1996@mail.ru))

Научный руководитель: к. т. н., доцент Чагин О. В. (ИХР РАН)

В химической промышленности применяются разнообразные массообменные и теплообменные процессы и аппараты. При этом эффективность осуществления таких процессов определяется в основном совершенством используемого контактного устройства. Кроме того, от конструкции контактного устройства в значительной степени зависят материальные и энергетические затраты.

При подборе типов контактных устройств, как правило, руководствуются такими основными показателями как: производительность; гидравлическое сопротивление; диапазон рабочих нагрузок в условиях достаточно высокой эффективности; возможность работы на средах, склонных к образованию смолистых или других отложений; металлоемкость; простота конструкции, удобство изготовления, монтажа и ремонта.

Насадочные контактные устройства широко используются также для охлаждения воды и жидкостей воздухом или газами (если допускается их насыщение парами охлаждающей жидкости) при непосредственном контакте фаз. Охлаждение воды воздухом, сопровождающееся переносом воды из жидкой фазы в газовую, по технологическому назначению относится к теплообменным процессам.

Теплообмен при непосредственном контакте протекает гораздо эффективнее, чем в случае использования теплообменной аппаратуры, где противоточно движущиеся потоки разделены теплообменной поверхностью (стенкой). Весьма существенно, что значительное количество тепла отбирается за счет испарения части жидкости в газовую фазу. Все это в совокупности обеспечивает высокую эффективность охлаждения. Однако, это допустимо лишь в том случае, если технология позволяет насыщать газ парами жидкости.

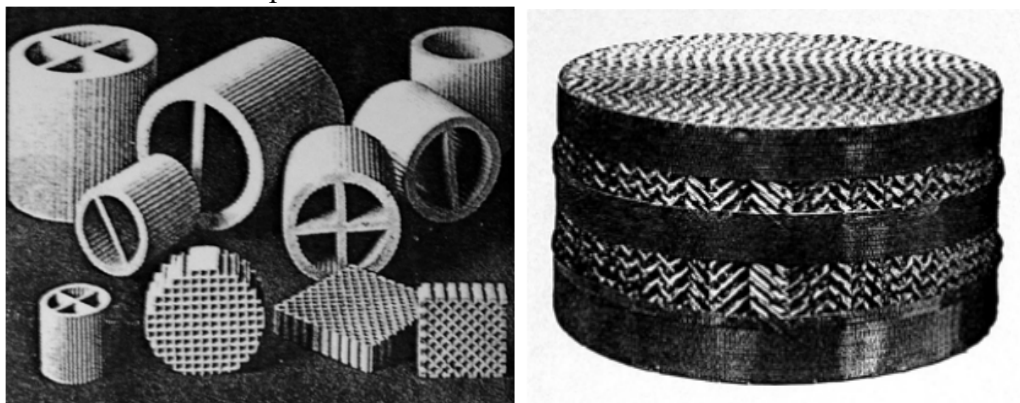


Рис. 1 Насадочные контактные устройства кольца Рашига (слева) и ПВН.22 (справа).

В настоящей работе изучена эффективность использования контактных устройств в аппарате колонного типа при испарительном охлаждении воздухом, и произведен сравнительный анализ насадки типа кольца Рашига с насадкой ПВН22 (пакетно-вихревая насадка) при пленочном и капельном течении жидкости. Так же была исследована гидродинамическая структура потока в представленных выше типах насадок и изменение температуры по высоте колонны.

Результаты работы свидетельствуют о перспективности применения насадочных контактных устройств и колонных аппаратов в целом при испарительном охлаждении. Определены диапазоны устойчивой работы выбранных насадок с пленочным и капельным течением жидкости.

# МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ И СКОРОСТЕЙ ИХ ДВИЖЕНИЯ В ПРОТИВОТОЧНОЙ СТРУЕ, ИСТЕКАЮЩЕЙ В ПСЕВДООЖИЖЕННЫЙ СЛОЙ

Воробьев С. В., Курылев С. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
ch4rlythec4t@gmail.com

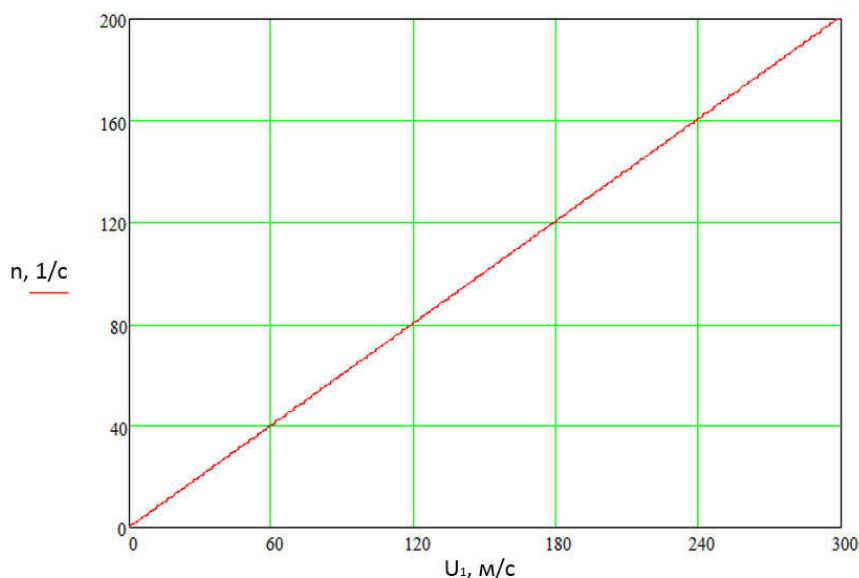
Научный руководитель: д. т. н., профессор Блиничев В. Н.

В настоящее время несмотря на появление конструкций струйных мельниц с истечением струй в свободный объём твердых частиц (например, фирмы Frisch) не имеется методик, позволяющих рассчитать как конструкцию, так и скорости движения частиц в струе, знание которых необходимы далее для расчета вероятностей столкновения, разрушения, а также гранулометрического состава материала при однократном столкновении частиц в противоточных струях.

В данной работе рассматривается истечение высоконапорной струи в псевдооживленный слой, определяются зоны разряжения, рассчитываются концентрация и скорости твердых частиц по длине движения струи. Работа является частью разрабатываемой методики расчёта аппарата комбинированного типа измельчения.

Известно, что при дозвуковых скоростях по периферии струи возникает зона разряжения или зона подсоса (эжекции). Именно в этой области скорость струи будет постепенно приближаться к скорости окружающего воздуха, и осуществляются начальные фазы процесса смешивания (по этой причине эту область часто называют слоем смешения). Предположим, что частицы попадают в струю только на начальном участке  $X_n$ , которому соответствует максимальное падение давления рабочего газа, площадь подсоса частиц твердой фазы определяется зоной разрежения струи, т. е. представляет собой конус, ограниченный с одной стороны срезом напорного сопла, а с другой – границей переходного участка.

Основанная на предложенной методике расчёта зависимость количества частиц  $n$  известняка, входящих в струю воздуха за 1 секунду от скорости истечения струи из сопла  $U_1$ , представлена на рис.1.



**Рис. 1.** Расчетная зависимость количества частиц  $n$  твёрдого материала входящего в струю воздуха за 1 секунду, от скорости  $U_1$  истечения струи из сопла при внутреннем радиусе сопла в выходном сечении  $R_1=0,005$  м и радиусе частиц  $R_3 = 0,002$  м

Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 19-03-00787).

## РАЗРАБОТКА ТРЕХКОРПУСНОЙ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ

Гладков Д.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
dima.gladkov.98@bk.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Афонин С.Б. (ИГХТУ)

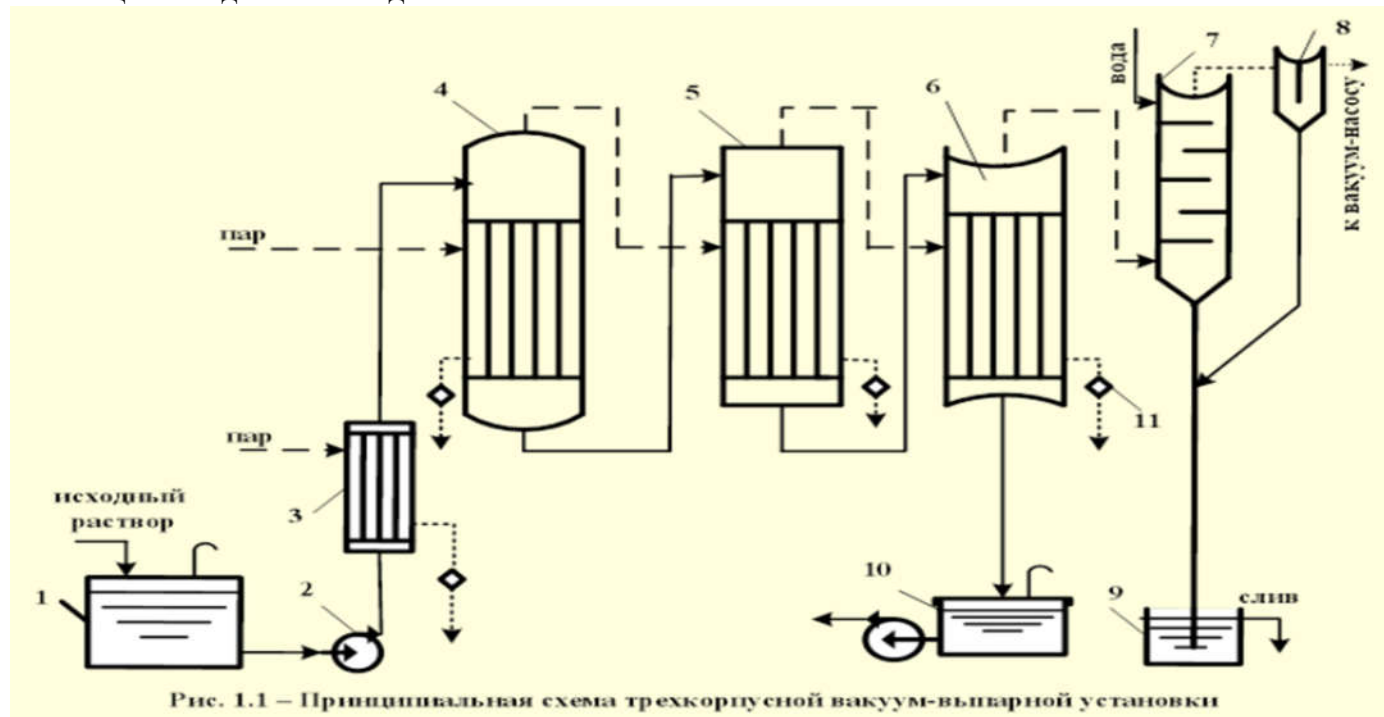
В настоящее время поставлена задача целью которой является определение основных размеров выпарных аппаратов, определение температурного режима, теплового баланса, расчет теплообменника, расчет вспомогательного оборудования. В расчет вспомогательного оборудования входит: подбор насосов, конденсатоотводчиков, расчет штуцеров. По результатам расчета, по нормам подбирают стандартное оборудование.

Принцип работы установки:

Исходный раствор подается из емкости 1 центробежным насосом 2 через теплообменник 3 в первый корпус выпарной установки 4. В теплообменнике 3 исходный раствор нагревается до температуры близкой к температуре кипения раствора в первом корпусе выпарной установки.

Первый корпус установки обогревается свежим (первичным) паром. Вторичный пар, образующийся при кипении раствора в первом корпусе, направляется в качестве греющего пара во второй корпус 5; сюда же поступает частично сконцентрированный раствор из первого корпуса. Аналогично упаренный раствор из второго корпуса подается в третий корпус 6, обогреваемый вторичным паром второго корпуса. Упаренный до конечной концентрации в третьем корпусе готовый продукт поступает из него в емкость 10. По мере прохождения из корпуса в корпус давление и температура пара понижаются, и из последнего (третьего) корпуса пар с низким давлением отводится в барометрический конденсатор смешения 7, в котором при конденсации пара создается вакуум. Раствор и вторичный пар перемещаются из корпуса в корпус самотеком благодаря общему перепаду давления, возникающего в результате избыточного давления в первом корпусе и вакуума в последнем. Воздух и неконденсирующиеся газы, поступающие в установку с охлаждающей водой (в конденсаторе) и через неплотности трубопроводов, отсасываются через ловушку 8 вакуум-насосом.

Смесь охлаждающей воды и конденсата сливается самотеком через барометрическую трубу в бак-гидрозатвор 9. Конденсат греющих паров из выпарных аппаратов и теплообменника выводится с помощью конденсатоотводчиков.



# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ СУСПЕНЗИЙ В СИСТЕМЕ (В-Т) С РАЗРАБОТКОЙ КОНСТРУКЦИИ РОТОРНО-ИМПУЛЬСНОГО АППАРАТА

Горбунов К.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Kostia37.96@mail.ru](mailto:Kostia37.96@mail.ru)

Научный руководитель: к. т. н. доцент Чагин О.В. (ИГХТУ)

Роторно-импульсные аппараты являются многофункциональным оборудованием и предназначены для обработки жидкости за счет импульсного воздействия в таких системах как: «жидкость-жидкость», «жидкость- твердое тело», «жидкость-газ». Роторно-импульсные аппараты реализуют три вида воздействия: гидроакустическое воздействие, гидродинамическое воздействие, механическое воздействие. Получаются устойчивые соединения различных жидкостей, суспензий, эмульсий и др. Роторно-импульсные аппараты имеют широкое распространения, в химических, пищевых и др. отраслях.

В ходе научной работе был спроектирован и смонтирован роторно-импульсный аппарат вертикально-погруженного типа. Состоящий из полого ротора сквозными отверстиями, присоединенного к валу и закрытый корпусом с выполненными сквозными канавками.

Чтобы аппарат выдерживал нагрузку и гидродинамические удары, экспериментальная установка изготовлена из Титана. В ходе проведения работы было установлено, что при определенных оборотах в минуту графит в воде приобретает мелкодисперсную фазу. Также была определена мощность аппарата при различных скоростях оборотах ротора.

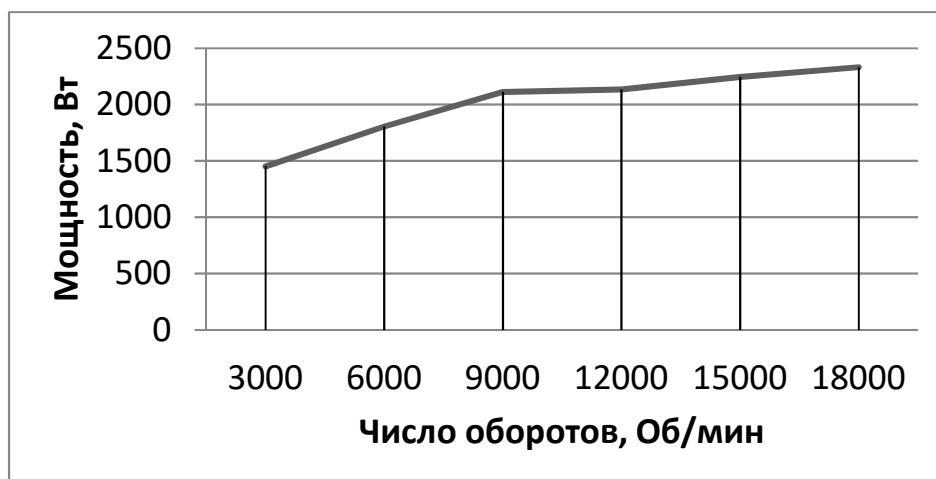


Рис.1. График зависимости мощности от числа оборотов ротора с корпусом

Проведен механический расчет аппарата на виброустойчивость вала и определена критическая скорость вала.

Также предстоит определить расход жидкости при различных скоростях оборотах ротора. Провести испытания по получению высокодисперсных суспензий в различных системах и при различных скоростях. Определить эффективность в создании суспензий и эмульсий при минимальных затратах энергии.

## РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКА КОНДЕНСАТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Гундоров Е.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[gundorov.94@inbox.ru](mailto:gundorov.94@inbox.ru)

Научный руководитель: старший преподаватель Афонин С.Б. (ИГХТУ)

Целью данной работы является:

1. Разработка и проектирование холодильника конденсатора.
2. Описание технологического процесса и схемы получения материала.
3. Модернизация и автоматизация оборудования.
4. Экономическая оценка проектных решений и охрана труда.

В настоящей работе был разработан и спроектирован холодильник конденсатор. Который предназначен для конденсации паров и охлаждения продуктов до температуры, обеспечивающий незначительные потери их от испарения. Применяется конденсатор, состоящий из нескольких цилиндрических трубочек, охлаждение производится технической водой.

Описаны и разобраны все пункты технологического процесса, такие как: подготовка воздуха; подготовка газообразного аммиака; конверсия аммиака и охлаждение нитрозного газа; рекуперация потенциальной энергии очищенных хвостовых газов; монтаж и эксплуатация оборудования; эксплуатационные ограничения; надзор, ремонт, обслуживание и хранение аппарата.

На существующем производстве используются следующие приборы и средства автоматизации:

- *Измерение давления:* датчик давления Метран 150CGR. диапазон измерения: 0,025 кПа ÷ 10 МПа. Регламентное значение давления: на линии подачи нитрозного газа - 0.8 МПа, на линии подачи воды - 0.5 МПа.
- *Контроль температуры:* ведется с помощью датчика температуры Rosemount 248, измеряемая среда вода, диапазон измерения -200°C-300°C. Регламентное значение температуры: на линии подачи нитрозного газа - 200°C, на линии подачи воды - 40 °С.
- *Контроль скорости:* контроль осуществляется с помощью тахометра ВЕХА-Т, он контролирует скорость вращения вала сепаратора, Диапазон измерения скорости вращения: 0,2...99 990 об/мин.
- *Клапаны отсечные:* клапаны КМО-Э служат для изменения и поддержания за счет изменения проходного сечения клапана таких параметров среды, как расход, температура или давление.

Произведен первоначальный расчет стоимости оборудования, инструмента, инвентаря и амортизационных отчислений. Найдены инвестиционные издержки:

Используемая литература:

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков. Ю. И. Дытнерский и др. Под ред. Ю. И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. М.:Химия, 1991 – 496 с.
2. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи. Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и аппараты химических производств»/И. В. Доманский, В. П. Исаков, Г. М. Островский и др.; Под. общ. ред. В. Н. Соколова – Л.: Машиностроение, Ленинград, отд-ние, 1982. – 384 с., ил.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. –728с.,ил.
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия,1973. –754с.



# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОТДЕЛЬНЫХ СТУПЕНЯХ 3-Х СТУПЕНЧАТОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Гущина Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[gush-07@mail.ru](mailto:gush-07@mail.ru)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Блиничев В.Н. (ИГХТУ)

Для дальнейшего совершенствования конструктивного оформления многоступенчатых мельниц ударно-отражательного типа, разработанных ранее на кафедре МАХП ИГХТУ, необходимо определить вклад каждой ступени на процесс измельчения материалов.

Цель исследования: на основании проведенных исследований разработать усовершенствованную конструкцию мельницы, позволяющую снизить удельные затраты энергии на тонну получаемого тонкодисперсного продукта.

В качестве объекта исследования был выбран достаточно трудно измельчаемый и прочный материал – кварцевый песок нескольких фракций: 0,4-0,63мм, 0,63-1мм, 1-1,6. Интенсивность измельчения песка определялась по нахождению вероятности разрушения частиц:

$$P_p = \frac{m_1}{m_2},$$

где  $m_1$  – масса разрушившихся частиц;  $m_2$  – масса частиц данного размера в исходном измельчаемом материале;  $P_p$  – вероятность разрушения, которая в зависимости от размера частиц и числа оборотов ротора изменяется от значений, близких к нулю до 1.

Параллельно с измерением вероятности измельчения частиц песка определялась и распределительная функция – распределение частиц по размерам разрушившейся доли частиц.

Представляет большой интерес показать, на основании ранее проведенных исследований разрушения частиц кварца при однократном ударе, что кварцевый песок является действительно ударопрочным материалом, у которого критическая скорость ударного нагружения очень сильно зависит от линейных размеров измельчаемых частиц. Под критической скоростью ударного нагружения понимается такая скорость удара, при которой разрушается 50% частиц данного размера. Критическая скорость ударного разрушения для кварцевого песка меняется от 87м/с, для среднего диаметра частиц 1,3мм до 112 м/с, для среднего диаметра частиц 0,51 мм.

Предварительно проведенные исследования позволили получить зависимости расходов воздуха от числа оборотов ротора и работающего вентилятора.

Проведенные исследования вероятности разрушения частиц песка на каждой ступени представлены в виде графиков в зависимости  $P_p$  от числа оборотов ротора или линейных скоростей рабочих органов дисков ступеней. Показано, что даже при самом большом числе оборотов ротора 4365 об/мин и наибольшем диаметре 3-й ступени 288 мм, вероятность разрушения частиц песка не равна 1, что свидетельствует о необходимости увеличения диаметров всех трех ступеней для повышения эффективности разрушения таких прочных материалов как песок, так как критические скорости ударного нагружения очень велики.

## РАЗРАБОТКА АБСОРБЕРА УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА

Дельцов Д.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

dima\_delsov.88@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н. Гоголев Ю.Г. (ИГХТУ)

Целью данной работы является создание эффективной абсорбционной установки для очистки конвертированного газа от диоксида углерода. Абсорбцию ведется на контактных устройствах с сопротивлением по газу не более 50 кПа, при этом раствор моноэтаноламина в процессе абсорбции, один раз подвергают промежуточному охлаждению до 30-35 °С. Тонкую регенерацию потока раствора моноэтаноламина осуществляют путем его обработки острым водяным паром. Абсорбер предлагается выполнить с пакетными насадками и содержит в своей средней части, один контур охлаждения, выполненный в виде устройства отбора частично насыщенного раствора абсорбента, циклически связанного с промежуточной емкостью и промежуточным холодильником, а кипятильник регенератора-рекуператора выполнен в виде последовательно расположенных в его нижней части секций, состоящих из теплообменников, размещенных на тарелках, при этом количество секций кипятильника не превышает шести. В двухпоточный схеме выход грубо регенерированного абсорбента выполнен в виде выхода расположенной под кипятильником глухой тарелки, регенератор-рекуператор в своей нижней части над выходом тонко регенерированного абсорбента снабжен вводом подачи водяного пара и расположенными над ним тремя или четырьмя от парными тарелками. В результате достигается уменьшение удельных энергозатрат на очистку и повышается эффективность процесса регенерации.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИКОМПОНЕТНЫХ ЧАСТИЦ В ИМПУЛЬСНЫХ СТРУЯХ И ПСЕВДОЖИЖЕННОМ СЛОЕ

Демин Н.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[dema\\_fm@yandex.ru](mailto:dema_fm@yandex.ru)

Научный руководитель: к.т.н, ст. пр. Козлов А.М. (ИГХТУ)

В настоящее время несмотря на появление конструкций струйных мельниц с истечением струй в свободный объём твердых частиц, не имеется методик, позволяющих рассчитать, как конструкцию, так и скорость движения частиц в струе, знание которых необходимы далее для расчета вероятностей столкновения, разрушения, а также гранулометрического состава материала при однократном столкновении частиц в противоточных струях.

Для исследования вероятности столкновения и разрушения поликомпонентных частиц в импульсных струях и псевдооживленном слое была собрана экспериментальная установка, включающая в себя: вентилятор, аппарат комбинированного действия, циклон, сборник пыли; фильтр, компрессор, вентиль, расходомер воздуха, распределитель и питатель.

На данной установке были проведены исследования вероятности столкновения и разрушения поликомпонентных частиц в импульсных струях и псевдооживленном слое. Исследования показали, что процесс истирания ряда металлов, что как максимальная, так и постоянная скорости истирания возрастают с увеличением скорости воздуха/под скоростью истирания будем понимать отношение приращения пылевидного продукта в процентах по весу к единице времени – минуте.

Возрастание максимальной и постоянной скорости истирания с увеличением скорости псевдооживляющего воздуха можно объяснить тем, что при увеличении скорости воздуха, растет и скорость струй воздуха выходящих из отверстий газораспределительной решетки, увеличивающих кинетическую энергию движения частиц в надрешеточной зоне. Увеличение кинетической энергии движения частиц приводит к возрастанию силы соударений частиц друг о друга и о газораспределительную решетку, что вызывает интенсивное разрушение частиц.

Увеличение размеров частиц твердого материала в слое при постоянной скорости псевдооживляющего воздуха значительно изменяет гидродинамику слоя, что, в свою очередь, приводит к существенному уменьшению значения максимальной скорости истирания.

Таким образом, анализ результатов показал, что для псевдооживленных зернистых материалов, постоянная скорость истирания принимает минимальное значение, что обусловлено малой энергией движения частиц в слое, минимальной энергией струй воздуха, вытекающих из отверстий решетки, незначительным изменением среднего диаметра частиц, а также малой скоростью изменения линейных размеров частиц.

## РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАТРИЙ-КАТИОННОГО ФИЛЬТРА

Ежов И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

urbrak@yandex.ru

Руководитель работы: к. т. н. доцент Чагин О.В. (ИГХТУ)

Метод очистки воды с помощью ионообменных смол стал применяться в промышленности с начала 60-х годов, но наибольшее распространение получил к концу 80-х годов и до сих пор пользуется хорошим спросом.

Суть метода заключается в способности ионообменных материалов (ионитов) поглощать из воды (раствора электролита) положительные или отрицательные ионы в обмен на эквивалентное количество ионов ионита.

По своему составу иониты разделяют на минеральные и органические, которые, в свою очередь, делят на естественного и искусственного происхождения. В данный момент в промышленности широко применяют органические иониты искусственного происхождения.

Технология ионного обмена широко используется на предприятиях. Наибольшее распространение получил процесс умягчения воды, то есть снижения содержания ионов, обуславливающих жесткость воды.

В ходе работы, был спроектирован натрий-катионный фильтр цеха водоочистки для Ивановского ПГУ, г. Комсомольска.

Проект включает в себя:

- Технологическую расчет;
- Механический расчет;
- Сборочные чертежи;
- Технологическую схему;



# ИОНООБМЕННАЯ ОЧИСТКА РАСТВОРОВ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Захаров Д.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

dimazah16@yandex.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Натарева С.В.

С ростом числа промышленных предприятий возрастает спрос на чистую воду, которая используется в различных технологических процессах. С целью предотвращения загрязнения окружающей среды перед предприятиями ставятся задачи по сокращению объемов, сбрасываемых неочищенных сточных вод, значительному увеличению масштабов рециркуляции и безопасному повторному использованию очищенной воды. Наибольшую опасность в промышленных стоках представляют ионы тяжелых металлов, которые при поступлении в производство могут нанести серьезный вред технологии производства, а при попадании в природные водоемы пагубно воздействовать на его флору и фауну.

Одним из наиболее эффективных способов очистки водных растворов и промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов является метод ионного обмена, неоспоримыми преимуществами которого являются высокая степень извлечения примесей до норм ПДК, возможность организации повторного водоснабжения и использование извлеченных ценных веществ обратно в производстве. Перспективными и экономически выгодными в этом направлении считаются сорбенты на основе целлюлозосодержащего сырья, при обработке которого различными методами (модифицированием) добиваются значительного увеличения его сорбционных характеристик.

В работе представлены результаты исследования процессов ионообменной сорбции и десорбции ионов тяжелых металлов на катионите, полученном на основе сосновых опилок и хитозана. В качестве примера на рисунке показаны кинетические кривые ионного обмена  $\text{Cu}^{2+}$ - $\text{Na}^+$  на новом адсорбенте в диапазоне концентрации раствора 0,01 – 0,1 н.

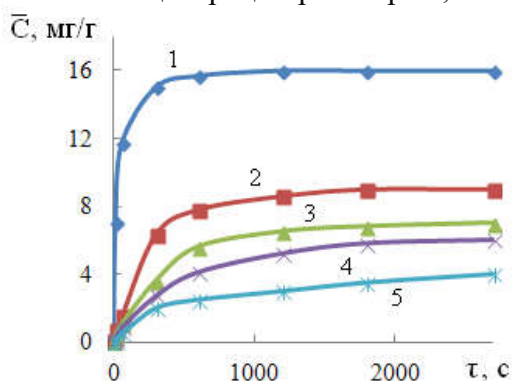


Рисунок. Кинетические кривые ионного обмена  $\text{Cu}^{2+}$  –  $\text{Na}^+$  на целлюлозосодержащем катионите:  $C_0$ , н: 1 - 0,1; 2 - 0,07; 3 - 0,05; 4 - 0,03; 5 - 0,01.

Из приведенных кинетических кривых видно, что на скорость ионного обмена значительное влияние оказывает концентрация исходного раствора. С увеличением концентрации раствора сульфата меди скорость процесса возрастает. Методом графической интерпретации кинетических данных были рассчитаны коэффициенты внутренней диффузии. Установлено, что значения коэффициентов диффузии не являются постоянными величинами, а возрастают по мере отработки катионита. Погрешность эксперимента не превышала 10 %.

Регенерацию сорбентов проводили в статических условиях методом жидкостной десорбции растворами гидрокарбоната натрия и хлорида натрия. Установлено, что лучшая регенерация катионита происходит растворами хлорида натрия. При этом восстановление обменной емкости сорбента достигается не более чем на 80 % от его начальной емкости. Отрегенерированный катионит может быть повторно использован для проведения процесса ионообменной сорбции.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

## ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Калинин А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Punk20761@yandex.ru

Научный руководитель: д.т.н. профессор Натарева С.В.

В настоящее время является актуальной проблема очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов, которые, попадая в водоем, наносят существенный вред его флоре и фауне. К одному из перспективных методов очистки таких промышленных загрязнений относится метод ионного обмена, неоспоримыми преимуществами которого являются эффективное извлечение примесей из воды до норм ПДК и возможность возвращения очищенной воды и извлеченных ценных компонентов для технологических нужд производства. Для очистки отработанных технологических растворов и промышленных сточных вод используются аппараты периодического и непрерывного действия. Например, к аппаратам периодического действия относятся ионитовые фильтры, емкостные аппараты и др. Лучшие показатели работы имеют аппараты непрерывного действия с плотным движущимся и разреженным слоем ионита. Данные аппараты должны работать в стационарном, неизменном во времени режиме. Отклонения в режиме работы непрерывно действующих аппаратов могут возникнуть при изменении концентрации и расхода раствора, подаваемых на очистку, смене ионообменного материала, а также иных технологических параметров. В связи с этим в аппарате наблюдается так называемый переходный процесс, когда происходит смена режима работы аппарата из одного стационарного состояния в другое из-за воздействия внешнего возмущения. Если возмущения будут достаточно большими, то это может привести к аварийной ситуации. К переходному процессу также можно отнести пусковой режим аппарата, когда в аппарат после его остановки подаются исходные вещества. Качество переходного процесса определяется по показателям, которые характеризуют отклонение реального процесса от желаемого. Они показывают насколько точно и как быстро после нанесения единичного воздействия (при нулевых начальных условиях) в системе устанавливается равновесное состояние. На форму и качество переходного процесса влияют свойства химико-технологического объекта, а также тип регулирующего воздействия и степень его воздействия на объект. С усилением воздействия на объект переходный процесс, возникающий в системе, от аperiodического начинает все больше видоизменяться в сторону затухающего колебательного, вплоть до гармонического колебательного процесса. По способности восстанавливать равновесное состояние при конечном изменении входных величин объекты подразделяются на нейтральные, устойчивые и неустойчивые. Графики переходных характеристик приведены на рисунке.

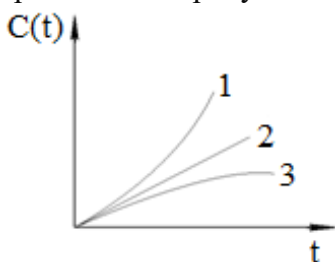


Рис. Переходные характеристики: 1 – неустойчивый объект; 2 – нейтральный; 3 – устойчивый;  $C(t)$  – концентрация, изменяющаяся во времени,  $t$  – время

Если при нарушении равенства притока и расхода вещества через объект скорость изменения технологической величины постепенно увеличивается, то такой объект неустойчив. В нейтральных объектах входные величины влияют на выходные, а последние не влияют на входные величины, т. е. внутренняя обратная связь отсутствует. Устойчивые объекты характеризуются наличием отрицательной обратной связи.

# ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ИОНООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО И НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Калинин В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

wansleben@yandex.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Натарева С.В.

Несомненными преимуществами ионообменных процессов очистки воды от ионов тяжелых металлов являются возможность получать глубоко обессоленную воду и возвращать извлеченные из воды ценные металлы обратно технологический процесс. Эффективность проведения ионного обмена во многом определяется конструктивным оформлением данного процесса. При выборе конструкции аппарата необходимо учитывать целый ряд различных показателей, которые можно разделить на технологические, экономические и экологические. На выбор аппарата существенное влияние оказывают состав и расход обрабатываемой воды, режим её поступления на очистку, качество очищенной воды, физико-химические свойства ионита, капитальные и эксплуатационные затраты и другие факторы. При сопоставлении характеристик аппаратов необходимо, чтобы они работали в ионообменных системах, близких по фазовому составу и концентрациям. С учетом данных рекомендаций для сравнения эффективности работы ионообменного оборудования были выбраны аппараты периодического действия с неподвижным вертикальным, горизонтальным и кольцевым слоем ионита, а также непрерывно действующие аппараты: односекционный ионообменный аппарат с псевдооживленным слоем ионита, аппарат с секционированным псевдооживленным слоем ионита и пульсационная колонна с провальными тарелками типа КРИЗМ. Аппараты работали с растворами хлорида цинка, сульфата меди и сульфата никеля в интервале концентраций исходного раствора от 0,002 до 0,05 н. В качестве сорбционного материала использовали катиониты КУ-2-8 (Россия) и LewatitS-100 (Германия). Из сравнения работы аппаратов сделаны следующие выводы: наилучшие показатели работы имеют тарельчатая и пульсационные колонны непрерывного действия. Степень очистки воды в таких аппаратах достигается до 93 % при использовании обменной емкости ионита на 84 %. При этом удельная производительность этих аппаратов является достаточно высокой и составляет, например, для пульсационной колонны  $39,6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Несколько худшие показатели работы по сравнению с тарельчатой колонной имеет односекционный аппарат с псевдооживленным слоем ионита, поскольку высокая степень очистки раствора, равная 88 %, достигается при использовании обменной емкости катионита только на 64 %. Весьма эффективен аппарат с вертикальным неподвижным слоем ионита, поскольку при проведении процесса очистки воды до проскока сорбируемых ионов меди в фильтрате обменная емкость ионита используется на 65 %. Примерно одинаковые характеристики имеют горизонтальный и кольцевой адсорберы. При относительно высокой степени очистки воды, равной 96 %, обменная емкость ионита используется в данных аппаратах не более чем на 52 %.

Перспективы развития ионообменной технологии, несомненно, определяются необходимостью получения новых ионитов с высокими механическими, сорбционными и кинетическими свойствами, создания высокопроизводительного оборудования, а также совершенствования режимов работы существующих аппаратов. Для повышения эффективности работы горизонтального и кольцевого адсорберов целесообразно применить известные рекомендации для вертикального ионитового фильтра: 1) проводить очистку воды по схеме с двумя последовательно соединенными аппаратами, при которой в первом по ходу движения раствора аппарате максимально используется обменная емкость ионита, а во втором аппарате ионообменный процесс проводят до требуемой степени очистки воды; 2) осуществлять противоточную регенерацию неподвижного слоя ионита, по которому регенерационный раствор подается противотоком к направлению движения очищаемой воды; 3) повторно использовать регенерационный раствор, отобранный на последних стадиях восстановления обменной емкости ионита; 4) восстанавливать обменную емкость катионита не более чем на 75–80 % и др.

## ПЛАСТИНЧАТЫЙ ПАСТЕРИЗАТОР И ИСПАРИТЕЛЬ

Калугин Е.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Kaluga9700@mail.ru

Научный руководитель Повтарев И.А.

Пастеризатор представляет собой полуавтоматический модуль термической обработки пищевых продуктов. Пастеризатор позволяет сохранить качество продукта и полезные элементы, входящие в его состав, а также предотвращает порчу продуктового сырья и увеличивает его срок хранения. Это достигается путем термообработки посредством высоких температур, во время которой болезнетворная микрофлора погибает и продукт консервируется.

Главной задачей компании пищевой отрасли является выпуск качественной продукции, которая соответствует всем микробиологическим, физико-химическим показателям действующей нормативно-технической документации.

Пастеризация пива - это наиболее распространенный способ увеличения его биологической стойкости, более полного освобождения его от дрожжей и других микроорганизмов. Пиво пастеризуют как в бутылках, так и в непрерывном потоке. Под влиянием высокой температуры большая часть микроорганизмов погибает, а термоустойчивые бактерии настолько ослабевают, что становятся почти неспособными к размножению.

Для пастеризации пива применяют туннельные и пластинчатые пастеризаторы.

В испарителе происходит процесс перехода хладагента из жидкого фазового состояния в газообразное с одним и тем же давлением, давление внутри испарителя везде одинаковое. В процессе перехода вещества из жидкого в газообразное (его выкипание) в испарителе – испаритель поглощает тепло в отличие от конденсатора, который выделяет тепло в окружающую среду. т.о. посредством двух теплообменников происходит процесс теплообмена между двумя веществами: охлаждаемым веществом, которое находится вокруг испарителя и наружным воздухом, который находится вокруг конденсатора



# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ СМЕСИ СПИРТ-ВОДА В КОЛОННОМ АППАРАТЕ С РАЗЛИЧНЫМИ КОНТАКТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Колков Ф. В., Титов И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[fedya2603@mail.ru](mailto:fedya2603@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Чагин О. В. (ИГХТУ)

Процессы для разделения смесей имеют ключевое значение в современной промышленности. При этом наблюдается ярко выраженная тенденция получения все более чистых веществ. Среди процессов разделения жидких смесей доминирующую роль играет ректификация, и ее количественная доля в этих процессах составляет порядка 90%.

Цель работы состояла в изучении влияния конструктивного оформления массообменных устройств при различных режимах работы колонны на эффективность процесса ректификации.

Достижение данной цели осуществлялось путем решения следующих задач:

- исследование процесса периодической ректификации бинарной смеси на экспериментальной установке при использовании различных типов массообменных устройств;
- экспериментальное определение к.п.д. условной тарелки ректификационной колонны.

Важнейшая технологическая задача при реализации процесса ректификации – воздействие на их протекание с целью получения продуктов необходимой чистоты.

Установка работала в режиме «бесконечной флегмы». Начальная концентрация спирта в исходной смеси варьировалась от 10% до 40%. Постоянство профиля температур по высоте колонны во времени свидетельствует о постоянстве профиля концентраций по высоте колонны. Последнее означает, что колонна вышла на режим полного орошения. Для этого режима характерно равенство молярных расходов паровой и жидкой фаз. Данный режим используется в промышленных колоннах для пуска колонн и обследования работы колонны.

Обработка полученных данных позволила установить значения высоты единиц переноса для использованных в работе типов контактных устройств.

Полученные данные экспериментальных исследований показывают, что при использовании насадки рулонированного типа колонна выводится в режим равновесия при значительно меньших расходах подаваемой флегмы, а при использовании пакетной вихревой насадки – при наибольших. Таким образом сделан вывод о том, что насадка рулонированного типа обладает более высокими массообменными характеристиками, а пакетная вихревая насадка – самыми низкими из исследованных нами контактных устройств.

Новые упорядоченные и неупорядоченные насадки продолжают изучаться, но сложность в определении высоты эквивалентной теоретической тарелки по-прежнему остается проблемой, потому что очень сложно найти зависимость, которая бы покрывала сразу все системы со столь различными физическими свойствами и номинальными размерами насадок.

В дальнейшем планируются выполнять работы как в периодическом режиме, так и в режиме «бесконечной флегмы».

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА

Колпаков Д.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[fateegm@gmail.com](mailto:fateegm@gmail.com)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Натарева С.В.

Одним из важнейших направлений в хлебопекарной промышленности является увеличение мощности предприятий путем реконструкции старых заводов и оснащения их новой современной техникой. Интенсивные методы хозяйствования неразрывно связаны с эффективным использованием производственных ресурсов и внедрением ресурсосберегающих технологий. В настоящее время перед данной отраслью стоят множество задач, центральной из которых является совершенствование режимов работы существующего оборудования. Для повышения эффективности производства и роста производительности труда также целесообразно снижение технологических потерь сырья, нормирование потребления материалов, тепловой и электрической энергии.

В хлебопекарном производстве применяют два вида поточных линий, отличающихся по степени механизации. Выработка хлебобулочных изделий в ассортименте осуществляется на механизированных линиях, позволяющих в пределах ассортиментных групп переходить с производства одного вида продукции на производство другого. Основными процессами хлебопекарного производства являются замес и брожение рецептурной смеси-теста. При замесе перемешиваются компоненты, смесь подвергается механической обработке и насыщению пузырьками воздуха. При этом происходит гидролитическое воздействие влаги на сухие компоненты смеси и формируется губчатый каркас теста.

В работе предложены мероприятия по улучшению характеристик работы тестомесильной машины И8-ХТА-12/1. Основными конструктивными элементами машины являются дозатор муки, корытообразная емкость и размещенный в ней вдоль оси центральный вал с лопатками. С целью интенсификации замеса теста и повышения производительности машины предлагается в корытообразной емкости параллельно центральному валу и на равных расстояниях от его оси разместить с возможностью планетарного движения вокруг последней дополнительные три вала, на которые для интенсификации перемешивания установить лопатки. Это позволит интенсифицировать процессы смешивания компонентов, набухания клейковины и обминки теста за счет создания в массе турбулентных потоков.

Высокая производительность линий по производству хлеба достигается путем автоматизации всех технологических операций, начиная от загрузки сырья и заканчивая контролем качества и упаковки готовой продукции.

Автоматизация производства является следующим этапом совершенствования процесса производства хлеба. Автоматическое оборудование не только заменяет физический труд человека, но и во многих случаях контролирует как работу отдельных участков производства, так и производственный процесс в целом. Автоматизация предусматривает осуществление всех технологических операций с помощью системы взаимосвязанных машин и механизмов без непосредственного участия человека.

Значительные затраты тепловой энергии расходуются на стадии выпечки хлеба. Хлебопекарные печи по конструкции пекарной камеры могут быть тупиковыми и туннельными. Тупиковые печи труднее установить в автоматические поточные линии в связи с тем, что загрузка тестовых заготовок и выгрузка готовой продукции происходит через одно посадочно-выгрузочное отверстие. Особенно эффективно применение средств автоматизации для проведения непрерывных технологических процессов. Более перспективными являются туннельные конвейерные печи, которые особенно легко автоматизировать и устанавливать в поточные линии. Поэтому предлагается заменить существующие на предприятии тупиковые печи конвейерными. Реконструкция производства может быть осуществлена на имеющихся площадях предприятия.

## МЕТОДЫ СУХОГО ОБОГАЩЕНИЯ АПАТИТОВЫХ РУД

Комаров Д. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[danik1600@gmail.com](mailto:danik1600@gmail.com)

Научный руководитель: к.т.н., ст. пр. Козлов А. М. (ИГХТУ)

Фосфорная кислота является одним из ключевых компонентов комбинированных удобрений, без которых затрудняется процесс выращивания различных растений. Фосфоритовая руда – это основное сырье, используемое в производстве фосфорной кислоты, его отличает разнообразие состава. В некоторых случаях содержащееся в руде фосфатное вещество близко к фторапатиту  $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2]$ .

В современном мире существуют и реализуются разнообразные технологии обогащения природных руд (включающие апатит). Всего в мире выделяется три основных способа обогащения апатитовых руд: «мокрый», «сухой» и комбинированный. Наибольшее распространение получил «мокрый» способ. Чаще всего в промышленности «мокрое» обогащение реализуется методами флотации и гравитации, которые имеют некоторые недостатки, такие как: неэкологичность процесса (так как происходит загрязнение отходами обогащения близлежащих водоемов); высокие материальные затраты на организацию и работу (так как требуется возведение сложных гидротехнических сооружений; высокие затраты на электроэнергию и пр.).

Современные обогатительные технологии должны отвечать следующим требованиям: технологический процесс должен быть легко реализуем; оперативная окупаемость инвестиций; применение новых методов обогащения не должно оказывать негативное влияние на экологическую обстановку в регионе. По этой причине особый интерес для изучения вызывают «полусухие» и «сухие» подходы к обогащению, которые в мире применяются весьма редко, хотя обладают рядом преимуществ. В современной практике «сухой» переработки минерального сырья нашли применение радиометрические методы обогащения, термическое обогащение и электрическая сепарация.

«Полусухие» и «сухие» подходы к обогащению представляют большой интерес в связи с небольшими удельными энергозатратами, в сравнении с «мокрыми» способами обогащения. Представленные методы «сухого» обогащения в реальном применении не позволяют получить обогащенную руду с высоким содержанием концентрата  $\text{P}_2\text{O}_5$  (свыше 38-40%). По этой причине необходимо вести работу над разработкой новых экономичных технологий «сухого» обогащения, которые позволят получить обогащенную руду с заданной промышленной степенью обогащения в тех районах, в которых невозможно осуществить «мокрое» обогащение, виду большой опасности загрязнения источников чистой воды поверхностно активными веществами.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ В КОЛОННОМ АППАРАТЕ

Копытов Н.А., Панова А.П.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[180319989@mail.ru](mailto:180319989@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н. доцент Чагин О.В.

Актуальность данной работы заключается в решении экологической проблемы загрязнения атмосферы отходными газами, содержащими оксида азота, а также осуществлении возможности полного использования поглощённых оксидов азота для получения различных продуктов.

В связи с этим создание аппаратов, способных максимально исключить выбросы вредных веществ в окружающую среду, а в частности оксидов азота и перерабатывать эти выбросы в полезный продукт является важной задачей.

Цель работы: установление и обобщение закономерностей по каталитическому окислению малоцентрированных нитрозных газов и сорбции оксидов трибутилфосфатом (ТБФ) с целью их утилизации и дальнейшей переработки в полезный продукт.

Первым этапом нашей работы являлась разработка и сборка лабораторной установки, состоящая из: двух абсорбционных колонн (с колпачковыми тарелками и с тарелками, имеющими спиралеобразную рабочую поверхность), теплообменников, насосов, вентилятора, кубов для жидкой фазы.

В дальнейшем нам предстоит осуществить регенерацию раствора ТБФ и изучить влияние различных технологических параметров (температура, давление, производительность по жидкой и газовой фазе) на протекание процесса.

Основным объектом исследования являлись оксид азота, получаемый взаимодействием концентрированного раствора нитрата натрия и раствора сульфата железа в серной кислоте, и диоксид азота, получаемый из насыщенного раствора нитрита натрия и концентрированной серной кислоты.

В качестве сорбента был выбран раствор трибутилфосфата (ТБФ). При протекании рабочего цикла осуществляется регенерация раствора ТБФ. В установку входят две колонны: с колпачковыми тарелками и с тарелками со спиралеобразной рабочей поверхностью. Первая необходима для осуществления процесса абсорбции нитрозных газов раствором ТБФ, а вторая для десорбции этих же газов. Для осуществления процесса десорбции необходим нагрев раствора, который осуществляется подводом в трубное пространство теплообменника нагретого терминола.

# МОДЕРНИЗАЦИЯ ИОНИТНОГО ФИЛЬТРА В ХИМИЧЕСКОМ ЦЕХЕ КОСТРОМСКОЙ «ГРЭС»

Кочетов И.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Penok44@mail.ru

Научный руководитель: к. т. н., доцент Гоголев Ю.Г. (ИГХТУ)

Целью данной работы является повышение эффективности взрыхления и качества удаления загрязнений из фильтра при надежной защищенности от выноса зерен ионита за счет рациональной организации потоков промывной воды.

Поставленная цель достигается следующей последовательностью операций: дренирование фильтра; взрыхление водо-воздушной смесью; душирование зеркала воды через верхнее распределительное устройство; продолжение подачи воды через верхнее распределительное устройство с отводом через верхний дренаж для ее обмена в надзагрузочном пространстве.

Эти действия позволяют реализовать следующий механизм взрыхления. Оттертые от зерен и диспергированные при взрыхлении загрязнения вместе со слоем пены выносятся на поверхность. Так как пена вобрала в себя и некоторое количество зеренионита, она обрабатывается струями воды, выходящими с большой скоростью из сопел верхнего распределительного устройства.

С началом душирования подача через загрузку восходящих потоков прекращается. В результате такой обработки зерна оседают на поверхность загрузки, а взвесь продолжает удерживаться в воде, заполняющей объем надзагрузочного пространства. После подъема воды до уровня распределительного устройства сепарирующее действие струй прекращается, однако подача воды продолжается до полного удаления (через верхнее отводящее устройство) вымытых загрязнений за счет полного обмена воды в надзагрузочном пространстве.

Таким образом, загрязнения сначала транспортируются на поверхность взрыхляющей водовоздушной смесью, а непосредственное удаление их из фильтра осуществляется потоками, создаваемыми в надзагрузочном пространстве, при неподвижном ионообменном материале. Плавное скольжение нисходящих струй по поверхности загрузки исключает вынос зерен ионита.

К достоинствам данного технического решения следует отнести: хорошую очистку зерен загрузки; существенное уменьшение расхода промывочной воды; выравнивание гидравлического сопротивления по площади фильтра; отсутствие выноса загрузки.

К очевидным недостаткам некоторую усложненность манипуляций с запорной арматурой. Однако при автоматизации процесса регенерации такая усложненность становится несущественной.

## РАЗРАБОТКА ИОНИТНОГО ФИЛЬТРА В ХИМИЧЕСКОМ ЦЕХЕ КОСТРОМСКОЙ «ГРЭС»

Кудрявцев И. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[bart-bart@list.ru](mailto:bart-bart@list.ru)

Научный руководитель: к. т. н., старший преподаватель Козлов А. М. (ИГХТУ)

Костромская ГРЭС построена по постановлению Совета Министров СССР от 31 января 1963 года.

Электростанция размещается в Костромской области, г. Волгореченск. Выбор места строительства Костромской ГРЭС – в центре европейской части России, на правом берегу реки Волга, в 60-е годы определился тремя особенностями: дефицитом электрической мощности в ближайших экономических регионах, наличием удобных подъездных путей и наличием необходимых водных ресурсов.

Жидкость, используемая на КГРЭС, подлежит обязательному очищению как перед ее применением, так и после него. Прохождение через очистительные сооружения позволяет защитить трубы и котлы от возникновения коррозий, образования накипи, а также обеззаразить стоки для дальнейшего их возврата в окружающую среду.

Химическая очистка воды как правило осуществляется в несколько ступеней и включает предварительное ее осветление в осветлителях с применением коагулянта и флокулянта, пропускание через механические катионитовые и анионитовые фильтры. Материал загрузки механических фильтров - кварцевый песок, антрацит; ионитных фильтров -сульфоуголь (СК-01, СК-2), катиониты КУ-2 и КУ-2-8 в Na-форме, анионит АВ-17-8 и др.

В данной работе разрабатывается ионитный фильтр в отделении химического цеха «КГРЭС». Задачей фильтра является умягчение исходной воды до необходимых технологических норм. Цикл работы фильтра состоит из следующих операций: умягчение, взрыхление, регенерация, отмывка. Взрыхление предназначено для устранения уплотнения катионита, препятствующего свободному доступу регенерационного раствора к зернам. Регенерация катионита предназначена для обогащения его ионами  $H^+$ . Отмывка ионообменного материала предназначена для очистки его от регенерационного раствора и продуктов регенерации.

Умягчение воды происходит при поступлении ее в фильтр под давлением 0,6 МПа и прохождении через слой катионита. Корпус фильтра цилиндрический, сварной, из листовой стали с фланцевым разъемом. Фланцевый разъем корпуса фильтра дает возможность осуществлять монтаж и ремонт всех устройств, находящихся внутри корпуса фильтра, а также наносить противокоррозионное покрытие. Нижнее распределительное устройство выполнено в виде труб с щелевыми колпачками. Штуцера на отводах направлены к днищу и за счет разной длины "копируют" форму днища. Корпус и трубопроводы фронта фильтра изготавливаются из углеродистой стали; внутренние поверхности, соприкасающиеся с агрессивной средой, обрабатываются коррозионностойким покрытием. Верхнее распределительное устройство выполняется из полиэтилена; нижнее распределительное устройство - из коррозионностойкой стали; щелевые колпачки - из полимерных материалов.

# СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАСАДКИ ТИПА КОЛЕЦ РАШИГА С ДРУГИМИ НАСАДКАМИ ПУТЕМ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Кузнецов А.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[artem8485@gmail.ru](mailto:artem8485@gmail.ru)

Руководитель: к.т.н., доцент Чагин О.В.

В химической промышленности применяются разнообразные массообменные и теплообменные процессы и аппараты. При этом эффективность осуществления таких процессов определяется в основном совершенством используемого контактного устройства. Кроме того, от конструкции контактного устройства в значительной степени зависят материальные и энергетические затраты.

Насадочные контактные устройства широко используются также для охлаждения воды и жидкостей воздухом или газами (если допускается их насыщение парами охлаждающей жидкости) при непосредственном контакте фаз. Охлаждение воды воздухом, сопровождающееся переносом воды из жидкой фазы в газовую, по технологическому назначению относится к теплообменным процессам.

Теплообмен при непосредственном контакте протекает гораздо эффективнее, чем в случае использования теплообменной аппаратуры, где противоточно движущиеся потоки разделены теплообменной поверхностью (стенкой). Весьма существенно, что значительное количество тепла отбирается за счет испарения части жидкости в газовую фазу. Все это в совокупности обеспечивает высокую эффективность охлаждения. Однако, это допустимо лишь в том случае, если технология позволяет насыщать газ парами жидкости.

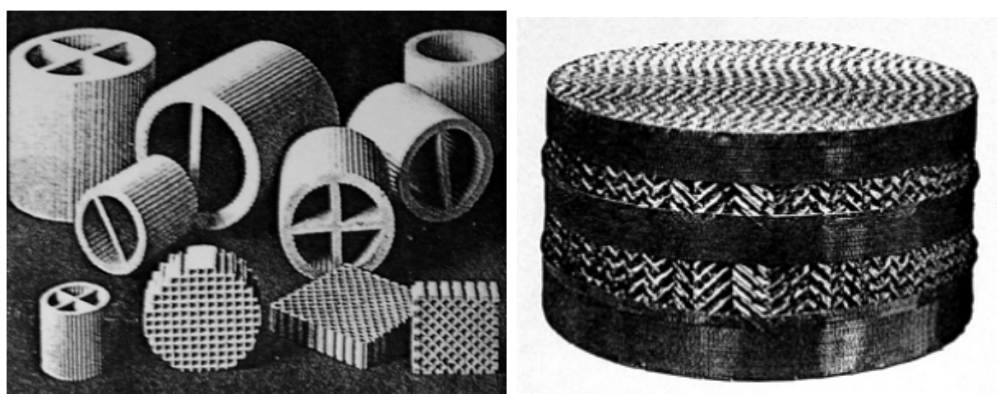


Рис. 1 Насадочные контактные устройства кольца Рашига (слева) и ПВН.22 (справа).

Для изучения процесса испарительного охлаждения жидкости воздухом была собрана установка колонного типа с насадочным слоем. Так же в экспериментальную установку входит емкость для жидкости, электрический нагреватель жидкости, жидкостный насос, распределитель жидкости, нагнетатель воздуха, каплеотбойник, КИПиА. Колонна выполнена из прозрачного стекла для визуального контроля процесса, а водяной контур является замкнутым.

В настоящей работе изучена эффективность использования контактных устройств в колонном аппарате при испарительном охлаждении воздухом, и произведен сравнительный анализ насадки типа кольца Рашига с насадкой ПВН22 (пакетно-вихревая насадка) при пленочном и капельном течении жидкости. Так же была исследована гидродинамическое сопротивление потока с использованием выше перечисленных типах насадок и изменение температуры по высоте колонны.

Результаты работы свидетельствуют о перспективности применения насадочных контактных устройств и колонных аппаратов в целом при испарительном охлаждении. Определены диапазоны устойчивой работы выбранных насадок с пленочным и капельным течением жидкости.

# ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЕМКОСТНОМ АППАРАТЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Лапшин Н.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
nikolaj.lapshin.93@bk.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Натареев С.В.

Ионный обмен – это обратимая химическая реакция, при которой происходит обмен ионами между твердым веществом (ионитом) и раствором, содержащим в себе ионы. Для приведения данного процесса применяются аппараты периодического и непрерывного действия. Согласно литературным данным лучшие показатели работы имеют аппараты непрерывного действия, которые должны работать в стационарном режиме во времени. Однако при пуске данных аппаратов, изменении объемных расходов раствора и ионита в аппарат, а также другим причинам могут происходить переходные процессы. Переходный процесс ионного обмена можно описать как реакцию химико-технологической системы на приложенное к ней внешнее возмущение с момента приложения этого воздействия до некоторого стационарного состояния.

Работа посвящена математическому моделированию переходного процесса ионного обмена в емкостном аппарате непрерывного действия (рис.).

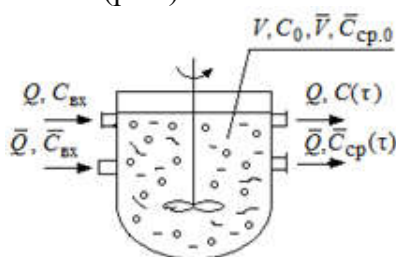


Рис. Схема работы емкостного аппарата непрерывного действия.

Изучение процесса ионного обмена состояло в следующем. Перед запуском в аппарат заливали определенный объем раствора  $V$  с начальной концентрацией  $C_0$  и включали мешалку. Затем в аппарат помещали катионит объемом  $\bar{V}$  с начальной концентрацией сорбируемого иона  $\bar{C}_{cp,0}$  и подавали с помощью штуцеров исходный раствор с объемным расходом  $Q$  концентрацией  $C_{вх}$  и отрегенированный ионит с объемным расходом  $\bar{Q}$  и концентрацией сорбируемого вещества  $\bar{C}_{вх}$ . Далее через определенные промежутки времени отбирали на выходе из аппарата раствор и ионит, в которых определяли концентрацию сорбируемого вещества. На основании полученных данных строили выходные кривые ионного обмена по жидкой и твердой фазам, а также находили время выхода аппарата на стационарный режим.

Математическое описание процесса ионного обмена строилось на следующих допущениях. Предполагается, что в начальный момент времени в реакционном объеме аппарата находятся раствор и ионит с заданными объемами и начальными концентрациями сорбируемого вещества. Частицы ионита обладают идеальной сферической формой. Они одинаковы по массе и размеру. Равновесие процесса описывается линейным уравнением изотермы адсорбции Генри. Скорость обмена ионов между фазами лимитируется внешней и внутренней диффузией. Структура потока дисперсной системы ионит-раствор описывается моделью идеального смешения.

Отличительной особенностью разработанной математической модели является учет изменения концентрации раствора внутри аппарата вследствие обмена ионами между фазами, поступления в аппарат раствора и ионита, а также отвода последних из данного аппарата. При решении задачи для определения неизвестной концентрации раствора  $C(\tau)$  используется характеристическое уравнение емкостного аппарата непрерывного действия:

$$V \frac{dC}{d\tau} + \bar{V} \frac{d\bar{C}}{d\tau} = Q[C_{вх} - C(\tau)] + \bar{Q}[\bar{C}_{вх} - \bar{C}_{cp}(\tau)].$$

В результате расчета получены зависимости для определения поля концентраций в частице в любой момент времени.



# ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭМУЛЬСИЙ И ИХ ДИСПЕРСИОННЫЙ СОСТАВ

Ларина А.И., Цымбалов А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Nastyushka300495@yandex.ru](mailto:Nastyushka300495@yandex.ru)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Блиничев В. Н. (ИГХТУ)

Эмульсии - это дисперсные системы, при которых одна жидкая фаза (диспергированная фаза, внутренняя фаза) распределена в другой жидкой фазе (когерентная фаза, внешняя фаза). Средний диаметр частиц в эмульсиях обычно составляет от 0,1 до 100 мкм. Эмульсии образованы двумя любыми несмешивающимися жидкостями; в большинстве случаев одной из фаз эмульсий является вода, а другой - вещество, состоящее из слабополярных молекул.

Устойчивость эмульсий – это способность их не разрушаться и не разделяться на дисперсную фазу и дисперсионную среду в течение определенного промежутка времени. Стабильность эмульсии зависит от многих факторов, например, поверхностного натяжения, вязкости дисперсионной среды, температуры, дисперсности частиц и т.д. Из литературных источников известно, что одним из основных факторов, влияющих на устойчивость, является дисперсность. При уменьшении размеров частиц действие гравитационных сил убывает, и начинают превалировать силы, удерживающие их в стабильно взвешенном состоянии.

Методы повышения устойчивости эмульсии:

1) Создание потенциального энергетического барьера для частиц в эмульсиях. Полу период жизни стандартной эмульсионной капли радиусом 1 мкм не превышает 1 с. Если на поверхности создать потенциальный энергетический барьер, время жизни может увеличиться до нескольких дней и даже лет.

2) Введение в эмульсии эмульгаторов (поверхностно – активных веществ), для повышения стабильности межфазной поверхности капли и снижения риска коалесценции. Поверхностно-активные вещества – это дифильные молекулы, содержащие в своем углеводородном радикале не менее 8- 10 атомов углерода. Соотношение между гидрофильными свойствами полярной группы и липофильными («липос» - жир) свойствами неполярной группы (углеводородного радикала) определяется гидрофильно-липофильным балансом – числом ГЛБ.

3) Использование стерической стабилизации. Стерическая стабилизация достигается с помощью неионных поверхностно-активных веществ с длинными полиоксиэтиленовыми цепями (полярными группами). Неионные полимеры также часто используются для обеспечения стерической стабилизации. Для обеспечения эффективной стерической стабилизации необходимо выполнять следующее требование: дисперсионная среда должна быть хорошим растворителем для полимерных цепей, которые распространяются от поверхности в окружающую среду. Стерическая стабилизация обусловлена отталкиванием, возникающим вследствие понижения энтропии, когда полимерные цепи от двух капель начинают перепутываться.

4) Положительное расклинивающее давление. При сближении частиц между ними образуется тонкий слой жидкости. Особенности этого слоя оказывают решающее влияние на устойчивость дисперсных систем. В тонких слоях жидкости, толщина которых не превышает 100 нм, возникает расклинивающее давление. Оно вызвано особым состоянием тонких слоев на границе раздела фаз.

5) Путем механического диспергирования. При диспергировании жидкостей применяют различные гомогенизаторы – аппараты для получения однородных эмульсий.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРАБАНА ОБСЫПКИ КАРАМЕЛИ И ПОМАДОСБИВАЛЬНОЙ МАШИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРАМЕЛИ

Левчук Д.Н., Норин В.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[lievchuk97@mail.ru](mailto:lievchuk97@mail.ru)

Научный руководитель: старший преподаватель Гущина Т.В. (ИГХТУ)

Обсыпной барабан устанавливается после охлаждающего конвейера, на которой охлаждается сформированная карамель. Барабан обсыпки карамели (барабан для глянцевого карамели) осуществляет процесс обсыпки в две стадии: непрерывная загрузка карамели в первую секцию и поливка ее сахарным сиропом из дозатора; обработка сахаром песком в третьей секции и выгрузка. При вращении барабана в него вливают чисто сахарный сироп, который равномерно обволакивает поверхность карамели, делая ее липкой. Затем всыпают сахарный песок, который плотно покрывает карамель, прилипая к ее поверхности. Сахар, применяемый для обсыпки карамели, предварительно просеивают на виброситах с магнитами. Для получения более равномерной обсыпки сахара берут с избытком 4%. Отсевание излишка сахара производят механически при прохождении карамели через вибрирующий транспортер. В транспортеры последовательно вставляют ряд сит с отверстиями различного размера, поэтому сахар и карамельная крошка отсеиваются отдельно. Отсеянный сахар частично используют для обсыпки следующих партий карамели. Для того чтобы ускорить процесс обсыпки барабан ставят под большим углом [1].

Помадосбивальная машина – это высококачественный агрегат производственного назначения. Устройство широко используется в разнообразных отраслях промышленности, в том числе – в кондитерской отрасли и хлебопекарской для создания сладких кексов.

Специализированный вид промышленного оборудования данного вида предназначен для получения особенной помадки, которая образуется в результате кристаллизации сахара. Для создания лакомства используется жидкая и твердая фаза ингредиентов. Основопологающими компонентами создания кондитерской помадки могут быть такие продукты как вода, сахар, молоко и даже патока [2].

Важно, что для использования современного аппарата нужно правильно определить пропорции и консистенцию различных ингредиентов. Таким образом, осуществлять действия при помощи станка могут лишь профессиональные и компетентные специалисты, которые знакомы с особенностями создания десертов из сахара и водно-паточного сиропа.

Приготовление помадки при помощи помадосбивальной машины, происходит следующим образом. Концентрированный сироп стекает непосредственно в воронку, расположенную в варочной колонке паротделителя. Далее сироп не проходит несколько этапов охлаждения, а сразу же попадает в корпус, состоящий из 4 секций. Каждая из существующих секций оснащена индивидуальной медной трубой различного диаметра. Именно при помощи таких труб происходит равномерное охлаждение сиропа. Жидкость, которая циркулирует по трубам, поступает непосредственно в штуцер, а затем – сливную трубу [3].

1. <https://xreferat.com/70/565-5-tovarovedenie.html>.
2. <https://studwood.ru/1864453/tovarovedenie/tehnicheska>.
3. <http://tehnoprom58.ru/bu/pomadosbivalnaja-mashina-sha>.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА

Малинин К.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[kostamalinin26@gmail.com](mailto:kostamalinin26@gmail.com)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Гоголев Ю.Г. (ИГХТУ)

Во всех развитых странах азотная промышленность является в настоящее время одной из основных ведущих отраслей. Бурное развитие азотной промышленности объясняется, в первую очередь, необходимостью обеспечить населения продуктами земледелия. Без минеральных удобрений, а главное азотных, невозможно решить задачи интенсификации сельского хозяйства. В настоящее время основным промежуточным продуктом для получения огромного числа различных азотсодержащих соединений является аммиак, а синтез его из водорода и азота - единственным крупномасштабным методом производства этого важнейшего продукта.

В настоящей работе предлагаем использовать котёл-утилизатор, содержащий патрубок подвода дымовых газов, патрубок отвода дымовых газов, реактор, снабженный циклонной камерой сгорания, включающей горелочное устройство, в которую тангенциально подведен патрубок подвода дымовых газов, систему утилизации тепла, включающую теплообменные поверхности и соединенную с реактором и патрубком отвода дымовых газов.

Данный котёл-утилизатор примечателен тем, что у него высокая степень очистки дымовых газов от примесей, а также повышенная надежность работы и эффективность утилизации тепла дымовых газов, отходящих от агрегатов, таких, как реактор вторичного риформинга в производстве аммиака.

В качестве вывода к проведённой работе можно отметить высокую эффективность данного усовершенствования котла-утилизатора, связанную с повышением к.п.д. (88,0 %), надежностью работы котла-утилизатора (период времени между очисткой теплообменных поверхностей теплообменников), составляющей 1190 ч, температурой в реакторе котла-утилизатора 1095 град., а также концентрацией смолистых и углеродистых частиц (до котла-утилизатора 82 мг/м<sup>3</sup>, после котла-утилизатора 14,5 мг/м<sup>3</sup>).

# РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЗЛА СМЕШЕНИЯ

Малышев Ю.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [hcc@isuct.ru](mailto:hcc@isuct.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Грименицкий П. Н. (ИГХТУ)

В данной работе представлена разработка фрагмента автоматизированной системы узла смешения.

Основными параметрами, подлежащими контролю и управлению, являются: расход концентрата на входе в аппарат, расход разбавителя на входе в аппарат, концентрация жидкости на выходе из аппарата, уровень жидкости в аппарате.

Работа была выполнена с использованием современной объектно-ориентированной SCADA-и Softlogic – системы MasterSCADA, разработанная компанией InSAT.

Осуществлен выбор комплекса технических средств с применением программно-логического контроллера ТКМ410. Разработана спецификация на приборы и средства автоматизации, в соответствии с заданными значениями.

В работе была создана структура АСУТП, также было построено дерево объектов, дерево системы, в котором были настроены OPC сервера на связь с объектом (клапаном), созданы мнемосхемы, на которых были размещены: тренды, стрелочные приборы, задвижки на входе в смеситель. Была проведена динамизация уровня жидкости в смесителе. Уровень был настроен с помощью ПИД регулятора, для которого были рассчитаны настроечные параметры. Реализована система алармов. Также было составлено руководство для пользователя. В проекте описаны алгоритмы динамизации мнемосхемы, разработка трендов.

Целью реализации данного фрагмента автоматизированной системы узла смешения является упрощение процесса управления технологическим объектом, а также это необходимо в отображении различных параметров процесса и данных о нем пользователю.

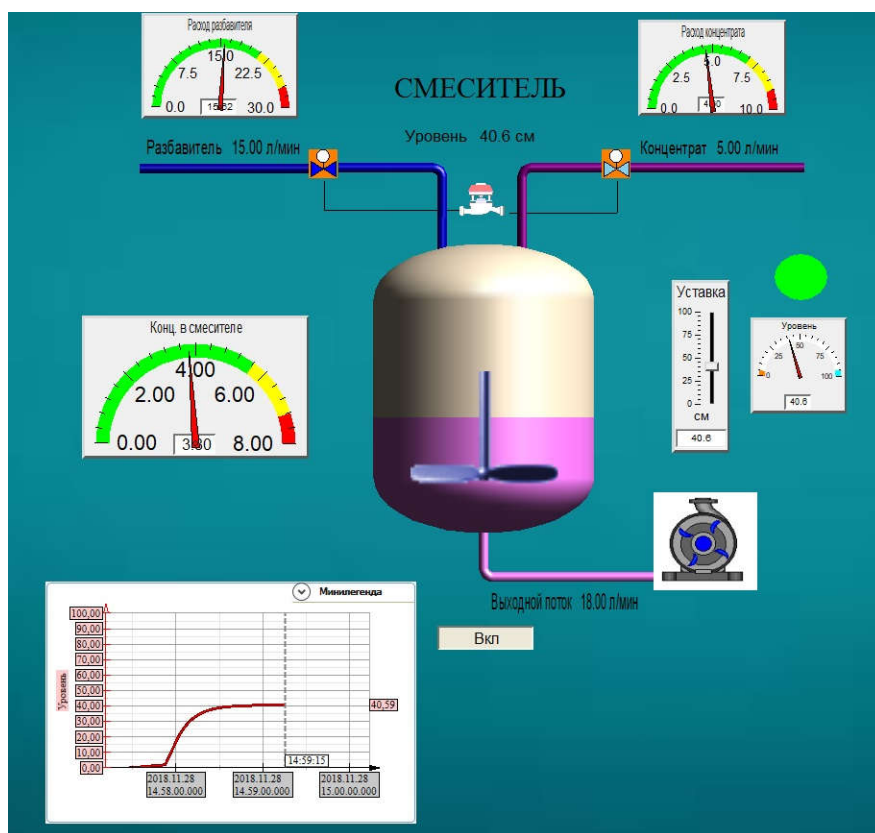


Рис.1. Мнемосхема технологического процесса рассматриваемого участка узла смешения

## РАЗРАБОТКА ЭКСТРАКТОРА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Морозова М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Marina97@list.ru

Научный руководитель: Постникова И.В. (ИГХТУ)

Предприятие «Фосфорит» - важное звено в производственной цепочке холдинга «ЕвроХим». В ходе практики я ознакомилась с общей характеристикой производства, характеристикой производимой продукции, исходного сырья, материалов и полупродуктов. Назначение производства - выпуск экстракционной фосфорной кислоты на основе сернокислотного разложения фосфатного сырья. Экстракционная фосфорная кислота выпускается согласно ТУ 2121-009-56937109-201. Мною изучен технологического процесса и схемы получения экстракционной фосфорной кислоты в полугидратном режиме на отделении №2 цеха ЭФК.

1. Приём и дозирование фосфатного сырья;
  2. Разложение фосфатного сырья в реакторах;
  3. Разделение экстракционной пульпы на твердую и жидкую фазы на вакуум-фильтрах (карусельных вакуум-фильтрах (КВФ), ленточном вакуум-фильтре (ЛВФ));
  4. Очистка отходящих газов от реакторов и баковой аппаратуры;
  5. Транспортировка фосфополугидрата в хранилище фосфогипса;
- Составлены расчеты материальных и тепловых балансов.

Я ознакомилась с устройством и принципом работы экстрактора фосфорной кислоты он работает следующим образом - Фильтрация осуществляется на вакуум-фильтрах. Карусельный лотковый фильтр состоит из 24 отдельных лотков, на днищах которых уложена фильтровальная ткань (капрон, лавсан и т.п.).

Лотки установлены на каретках с колесами, движущимися по круговым рельсам. С помощью двух шайб, образующих головку фильтра – подвижной, вращающейся вместе с лопатками, и неподвижной – фильтраты отсасываются в соответствующие вакуум-сборники. После прохождения зон фильтрации и промывок каждый лоток с помощью направляющих автоматически опрокидывается для выгрузки лепешки фосфогипса. Фильтровальная ткань промывается водой и подсушивается воздухом. Затем лоток вновь принимает рабочее положение и перемещается в зону основного фильтрования. Воду, используемую для регенерации фильтровальной ткани, подают на последнюю или предпоследнюю зону промывки осадка, что сокращает потери  $P_{10}O_4$  и позволяет создать на экстракционных установках замкнутую систему водооборота.

Предложены мероприятия проведения ремонта оборудования и коммуникаций, возможных неполадок в работе и способы их ликвидации. При плановой остановке производства экстракционной фосфорной кислоты необходимо прекратить дозировку серной кислоты и апатитового концентрата в экстрактор, прекратить подачу пульпы на вакуум-фильтры, остановить узел фильтрации пульпы, ленточный питатель подачи фосфополугидрата из бункера выгрузки вакуум-фильтра на транспортный конвейер и отключить хвостовые вентиляторы и вентилятор подачи воздуха на охлаждение.

# ПРОИЗВОДСТВО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С РАЗРАБОТКОЙ ПЕЧИ ТУННельНОГО ТИПА

Мочалов С.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

mochalov37@mail.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Натарева С.В.

Одним из самых распространенных материалов, традиционно используемым при возведении зданий и сооружений, является кирпич. Более чем тысячелетняя практика применения кирпича позволяет однозначно отнести его к категории наиболее долговечных строительных материалов. Наряду с этим, технология кирпичной кладки предоставляет архитекторам и дизайнерам неограниченные возможности для воплощения творческих замыслов. Обеспечивая надежную защиту от воздействия внешних факторов, обладая высокой огнестойкостью и сравнительно низкой теплопроводностью, кирпич предопределяет высокий уровень безопасности и комфорта как жилых, так и промышленных зданий и сооружений. В работе рассмотрено производство керамических кирпичей методом пластического формования. К достоинствам этого метода можно отнести следующее. Не требуется затрат на энергоносители для сушки и ввода в глину добавок для улучшения сушильных свойств кирпича. Также отметим, что технологическое оборудование более простое и потребляет значительно меньше электроэнергии, чем на заводе полусухого формования. Одновременно снижаются затраты на строительство завода, так как оборудование для пластического прессования стоит дешевле, размеры здания значительно меньше, отсутствует отделение для сушки кирпича, которое обычно занимает довольно большую площадь. Новый завод, где применяется пластическое формование, занимает в 1,5-2 раза меньшую площадь, чем аналогичный завод, в котором используется метод полусухого формования. Его строительство обходится в 2~2,5 раза дешевле. Себестоимость кирпича, отформованного по полусухой технологии, на 25-30 % ниже себестоимости кирпича пластического формования. При переработке глин в сыром виде схема подготовки сырья несколько проще и экономичнее, поскольку нужно меньше оборудования, следовательно, меньше энергоёмкость. При этом используемое оборудование более надёжно и просто в обслуживании.

В работе разработан проект производства керамического кирпича, основанном на методе пластического формования. Выбор схемы производства обусловлен наличием рядом расположенного карьера среднепластичной глины. Для производства также требуется кварцевый песок, зола ТЭЦ и древесные опилки. В работе дано описание технологической схемы производства, осуществлен подбор основного и вспомогательного оборудования, составлены материальный и тепловой балансы производства, выполнены разделы охраны труда, техники безопасности и экономическая часть. Особое внимание уделено разработке туннельной печи. На основании выполненных расчетов определены расход природного газа и основные габаритные размеры печи. Разработаны рекомендации по улучшению технологии производства и работе туннельной печи. Благодаря системе автоматического регулирования печи сокращается количество брака после обжига. Технологические линии производства максимально автоматизированы. Срок окупаемости предприятия составляет 9 лет. В графической части работы представлены технологическая схема производства, чертежи общего вида печи, вспомогательного оборудования, строительномонтажный чертеж и схема автоматизации производства. Реализация проекта позволит удовлетворить потребность в керамическом кирпиче строительных организаций и частных потребителей, осуществляющих строительство и реконструкцию объектов промышленного и гражданского назначения.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРЕХПОЛОЧНОЙ КОЛОННЫ СИНТЕЗА АММИАКА

Мужжавлев А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Pervyi\_80@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Гоголев Ю.Г.

Проблема совершенствования колонны синтеза аммиака является важной и актуальной, поскольку, в настоящее время на многих предприятиях уже давно используются старые колонны синтеза. В работе предлагается авторский вариант усовершенствованной колонны синтеза аммиака.

Усовершенствованная колонна будет состоять из корпуса высокого давления и корзины, в корзине предполагается три катализаторных полки и два межполочных теплообменника, расположенных в центральной части 1-ой и 2-ой полок, и один нижний теплообменник (приточно-отточный теплообменник), расположенный под 3-ей полкой.

Синтез-газ проходит через катализаторные полки в радиальном направлении в центр, в результате чего обеспечивается очень незначительный перепад давления по катализаторным полкам позволяя использование катализатора с размером частиц 1.5-3 мм. Равномерное распределение газа в катализаторных полках обеспечивается с помощью соответствующей перфорации стенок катализаторных полок.

Часть синтез-газа (около 45% общего потока, подаваемого в колонну синтеза) входит в колонну синтеза через главный вход в верхней части колонны и проходит вниз по наружному зазору между корзиной и корпусом высокого давления, охлаждая корпус. Синтез-газ потом направляется в межтрубное пространство нижнего теплообменника охлаждая газ, выходящий с 3ей катализаторной полки.

Вторая часть синтез-газа (около 20% общего потока, подаваемого в колонну синтеза) подается через центральный нижний выход, байпас нижнего теплообменника, и смешивается с основным газом, выходящим из межтрубного пространства нижнего теплообменника.

Смешанный газ потом направляется через соединительный патрубок, расположенный в центральной части 3ей полки в трубное пространство 2го межполочного теплообменника, где охлаждает газ, выходящий с 2ой катализаторной полки до необходимой входной температуры 3ей полки. Газ направляется из верхней трубной решетки 2го межполочного теплообменника в верхнюю часть корзины через соединительный патрубок, расположенный в центральной части 1го межполочного теплообменника.

Третья часть синтез-газа (около 25% общего потока, подаваемого в колонну синтеза) поступает в колонну синтеза через вход в верхней части колонны синтеза и направляется в корзину через гибкий шланг. Газ направляется в нижнюю трубную решетку 1го межполочного теплообменника через концентрический соединительный патрубок в теплообменнике, проходит через трубы в направлении вверх, в результате чего охлаждается газ, выходящий с 1ой полки до необходимой температуры на входе 2ой катализаторной полки.

Остальная часть газа (около 10% общего потока, подаваемого в колонну синтеза) - это газ холодного байпаса, поступает в верхней части колонны синтеза и направляется в корзину через гибкий шланг. Газ в верхней части корзины смешивается с газом, выходящим из трубного пространства двух межполочных теплообменников.

Необходима максимально быстрая замена старых колонн на новые. Совершенствование колонны синтеза аммиака будет способствовать увеличению объемов выпускаемой продукции, увеличению производительности колонны. Совершенствование колонны приведет к повышению экономических показателей деятельности химических производств, что также является положительным моментом.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ КОЛОННЫ СИНТЕЗА КАРБАМИДА

Мусакин П.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[pavel.musakin1@mail.ru](mailto:pavel.musakin1@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Гоголев Ю. Г. (ИГХТУ)

При синтезе мочевины при высоком давлении и высокой температуре достаточно острой в последнее время стала проблема повышения конверсионного выхода реакторов для синтеза мочевины, решение которой позволило бы повысить производительность и снизить затраты потребляемой реактором энергии.

Для решения этой проблемы используют реакторы синтеза с вертикальным трубчатым корпусом и большим количеством закрепленных в корпусе на некотором расстоянии по высоте друг от друга горизонтальных ситчатых тарелок.

Образование мочевины происходит во время фактического контакта содержащих аммиак ( $\text{NH}_3$ ) и двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ) жидкой и газообразной фаз, протекающих через реактор снизу-вверх в одном направлении параллельно друг другу.

Ситчатые тарелки обеспечивают перемешивание этих фаз друг с другом и способствуют их фактическому контакту, а тем самым массообмену и теплообмену, в процессе которых происходит превращение исходных реагентов ( $\text{NH}_3$  и  $\text{CO}_2$ ) в мочевину.

В настоящее время известно два типа реакторов синтеза, отличающихся друг от друга используемыми в них ситчатыми тарелками.

В реакторе первого типа имеется большое количество расположенных друг над другом ситчатых тарелок, полностью перекрывающих в горизонтальной плоскости все поперечное сечение реактора и имеющих большое количество отверстий для прохода двухфазного потока газа и жидкости.

Поскольку жидкость и газ проходят через одни и те же отверстия, то из-за различного характера протекания через отверстия газа и жидкости их движение через тарелки носит пульсирующий характер и не сопровождается эффективным перемешиванием газа и жидкости. В этом случае коэффициенты массопередачи и теплопередачи низкие, и, следовательно, низок выход конверсии.

В реакторе второго типа также используется большое количество горизонтальных ситчатых тарелок, расположенных на некотором расстоянии по высоте друг от друга. При этом между внешним краем каждой из этих тарелок и внутренней стенкой реактора имеется кольцевая щель.

Однако в этом случае также не удастся обеспечить необходимого фактического перемешивания газообразной и жидкой фаз, поскольку жидкая фаза протекает в основном через кольцевую щель между тарелкой и корпусом реактора, а газообразная фаза имеет тенденцию собираться в центральной зоне реактора.

Техническая проблема заключается в повышении конверсионного выхода и увеличении производительности реакторов синтеза, и снижении затрат энергии на существующих установках по производству мочевины при минимуме затрачиваемых на это средств.

Указанная выше техническая проблема решается с помощью нашего способа модернизации реактора для синтеза мочевины в котором установлено большое количество расположенных друг над другом горизонтальных ситчатых тарелок, отличающегося тем, что в реакторе устанавливаются независимые друг от друга элементы с большим количеством отверстий в верхней части. Вместе с ситчатыми тарелками они образуют несколько боковых щелей, которые вместе с отверстиями в колпачках образуют соответствующие каналы для предпочтительного протекания соответственно жидкой и газообразной фазы.



# ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА В СИСТЕМЕ ВОЗДУХ-ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕГО КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ АППАРАТА ТИПА АВО

Немцов М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
misha.nemcov@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Чагин О.В.

Аппараты воздушного охлаждения используются для охлаждения жидких сред в теплообменных аппаратах с применением воздушной среды.

Актуальность темы обусловлена тем, что крупные производственные предприятия различных областей промышленности, расположенные вдали от природных источников воды и нуждаются в охлаждении технологических жидкостей.

В ходе работы была спроектирована и монтируется установка по исследованию влияния конструктивного оформления и технологического режима на протекание процесса теплообмена в системе воздух-теплоноситель. Предстоит определить опытными путями наиболее эффективную конструкцию теплообменника и тягодутьевых устройств, при которой происходит максимальное охлаждение технологических жидкостей при минимальных затратах электроэнергии, а также попробовать добиться уменьшения массогабаритных характеристик без потери производительности.

Прототип установки является аппаратом с принудительной циркуляцией воздуха, имеющий два принципиальных конструктивных исполнения: вентилятор нагнетает воздух на теплообменную секцию и протягивает воздух.

Принцип действия: воздух нагнетается лопастями вентилятора на теплообменную секцию или же протягивается через неё. Лопасти рабочего колеса вентилятора находятся в его цилиндрическом корпусе, а сам вентилятор крепится на корпусе теплообменной секции. Воздух, проходя сквозь секцию нагревается, а продукт охлаждается.

Методика расчета аппарата воздушного охлаждения аналогична расчету кожухотрубных теплообменников. На основе общего коэффициента теплопередачи, с учётом значений основных параметров, выбирается предварительная конфигурация теплообменника. Затем выполняются корректирующие тепловые и гидравлические расчеты. Важным предварительным шагом в расчете аппарата воздушного охлаждения является выбор температуры воздуха на выходе. Этот параметр оказывает существенное влияние на стоимость АВО. Повышение температуры воздуха на выходе из аппарата с воздушным охлаждением уменьшает количество необходимого воздуха, что снижает мощность вентилятора и, следовательно, эксплуатационные расходы. Однако, это также уменьшает коэффициент теплопередачи со стороны воздуха, что приводит к увеличению теплообменника, а следовательно и капитальных вложений. Чтобы получить равномерное распределение потока воздуха по всей площади теплообменника, площадь вентилятора должна составлять не менее 40% от площади теплообменной секции.

Делая вывод о ходе работы, требуется определить факторы, максимально влияющие на теплообмен между воздухом окружающей среды и теплоносителем, и, в итоге, повысить интенсивность процесса.

## РАЗРАБОТКА МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА

Нехитров А.А.

Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет

[sazex2508@mail.ru](mailto:sazex2508@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., ст.пр. Козлов А.М.(ИГХТУ)

Пиво – игристый освежающий напиток, продукт законченного спиртового брожения, изготовленный из пивоваренного ячменного солода с применением хмеля.

Основным сырьем для пивоваренного производства служат ячмень, хмель, вода и дрожжи. В качестве несоложенных материалов (без проращивания) применяют кукурузу, рис и реже – пшеницу, тритикале, кукурузную или ячменную муку, крупку и др. Пиво лучших сортов вырабатывают из солода без применения несоложенных материалов. Солод получают путем проращивания злаков (в основном ячменя) в искусственных условиях при определенной температуре и влажности. По способу приготовления различают следующие типы солода: светлый, темный, карамельный и жженный.

Технологический процесс производства пива заключается в следующих этапах:

- *Приготовление сусла* (дробление солода и несоложенных зернопродуктов до размера мелких крупинок, приготовление затора, фильтрация затора).
- *Варка сусла* (кипячение сусла с хмелем, осветление, охлаждение и аэрирование сусла).
- *Брожение сусла* (после остывания сусла, добавляют дрожжи и сбраживают при определенной температуре в бродильных чанах).
- *Созревание* (дображивание и выдержка).
- *Фильтрация* (очистка от крупных и мелких частиц).
- *Розлив*.

Для дробления солода на пивном производстве применяют молотковые дробилки.

Конструктивно молотковые дробилки состоят из корпуса, крышки и металлического основания. Внутри корпуса расположен вращающийся ротор, который состоит из вала, закрепленного с двух сторон в подшипниковых опорах и установленных на валу ударных элементов - бил. Корпус дробилки изнутри футерован сменными броневыми плитами.

Молотковая дробилка работает следующим образом: через предусмотренные загрузочные отверстия, зерно подается в корпусное отделение, где подвергается многократным ударным нагрузкам посредством бил, закрепленных на вращающемся роторе. Ротор приводится во вращение с помощью привода, состоящего из электродвигателя и редуктора. В нижней части камеры дробления установлены колосниковые решетки. Материал измельчается до тех пор, пока размер частиц не сравняется с размером отверстий колосниковых решеток и не провалится через них. Таким образом достигается непрерывность работы молотковой дробилки.

К преимуществам этих аппаратов стоит отнести: простоту и надежность конструкции, относительно невысокую стоимость, небольшие габариты сравнительно с конусными и щековыми аналогами, простая взаимозаменяемость деталей и узлов конструкции, высокую производительность, возможность тонкого измельчения, низкий расход энергоресурсов.

Среди недостатков следует отметить невозможность применения для дробления очень вязких и прочных материалов, высокий уровень шума при работе, повышенная запыленность, невозможность дробления влажных материалов.

## АБСОРБЦИЯ ОКСИДОВ АЗОТА ОРГАНИЧЕСКИМИ ПОГЛОТИТЕЛЯМИ

Озеров А.Н., Тиханов В.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[ozerovalex@yandex.ru](mailto:ozerovalex@yandex.ru)

Научный руководитель: доц. к.т.н. Чагин Олег Вячеславович (каф. ТМиО, ИГХТУ)

Установлено, что ежегодно в атмосферу поступает более 50 млн. т. токсичных веществ, из них порядка 10% (масс.) приходится на оксиды азота, выбрасываемые предприятиями химического комплекса. Известно, что оксиды азота оказывают наиболее вредное влияние на окружающую среду, здоровье человека; вызывая нарушения деятельности сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, разрушают металлические, бетонные и иные конструкции и материалы, нанося огромный вред народному хозяйству. Санитарная очистка отходящих газов от оксидов азота является трудным и дорогостоящим мероприятием. Целью представленной работы явилось исследование возможности утилизации оксидов азота из отходящих газов различных производств и их дальнейшей переработки в полезный продукт, что экономически выгодно.

Известны исследования поглощения оксидов азота органическими сорбентами, в качестве абсорбера использовали водные растворы трибутилфосфата (ТБФ). Перспектива применения ТБФ в технологии для очистки оксидов азота - его высокая абсорбционная емкость и скорость поглощения, десорбция происходит достаточно легко при снижении давления или нагревании до 369-378 К. При неоднократном использовании ТБФ скорость абсорбции не снижается.

Установлено, что поглощение оксидов азота ТБФ сопровождается образованием сольватов  $\text{ТБФ} \cdot \text{NO}_2$  или  $2(\text{ТБФ}) \cdot \text{N}_2\text{O}_4$  и физическим растворением  $\text{NO}_2$  при растворении сверхстехиометрического. С уменьшением окисленности газа возрастает общая растворимость оксидов азота за счет поглощения  $\text{N}_2\text{O}_3$ .

Из анализа экспериментальных данных сделан вывод о поглощении не только высших оксидов азота  $\text{NO}_2(\text{N}_2\text{O}_4)$ , но и  $\text{NO}$  в виде  $\text{N}_2\text{O}_3$ , что подтверждается высокими степенями абсорбции низко окисленных нитрозных газов.

Сопоставление способов очистки выхлопных газов с помощью ТБФ и высокотемпературной каталитической очистки показывает, что экономия сырьевых затрат по первому методу гораздо ниже и данный метод имеет перспективу для дальнейшего изучения.

Была собрана экспериментальная установка, в которой используется вышеописанный метод. В дальнейшем будут проводиться опыты, с целью получения экспериментальных данных.

## РАЗРАБОТКА ПРОМЫВНОЙ КОЛОННЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБАМИДА

Орлов В.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

vladorlov1997@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Гаврилин В.М. (ИГХТУ)

Целью данной работа является разработка промывной колонны в производстве карбамида. В настоящее время из всех известных способов получения карбамида промышленное значение получил процесс синтеза карбамида из аммиака и диоксида. В условиях синтеза протекают процессы образования карбамата аммония, карбамида, разложения карбамата аммония, а также образования углеаммонийных солей (УАС). В схеме синтеза карбамида из аммиака и двуокиси углерода предусмотрена предварительная очистка технологических газов в фильтрах (аммиака) и влагоотделителях (диоксида углерода). Непрореагировавший в колонне синтеза аммиак необходимо отмыть от  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  перед возвращением его в синтез. В производстве карбамида эту операцию осуществляет промывная колонна. Аппарат представляет собой вертикальный аппарат колонного типа. В верхней части аппарата расположены девять колпачковых тарелок. Жидкий аммиак подается на распределительную тарелку и проходит через слой насадки.

На корпусе аппарата предусмотрены строповые устройства для проведения погрузо-разгрузочных работ, подъема и установки аппарата в проектное положение.

Промывная колонна снабжена необходимым количеством люков, обеспечивающих осмотр, монтаж и демонтаж разборных внутренних устройств.

Корпус аппарата должен быть заземлен в соответствии требованиями ГОСТ 12.4.124-83. Значения сопротивления заземляющего устройства не должно превышать 100 Ом.

При эксплуатации аппарата должны соблюдаться требования нормативно-правовых документов в области охраны окружающей среды, проводиться мероприятия по охране окружающей среды от негативного воздействия производственной деятельности.

Аппарат при правильной эксплуатации не является источником вредных выбросов в окружающую среду. Защита от попадания рабочего продукта в окружающую среду обеспечена герметичностью аппарата.

# УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ НА АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС

Пасовистый Д.Я., Исаичев В.Л.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[mechanics@isuct.ru](mailto:mechanics@isuct.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Колобов М.Ю. (ИГХТУ)

Абразивным называется механическое изнашивание материала в результате в основном режущего или царапающего действия на него абразивных частиц, находящихся в свободном или закрепленном состоянии. Абразивные частицы, обладая большей, чем металл, твердостью, разрушают поверхность деталей и резко увеличивают их износ. Абразивное изнашивание является одним из наиболее распространенных видов изнашивания.

Абразивный износ материала можно рассматривать как действие твердых частиц на поверхность детали, с которой она контактирует (процесс трения частицы по поверхности детали). В некоторых случаях, частицы могут скользить по поверхности контакта, вызывая ее пластическую деформацию, или проникать в поверхность материала и перемещаться вместе с ней, срезая при этом, микрообъемы материала. Интенсивность абразивного износа зависит от твердости, размеров и формы абразивных частиц.

Абразивному изнашиванию подвержены большое количество деталей машин, работающих в абразивной среде (ходовая часть гусеничных тракторов и дорожно-строительных машин, рабочие органы сельскохозяйственных машин и металлорежущих станков, узлы бурильного оборудования нефтяной и газовой промышленности и т.д.). Износ часто определяется по потере веса, поскольку с помощью измерения веса можно более точно характеризовать изменения образца после трения, чем посредством определения изменения линейных размеров.

Анализ опубликованных данных показывает, что в настоящее время для изучения изнашивания нет экспериментально обоснованной оптимальной формы и размеров образцов не только для различных схем испытания, но и для изучения одного вида изнашивания, поэтому многие результаты испытания оказываются иногда совершенно несопоставимыми, хотя получены они для одних и тех же материалов в аналогичных условиях взаимодействия изнашиваемой поверхности и абразива.

Многочисленные описанные в литературе методы лабораторных испытаний материалов на изнашивание в абразивной среде обычно имеют следующую особенность: единовременное испытание лишь одного – двух тщательно изготовленных образцов, зачастую для конкретной детали машины или механизма (например, для почвообрабатывающих машин).

Нами предложена установка для сравнительного испытания материалов деталей на абразивный износ, позволяющая исследовать одновременно образцы из четырех материалов с с разной линейной скоростью и разным расположением рабочей грани образцов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. – М.: Наука, 1970. – 251 с.
2. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безысность): Учебник. – М.: Издательство МСХА, 2001. – 616 с.
3. Трибология: Исследования и приложения: Опыт США и стран СНГ / Под ред. В.А. Белого, К. Лудемы, Н.К. Мышкина. – М.: Машиностроение, 1993. – 454 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЗАТОРНОГО И СУСЛОВАРОЧНОГО АППАРАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА

Пастухов Е.Ю., Новиков Р.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[pastuhov0089@mail.ru](mailto:pastuhov0089@mail.ru)

Научный руководитель: старший преподаватель Гущина Т.В. (ИГХТУ)

Технология производства пива включает следующие основные процессы: получение солода из ячменя, приготовление сусла, сбраживание сусла, выдержку (дображивание) пива, обработку и розлив пива.

Основными аппаратами для приготовления пивного сусла являются заторные котлы, фильтрационный аппарат и сусловарочный котел, которые соединены между собой трубопроводами в единую систему, называемую варочным агрегатом.

Одна из стадий приготовления сусла – затириание. Цель затириания - экстрагирование растворимых веществ солода и несоложенного сырья и превращение под действием ферментов нерастворимых веществ в растворимые с последующим переводом их в раствор. Затириание включает три этапа: смешивание измельченных зернопродуктов с водой, нагревание и выдерживание полученной смеси при заданном температурном режиме. При этом количество одновременно обрабатываемых измельченных зернопродуктов называют засыпью, объем применяемой воды - наливом, а полученный продукт-затором.

Приготовление затора начинают со смешивания дробленых зернопродуктов с водой при температуре  $37 \div 40^\circ\text{C}$ , которое осуществляется в заторном аппарате при включенной мешалке. Далее затириание ведут отварочным или настойным способом.

Сущность отварочного способа состоит в том, что отдельные части затора кипятят, а затем смешивают с остальной частью затора, постепенно повышая его температуру до  $75^\circ\text{C}$ . Различают следующие варианты отварочных способов: с одной, двумя, тремя отварками или кипячением всей густой части. При отварочных способах затириание ведут в двух заторных аппаратах, один из которых используют для кипячения отварки. Несоложенное сырье затирают в смеси с солодом или подрабатывают отдельно, а затем смешивают с солодом и готовят общий затор.

Настойный способ заключается в постепенном нагреве всего затора от  $40$  до  $70^\circ\text{C}$  со скоростью  $1^\circ\text{C}/\text{мин}$  и выдерживании при температуре  $40$ ;  $52$ ;  $63$  и  $70^\circ\text{C}$  по  $30$  мин. Далее затор нагревают до  $72^\circ\text{C}$  и выдерживают до полного осахаривания по пробе на йод. Затем осахаренный затор подогревают до  $76 \div 77^\circ\text{C}$  и направляют на фильтрование [1].

Сусло из фильтрчана поступает в сусловарочный котел. В сусловарочном котле сусло будет кипеть около  $1-1,5$  часов, при этом в него добавляют хмель. Сусло кипятят для того, чтобы: довести его до нужной концентрации; простерилизовать его и инактивировать ферменты; заставить выпасть в осадок нестабильные протеины; извлечь из хмеля важные для продукта горькие вещества; удалить нежелательные ароматические вещества. С одной стороны, нужно как следует промыть затор, чтобы получить наибольший выход продукта. Но с другой стороны, при этом в сусле оказывается слишком много воды. Чтобы повысить плотность сусла (концентрацию сахаров), необходимо уварить часть воды. Одновременно с этим сусло стерилизуется, а ферменты разрушаются. Во время кипячения в сусловарочный котел добавляется хмель [1].

Сусловарочный аппарат представляет собой сварной стальной цилиндрический резервуар с двойным сферическим днищем и сферической крышкой. Пространство между сферами днища является паровой рубашкой, в которую подается греющий пар. Паровая рубашка имеет соответствующие фланцы и устройства для подвода пара, отвода воздуха и конденсата. Котлы для сусла изготавливают из нержавеющей стали, которая гарантирует гигиеничность, экологичность и удобство приготовления пива. Нержавейка устойчива к коррозии и удобна в эксплуатации.

1. Технологический регламент варочного отделения по производству пива. АО «САН ИнБев г.Иваново - 2014.

# РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ 3-Х СТУПЕНЧАТОЙ МЕЛЬНИЦЫ УДАРНО-ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ВАЛОМ

Писаренко К.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[kseyaprnk@gmail.com](mailto:kseyaprnk@gmail.com)

Научный руководитель: старший преподаватель Гущина Т.В. (ИГХТУ)

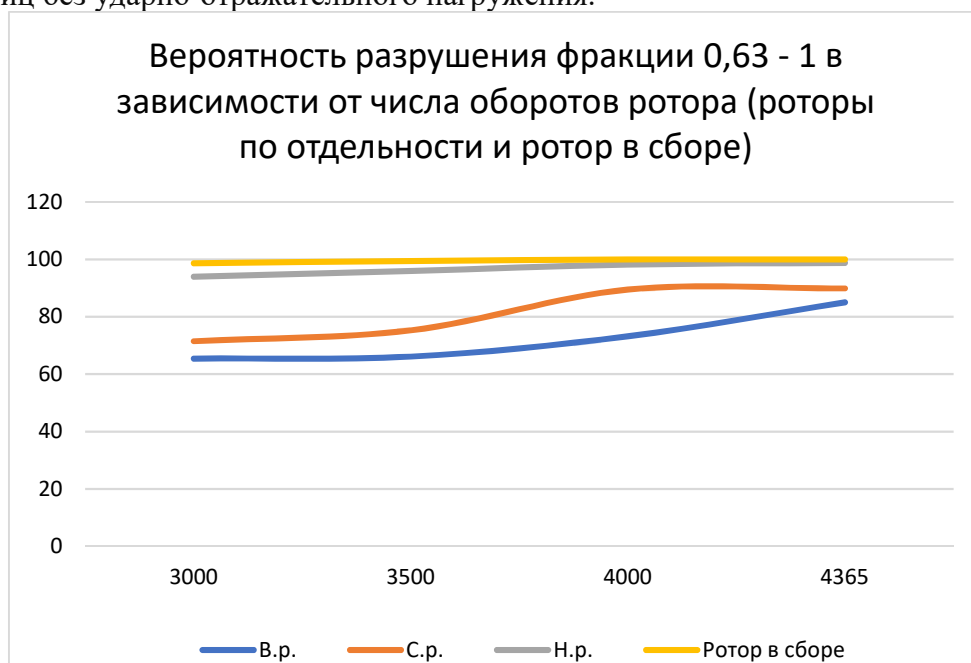
В настоящей работе была разработана лабораторная 3-х ступенчатая мельница с вертикальным валом и сепарационным выводом продуктов измельчения. Ротор мельницы имеет 3 ступени, представляющие собой разных диаметров диски с плоскими билами. Диаметр диска по билам 1-й ступени – 200 мм, а диаметр диска по билам 3-й ступени – 288 мм. Пропорционально диаметрам дисков выполнен ступенчатый корпус мельницы, на каждой ступени которого приварены отражательные пластины. Исходный материал подается в центр 1-го диска, благодаря чему, равномерно распределяется по периметру мельницы.

Лабораторная установка в целом имеет бункер исходного материала, шнековый питатель, позволяющий изменять число оборотов и, соответственно, производительность мельницы по исходному материалу, а также разгрузочный циклон, очистительный рукавный фильтр и хвостовой вентилятор, позволяющий изменять расходы просасываемого через мельницу воздуха, соответственно, время пребывания частиц в машине и степень их измельчения.

Основные задачи проводимых исследований:

- выявить вклад каждой ступени в процесс измельчения материалов;
- определить конструктивно-режимные условия сепарационного вывода продуктов измельчения при достижении максимальной степени измельчения при заданной производительности и минимизации затрат энергии;
- конечной целью всех проводимых на данной мельнице исследований является разработка методики расчета грансостава продуктов измельчения.

В данной части работы выполнена только первая задача исследований. Показано, что каждая ступень вносит свой вклад в процесс измельчения и необходима для того, чтобы не было проскока крупных частиц без ударно-отражательного нагружения.



# РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСАДИТЕЛЬНОЙ ЦЕНТРИФУГИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ СО ШНЕКОВОЙ ВЫГРУЗКОЙ ОСАДКА

Постников В. М., Калинин А. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[chief.postnickov@yandex.ru](mailto:chief.postnickov@yandex.ru)

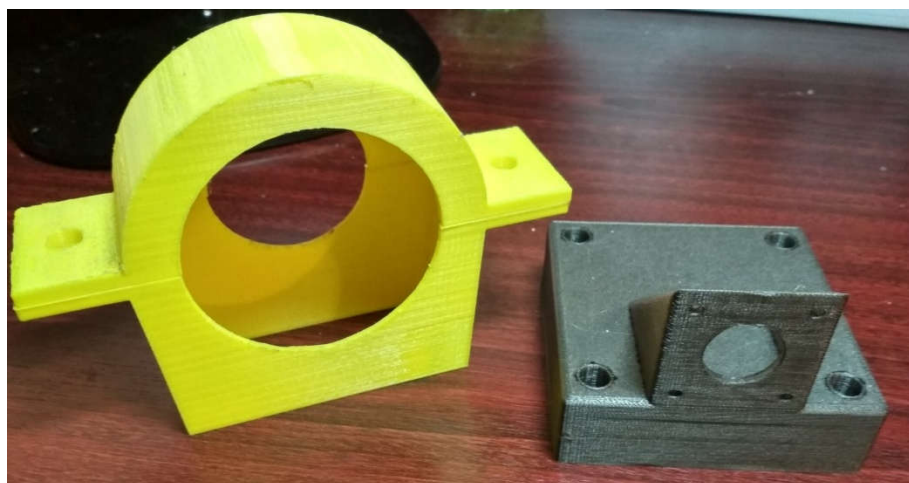
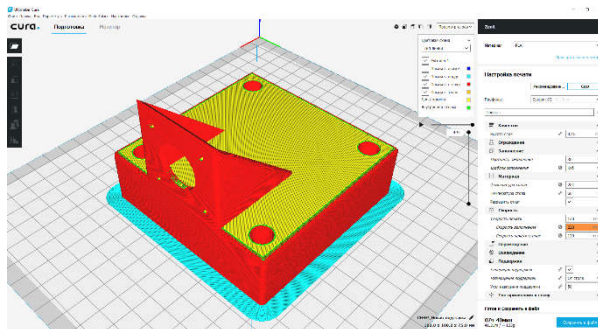
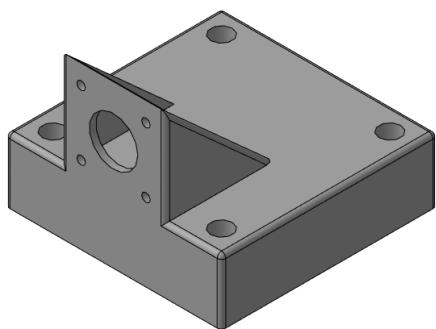
Научный руководитель: к. т. н., доцент Чагин О. В.

В ходе работы была разработана центрифуга непрерывного действия, в которой из ёмкости с исходной суспензией поток поступает на разделение в ротор осадительной центрифуги со шнековой выгрузкой осадка. Суспензия под действием центробежных сил разделяется: на осадок и фугат. Фугат выводится из ротора и сливается, а осадок выгружается шнеком в приёмную ёмкость. Шнек, вращаясь со скоростью, отличной от ротора, обеспечивает выгрузку осадка.

Для этого была спроектирована система управления приводом шнека, основанная на программируемом микроконтроллере серии «Arduino». Эта система позволяет плавно регулировать скорость и направление вращения привода. Программа для микроконтроллера была разработана в ходе преддипломной практики.

В работе будет исследоваться влияние скорости вращения шнека на эффективность разделения и производительность центрифуги.

Часть деталей установки, а именно защитные кожухи и установочная платформа для привода были спроектированы в КОМПАС 3D и после обработки в специальной программе, изготовлены на 3D принтере.



По часовой: Рис.1 Модель платформы для привода шнека в КОМПАС 3D;  
Рис.2 Модель платформы после обработки в программе «Ultimaker Cura»;  
Рис.3 Детали - платформа и кожухи после печати.



## ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТР-ЧАНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА

Родионов Р.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[rodionoff.ewgen@mail.ru](mailto:rodionoff.ewgen@mail.ru)

Научный руководитель: старший преподаватель Гущина Т.В. (ИГХТУ)

Приготовление пива – один из самых сложных технологических процессов в пищевой промышленности. Одним из основных его этапов является фильтрация затора. Затор содержит, кроме прочего, воду, в которой растворены сахара, протеины и аминокислоты, в нем содержатся оболочки и переработанные ядра зёрен. Оболочки и внутренняя часть зерен, вместе называемые дробинкой, являются побочным продуктом, который необходимо отделить от сусла. Фильтрация затора происходит поэтапно: фильтрация первого сусла, затем промывка слоя дробинки.

На первом этапе сусло процеживается сквозь пористый фильтрующий слой, образованный оболочками зёрен. Эта операция называется осветлением. Когда уровень сусла опустится до поверхности заторной массы, начинают промывку дробинки. В фильтрующем слое всё ещё остаётся довольно много экстракта. Естественно, желательна суметь извлечь и его. Поэтому слой дробинки орошают водой. Промывка продолжается до тех пор, пока содержание экстракта в получаемом сусле не станет настолько низким, что дальнейшая промывка окажется нецелесообразной.

Для успешной фильтрации очень важна правильная конструкция чана и собственно фильтрационного устройства. Мнения относительно конструкции чана и главным образом его фильтрационного дна менялись со временем. Однако в настоящее время эти мнения установились настолько, что между конструкциями фильтрационных устройств на отдельных предприятиях различия практически не существуют.

Фильтр-чан представляет собой емкость с плоским перфорированным дном. В начале процесса фильтрации оболочка быстро оседает на дно сосуда и через несколько минут образует дополнительный естественный фильтр. В это время сусло рециркулирует и после образования такого фильтра фильтруется через оболочки зерен. Фильтрацией в фильтр-чане получают сусло отличного качества, то есть чистое сусло с низким содержанием липидов, но такое фильтрация занимает довольно много времени, а последующее удаление дробинки представляет определенные трудности.

Последовательность основных операций при использовании фильтрационного чана следующая:

1. Вытеснение воздуха
2. Перекачка затора
3. Фильтрационная пауза (расслаивание затора)
4. Рециркуляция мутного сусла
5. Сбор первого сусла
6. Промывка дробинки/сбор промывных вод
7. Сбор последних промывных вод.

В настоящее время фильтр-чан широко применяют для фильтрации солода.

# РАЗРАБОТКА БАРАБАННОЙ ГРАНУЛЯТОРНОЙ СУШИЛКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Романов Р.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[romanov010873@mail.ru](mailto:romanov010873@mail.ru)

Руководитель: старший преподаватель Козлов А.М. (ИГХТУ)

В настоящей работе была представлена технологическая схема производства аммофоса, с использованием барабанной грануляторной сушилки.

Производство аммофоса состоит из нескольких технологических стадий. В трубчатом реакторе за промежуток времени 20÷30 секунд происходит нейтрализация фосфорной кислоты аммиаком. Процесс нейтрализации сопровождается разогревом реакционной массы до температуры выше 100 °С. Полученная аммофосная пульпа из реактора под давлением по трубопроводу поступает в форсунку, установленную в головной части барабана гранулятора. Барабанная сушилка предназначена для просушки сыпучих материалов, например, песка, глины, гипса, известняка топочными газами и подачей высушенного материала для дальнейшей обработки.

Барабанная сушилка состоит из соединенных между собой теплогенератора (или прямоточной горелки), камеры загрузочной, сушильного барабана и камеры выгрузочной. Материал последовательно проходит через эти составные части агрегата и по мере продвижения к камере выгрузочной нагревается и из него испаряется влага. Теплоноситель, в данном случае газоздушная смесь, образуемая в теплогенераторе движется к камере выгрузочной под воздействием разрежения. Разрежение создается вытяжным вентилятором (дымососом), который не входит в состав сушильного агрегата и должен быть установлен после выгрузочной камеры. В данной конструкции сушка производится методом прямотока, т.е материал и теплоноситель двигаются в одну сторону.

При вращении барабана гранулятора БГС с заданным числом оборотов в зоне загрузки создается масса частиц из ретура, на которую напыляются распыляемые форсункой капли пульпы.

В результате взаимодействия трех потоков и одновременно протекающих процессов выпаривания, нейтрализации, сушки, кристаллизации и грануляции происходит укрупнение частиц до требуемого размера (3÷5 мм).

Сушка продукта осуществляется по всей длине барабана прямотоком дымовыми газами, образующимися в результате сжигания природного газа в циклонной топке. Подача первичного и вторичного воздуха на горение топлива и разбавление продуктов сгорания до требуемой температуры осуществляется вентилятором.

Высушенный в БГС продукт поступает на грохоты, где происходит классификация удобрения на три основных фракции: крупную, товарную и мелкую. Очистка отходящих газов после БГС, аппарата КС и циклонов осуществляется в абсорбере. Орошение насадки в абсорбере производится раствором фосфатов аммония, подаваемого насосом в распределительное устройство из сборника.

Так же был произведен первоначальный расчет аппарата на прочность, жесткость, на определение геометрических размеров банджа свободно надетого на корпус сушилки, был произведен прочностной расчет шнека и на расход мощности вращения барабана.

## РЕГЕНЕРАЦИЯ GV- РАСТВОРА

Рябов И.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[ryab11ivan@mail.ru](mailto:ryab11ivan@mail.ru)

Научный руководитель: старший преподаватель Гущина Т.В. (ИГХТУ)

Очистка конвертированного газа от диоксида углерода осуществляется горячим водным раствором поташа (карбоната калия  $K_2CO_3$ ) частично превращающегося в бикарбонат калия ( $KHCO_3$ ) с добавлением двух активаторов (глицина и диэтаноламина. В качестве ингибитора коррозии используется пятиокись ванадия. Краткое название раствора – GV-раствор.

Регенерация насыщенного раствора выполняется в три стадии: вскипание (десорбция), регенерация высокого давления и регенерация низкого давления. Регенераторы представляют собой вертикальные аппараты колонного типа. В корпусе регенератора высокого давления находится три слоя насадки. Над слоями насадки предусмотрены распределители жидкости. Для вывода раствора из верхней секции предусмотрена «глухая» тарелка с устройством вывода насыщенного раствора. В верхней и средней секции колонны загружены слои насыпной седловидной насадки тип I-Ring 50. В нижней секции колонны загружен слой насыпной седловидной насадки тип I-Ring 40. Для сглаживания завихрений в потоке жидкости на выходе раствора из регенератора предусмотрены антизавихрители.

В корпусе регенератора низкого давления находится два слоя насыпной седловидной насадки тип I-Ring 50. Над слоями насадки предусмотрены распределители жидкости тарельчатого типа. Для вывода раствора из средней части аппарата предусмотрена тарелка для отбора фракции груборегенерированного раствора. Для сглаживания завихрений в потоке жидкости на выходе глубокорегенерированного раствора из регенератора предусмотрен антизавихритель [1].

В регенераторе высокого давления при давлении 0,11 МПа и температуре  $104\div 128^\circ C$  происходит десорбция  $CO_2$ . Поток насыщенного раствора пройдя сверху вниз верхнюю секцию регенератора отводится с «глухой» тарелки и при температуре  $108^\circ C$  поступает в верхнюю часть регенератора низкого давления. Температура насыщенного раствора контролируется. Часть раствора регенерируется, пройдя среднюю секцию регенератора высокого давления. Такой раствор называется груборегенерированным. Груборегенерированный раствор частично отводится со средней тарелки при температуре  $125^\circ C$  и поступает в регенератор низкого давления. Осуществляется контроль расхода и температуры груборегенерированного раствора. Далее раствор проходит нижнюю секцию регенератора высокого давления. Полученный раствор называется глубокорегенерированным. Глубокорегенерированный раствор отводится с куба нижней секции регенератора высокого давления при температуре  $128^\circ C$  и поступает в нижнюю часть регенератора низкого давления. Для обеспечения температурного режима регенерации предусмотрена циркуляция раствора через кипятильники..

Заключительной стадией регенерации раствора является регенератор низкого давления. Поток насыщенного GV-раствора с верхней тарелки регенератора высокого давления с температурой  $108^\circ C$  и давлением 0,11 МПа направляется в верхнюю часть регенератора низкого давления. Груборегенерированный GV-раствор со средней секции регенератора высокого давления температурой  $125^\circ C$  и давлением 0,12 МПа направляется в среднюю часть регенератора низкого давления. Глубокорегенерированный GV-раствор из куба регенератора высокого давления с температурой  $128^\circ C$  и давлением 0,124 МПа направляется в нижнюю часть регенератора низкого давления. Весь пар, полученный при вскипании раствора в регенераторе низкого давления за счет снижения давления, направляется вверх для регенерации насыщенного раствора, поступающего в регенератор [1].

Временный технологический регламент № 67 цеха по производству аммиака мощностью 2060 тонн в сутки «АММИАК 4». ПАО "АКРОН" – Великий Новгород, 2015.

# РАЗРАБОТКА МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Сивов.А.Э.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Ensize@yandex.com](mailto:Ensize@yandex.com)

Научный руководитель: к.т.н., ст. пр. Козлов А. М. (ИГХТУ)

Комплексные минеральные удобрения позволяют оптимально сбалансировать качественный состав почвы и получать стабильно высокие урожаи. Фосфор необходим для роста растений и повышения их урожайности. Он играет решающую роль в фотосинтезе и всех процессах, связанных с восстановлением энергии, участвует в процессе усвоения азота растениями и способствует ускорению созревания растений. Жидкие комплексные удобрения совместимы с любыми другими видами удобрений и являются базовыми растворами для получения жидких питательных смесей, хорошо сочетаются с пестицидами, гербицидами, стимуляторами роста и могут применяться совместно с ними.

Фосфорная кислота используется для производства удобрений, при обработке металлов, в производстве технических и пищевых фосфатов, в свою очередь используемых при производстве продуктов питания и безалкогольных напитков, лекарств, средств личной гигиены.

Азотные удобрения способствуют повышению синтеза белковых веществ. Азот входит в состав таких жизненно важных для растений органических соединений, как хлорофилл, ферменты, фосфатиды, и некоторые другие. При недостатке азота образование ферментов замедляется, что ведет к ослаблению процессов биосинтеза, рост растений ухудшается. Одно из самых популярных в России азотных удобрений - аммиачная селитра.

На одной из стадий получения гранул фосфатных удобрений, для дробления образующихся агломератов после стадии гранулирования и сушки, получили широкое применение молотковые дробилки. Дробилки этого типа отличаются высокой степенью дробления, производительностью, меньшим расходом энергии, простотой конструкции.

Дробилка работает следующим образом: материал через загрузочный люк подается в корпус дробилки. При вращении ротора производится измельчение материала. Измельченная масса просыпается через колосниковую решетку вниз. Ротор дробилки состоит из дисков, закрепленных на горизонтальном валу общей шпонкой и отделенных друг от друга втулками. На осях, установленных в дисках шарнирно подвешены молотки (била). Вал ротора вращается на двух подшипниках, смонтированных в боковых стенках корпуса дробилки. На выступающем конце вала ротора установлена комбинированная муфта - для привода, непосредственного соединения вала ротора с валом электродвигателя.

Расположенная в нижней части дробилки колосниковая решетка состоит из двух частей - передней и задней, каждая из которых представляет собой набор колосников трапецеидального сечения, закрепленных в двух балках.

Величину радиального зазора между вращающимся ротором и колосниковой решеткой можно регулировать поворотом эксцентриковых колец, установленных в стенках корпуса дробилки.

Целью данной работы является разработка механической однороторной дробильной машины для измельчения хрупких, мягких, а также средней прочности неабразивных пород в химической промышленности.

# КАВИТАЦИОННАЯ МАГНИТО – ИМПУЛЬСНАЯ АКТИВАЦИЯ ЦЕМЕНТНЫХ СМЕСЕЙ

Сичкар Д.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

sraik21099@yandex.ru

Руководитель: к.т.н., доц. Постникова И.В.

На сегодняшний день цемент является наиболее востребованным и популярным строительным материалом, без которого невозможна ни одна стройка. Но мало кто знает технологию производства цемента, а ведь эти знания могут быть весьма полезными. Цемент - это искусственный материал, который получают в результате соединения гипса, глины, известняка и различных минеральных добавок. Существует три способа изготовления цемента. Они различаются приемами обработки клинкера: мокрый способ, сухой способ, комбинированный способ.

При мокром способе получение возможно проведение механической активации водоцементной смеси, например с помощью кавитатора. Кавитатор – устройство, использующее явление кавитации (схлопывание пузырьков газа), как импульсную дополнительную обработку смеси.

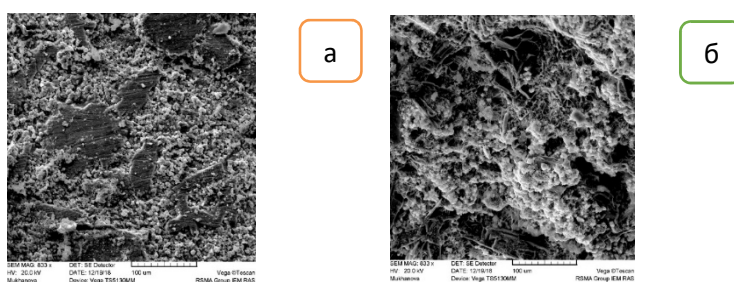


Рис. 1 Электронная микрофотография скола исходного цементного (М500) камня (а) и цементного камня после однократной кавитационно-магнитоимпульсной обработки водно-цементной пасты при 49 Гц (б).

В настоящей работе изучены физико-химические и химические свойства цементной смеси, доказано увеличение подвижности цементного теста после обработки, образование в целом более плотной структуры цементного камня; существенное уменьшение размеры пор в камне.

Результаты работы свидетельствуют о перспективности применения кавитационно магнито – импульсной активации цементных смесей в промышленности.

# ПРОИЗВОДСТВО КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ С РАЗРАБОТКОЙ СУШИЛКИ РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО ТИПА

Тихомиров Н.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

keksonchik94@gmail.com

Научный руководитель: д.т.н., профессор Натареев С.В.

Продукцией керамического производства являются в основном изделия, поставляемые для различных отраслей народного хозяйства и прежде всего для строительства – плитки для облицовки стен и полов, санитарно-техническая керамика. Сырьем для производства керамической плитки служат глины и каолины, а также непластичные материалы (кварцевый песок, полевые шпаты, нефелины, доломиты и т. д.). В технологии производства керамической плитки используют большое количество декорирующих средств: ангобов, глазури, пигментов и фритт. Керамические плитки различного назначения производят методами полусухого прессования или пластического формования (протяжки). Подготовку сырьевых материалов для керамической плитки ведут мокрым или сухим способом. Технология изготовления керамических плиток состоит в обработке глинистого сырья с добавками, формовании изделий, сушке и обжиге их до спекания различной степени в зависимости от назначения изделий и качества глинистого сырья. Крупные куски исходных материалов предварительно дробят в валковых мельницах или бегунах. При полусухом способе подготовке пресс-порошка сырье измельчают в конусных и молотковых дробилках и кольцевых мельницах и затворяют порошок водой до средней влажности 5-7 %. Для подготовки пластической массы суспензию обезвоживают на фильтр-прессах до влажности 20-25 % или готовят сухим способом, увлажняя массу, полученную смешиванием предварительно измельченных материалов в лопастных смесителях. Пластичную массу формуют в прессах-экструдерах протяжкой в виде ленты, которую нарезают на отдельные заготовки. Технология керамической плитки включает в себя ряд последовательных стадий, которые можно кратко описать так: хранение сырья; подготовка сырья (пресс-порошка сухим или мокрым способом либо массы для пластического формования); формование; сушка заготовок; приготовление и нанесение глазури, декорирование; обжиг (с глазурью или без); полировка (керамогранита); сортировка и упаковка. Производство плитки осуществляется на поточно-конвейерных линиях, включающих целый комплекс оборудования, каждый агрегат которого является самостоятельным узлом в единой технологической цепи: прессы полусухого прессования, распределительно-разгрузочные устройства прессованных полуфабрикатов перед сушкой и обжигом, сушилки распылительного типа, глазуровочные и декорирующие устройства, печи скоростного обжига, установки для сортировки и упаковки изделий.

На основе сравнения существующих методов производства, а также исходя из физических свойств глины для изготовления керамических плиток в работе принят метод полусухого прессования. В работе приведена технологическая схема производства, выбрано основное и вспомогательное оборудование, выполнены расчеты материального и теплового балансов производства, теплотехнический расчет распылительной сушилки, экономический расчет, дана экологическая оценка предприятия. В состав основного оборудования входят: глинорыхлитель, ящичный питатель, камневые вальцы, шахтная мельница, вальцы тонкого помола, вибросита, тарельчатый питатель, гидравлический пресс, сушилка распылительного типа, щелевая роликовая печь, и др. Срок окупаемости предприятия составит 7 лет. Масштабы производства позволяют полностью удовлетворить строительные организации и частных потребителей, осуществляющих строительство и реконструкцию промышленных и гражданских объектов, в керамической плитке.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ В РОТОРНО-КАВИТАЦИОННОМ активаторе

Толстоухов С.А., Цымбалов А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[sergei.tolctouhov@gmail.com](mailto:sergei.tolctouhov@gmail.com)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Блиничев В.Н. (ИГХТУ)

Диспергирование – это процесс мельчайшего измельчения твердых тел или жидкости, в конечном итоге которого формируются дисперсные системы: суспензии, эмульсии, порошки, аэрозоли.

В данной работе мы изготовили, собрали и испытали лабораторную установку с коллоидно-кавитационной машиной для образования эмульсии в системе вода-трансформаторное масло.

Смесь, подвергающаяся активации, поступает во входной патрубок диспергатора, вследствие наличия там разрежения, создающегося быстровращающимся ротором, выполненном в виде усеченного конуса из капролона с каналами и расположенный в металлическом корпусе. Активируемая смесь проходит через узкий кольцевой зазор между ротором и статором, испытывая большие сдвиговые напряжения, пропорциональные вязкости смеси и градиента линейной скорости по радиусу зазора. Так как на статоре и роторе находится большое количество канавок, то при вращении ротора за счёт канавок в смеси мгновенно образуются кавитационные пузырьки, создавая локальные нормальные напряжения импульса давления. Схлопывающиеся кавитационные пузырьки резко интенсифицируют процесс диспергирования капель масла.

Лабораторная установка имеет исходную емкость для воды (20 л.), емкость для масла, соединенную с трубопроводом, входящим в кавитационно-коллоидную машину через дозатор непрерывного действия.

Исследования получения эмульсии в непрерывном режиме работы установки при поддержании постоянного соотношения масло+вода проводились следующим образом. Предварительно были прокалиброваны расходы воды как функция высоты уровня жидкости в емкости для воды и расходы масла как функция числа оборотов дозатора, регулируемого частотным преобразователем привода дозатора.

Методика проведения каждого опыта по эмульгированию масла в воде заключается в следующем: сначала открывается кран на емкости с водой. Как только поток воды подходил к патрубку подачи масла, сразу включался дозатор масла и открывался кран подачи масла в воду и запускалась диспергирующая машина. Первый поток диспергированной жидкости в объеме (2-4 л.), полученный в неустановившемся режиме работы установки собирался отдельно, а для анализа дисперсионного состава и устойчивости эмульсии отбирались пробы в установившемся режиме работы установки. Для минимизации расходов масла и отбора проб в установившемся режиме работы в проводимом опыте сразу были задействованы 3 исследователя.

Число оборотов ротора дисперсионной машины можно было изменять в широком диапазоне от 1500 об/мин до 6000 об/мин за счет регулирования частоты тока двигателя кавитационного диспергатора.

На установке были проведены десятки опытов при различных числах оборотов ротора и разных видах ПАВ.

После каждого опыта определялся дисперсионный состав эмульсии на анализетте-22 в ИХР и изучалась кинетика их устойчивости. Дисперсионный состав эмульсии определялся сразу после ее получения, через сутки и через 3 суток.

В результате проведенных исследований показано, что на дисперсионный состав эмульсий существенное влияние оказывает число оборотов ротора диспергатора и меньшее влияние тип ПАВ. В исследованиях было использовано 3 типа ПАВ.

Как показывает практика, при числе оборотов ротора 3000 об/мин средний размер частиц масла в эмульсии был равен 2,42 мкм, при 4500 об/мин – изменился незначительно и составлял 2,4 мкм, а при 6000 об/мин – был равен 1,93 мкм.

# АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛА МЕТОДОМ ВДАВЛИВАНИЯ

Тютюкин И.Ю., Левин П.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[mechanics@isuct.ru](mailto:mechanics@isuct.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Козловский А.Э.

Методы определения параметров вязкости разрушения занимают всё большее место в металловедении наряду с уже давно существующими методами оценки статической и динамической прочности по данным традиционных испытаний на растяжение, усталость, ударную вязкость при различных температурах и т.д. Однако параметры вязкости разрушения (при наличии надёжной методики испытаний) являются константами материала, а свойства, определяемые при традиционных испытаниях, в большой степени зависят от размеров и формы конкретного лабораторного образца.

Таким образом, для надёжной эксплуатации ответственных деталей машин высокой прочности является обеспечение определённого запаса пластичности и вязкости, т.е. характеристики пластичности и вязкости являются как бы составными элементами прочности металла.

В процессе пластической деформации происходит упрочнение металла за счёт перемещения отдельных составляющих его кристаллической структуры. На перемещение затрачивается работа, величина которой определяется вязкостью металла. По мере увеличения деформации и затраченной на неё работы запас вязкости расходуется, способность металла к пластической деформации снижается, характеристики прочности растут.

В настоящее время для определения вязкости разрушения наиболее распространены испытания металлов при ударном изгибе образца с надрезом, а также при статическом внецентренном растяжении образца с надрезом и трещиной. Однако для проведения этих испытаний требуется точная вырезка большого количества образцов и их невозможно применить к готовым изделиям.

Процесс пластической деформации металла можно изучать с помощью испытаний статическим вдавливанием стандартного шарового индентора в плоскую поверхность испытуемого материала и уравнения Мейера:  $P = ad^n$ , где  $a$  и  $n$  – постоянные коэффициенты, характерные для данного материала;  $a$  зависит от диаметра шара;  $n$  зависит от способности металла к пластическому деформированию.

В данной работе исследовался процесс пластической деформации стали марки 20. Испытания проводились на приборе для определения твёрдости методом Бринелля. В качестве инденторов применялись стандартные шары диаметром  $D = 2,5; 5$  и  $10$  мм. Усилие вдавливания  $P$  изменялось от 300 до 300000 Н. Время вдавливания составляло 15 с. Диаметр отпечатка (лунки)  $d$  определялся с точностью до 0,05 мм.

Построены зависимости деформации металла от нагрузки при различных инденторах. Показано, что они имеют степенной характер. Из этих зависимостей следует, что по мере увеличения нагрузки способность металла к пластической деформации снижается, запас вязкости постепенно вырабатывается, происходит явление наклёпа.

На основании полученных кривых была построена усреднённая линейная зависимость «нагрузка – деформация» в осях  $\ln P_1/P_2 - \ln d_1/d_2$ , где  $P_1$  и  $P_2$  – произвольные нагрузки в двух опытах;  $d_1$  и  $d_2$  – деформации, соответствующие указанным нагрузкам. Показано, что тангенс угла наклона этой прямой соответствует коэффициенту пластичности  $n$  в уравнении Мейера. Усреднённый коэффициент  $n$  можно рассматривать как объёмную характеристику способности металла к пластической деформации.

Таким образом, с помощью анализа диаграмм вдавливания металла можно оценивать его способность к пластической деформации и явлению наклёпа, а также запас вязкости, препятствующий его разрушению.



## РАЗРАБОТКА БАРАБАНА-ОМАСЛИВАТЕЛЯ

Филиппов Е.Г.

Ивановский государственный химико-технологический университет

djon\_vlom@mail.ru

Научный руководитель: старший преподаватель Постникова И.В. (ИГХТУ)

В настоящее время поставлена задача целью которой является определение основных размеров барабана-омасливателя, его гидравлического сопротивления. В расчет вспомогательного оборудования входит: подбор вентиляторов, циклона, рукавного фильтра. По результатам расчета, по нормальям подбирают стандартное оборудование.

Основная функция барабана-омасливателя – нанесение защитного покрытия на гранулы готового удобрения, что снижает слеживаемость продукта, и удобрение сохраняет рассыпчатость, в том числе и при транспортировке. Соответственно, качество готовой продукции значительно повысится.

Антислеживателем обрабатывается вся линейка гранулированных минеральных удобрений. До перехода на барабанную обработку это делалось на ленте. Удобрения двигались по ленточному транспортеру и сверху из форсунок их орошали соответствующей смесью. Поскольку удобрения на ленте были насыпаны в несколько слоев, часть гранул могла остаться необработанной.

Барабанная обработка дает 100-процентную эффективность. Гранулы удобрения сыплются в барабан. Туда же по форсункам подается воздух одновременно с подогретой аминотмасляной смесью. Смесью в виде образовавшихся капель попадает на гранулы, которые окатываются антислеживателем на всем пути продвижения к выходу из барабана. К тому же в барабане гранулы соприкасаются друг с другом, в результате чего аминотмасляная смесь равномерно распределяется по всей их поверхности.

Основные задачи проводимых расчетов:

а) расчет основных габаритов аппарата;

б) составление теплового баланса;

в) расчет вспомогательного оборудования.

г) экономическая оценка проектных решений и охрана труда.

Произведен первоначальный расчет стоимости оборудования, инструмента, инвентаря и амортизационных отчислений.

## РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВАКУУМНОГО ДЕАЭРАТОРА

Фролов И.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[sekret37@bk.ru](mailto:sekret37@bk.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Чагин О.В.

Целью расчетно-графической работы «Расчет и проектирование вакуумного деаэраатора» является закрепление теоретического материала по основным вопросам дисциплины а также получение навыков самостоятельной работы в области проектирования теплоиспользующих установок. Деаэрационные установки располагаются на различных предприятиях теплоэнергетики и являются последней ступенью удаления из воды растворенных в ней коррозионно-активных газов (кислорода и диоксида углерода). После деаэрааторов содержание в воде коррозионно-активных газов не должно превышать определенных стандартами величин. В расчетно-графической работе предусматривается проектирование струйно-барботажного вакуумного деаэраатора вертикального типа. Вакуумные деаэрааторы вертикального типа имеют единичную производительность от 5 до 300 м<sup>3</sup>/ч и распространены преимущественно в котельных различного назначения. На ТЭЦ и в крупных котельных применяются горизонтальные вакуумные деаэрааторы производительностью от 400 до 1200 м<sup>3</sup>/ч. Вертикальные вакуумные деаэрааторы отличаются относительной простотой конструкции и могут быть изготовлены непосредственно на том предприятии, где планируется их установка, поэтому для инженера-теплоэнергетика очень важно уметь грамотно подобрать, рассчитать, установить деаэраатор и правильно его эксплуатировать.

По способу распределения воды в паре деаэрааторы подразделяются на пленочные, струйные и капельные. Деаэрааторы с барботажем воды паром называются барботажными. В случае применения в деаэрааторе одного из указанных способов деаэраатор считается одноступенчатым, при комбинации нескольких способов – двух- или трехступенчатым. В настоящее время на ТЭЦ и в котельных применяются в основном двухступенчатые струйно-барботажные деаэрааторы. Однако в эксплуатации находится значительное число одноступенчатых (пленочных и струйных) аппаратов.

Широкое распространение струйно-барботажных деаэрааторов обусловлено требованиями глубокой дегазации воды и полного удаления СО<sub>2</sub>. Кроме того, применение двухступенчатых деаэрааторов позволяет также сократить высоту деаэрационной колонки.

# РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛОННЫ СИНТЕЗА АММИАКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА

Хайдин А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[artem.haydin@mail.ru](mailto:artem.haydin@mail.ru)

Научный руководитель: профессор Натарева С.В. (ИГХТУ)

Целью данной работы является:

5. Разработка и проектирование колонны синтеза аммиака.
6. Описание технологического процесса и схемы получения аммиака.
7. Модернизация и автоматизация оборудования.
8. Экономическая оценка проектных решений и охрана труда.

В данном проекте рассмотрены теоретические основы процессов производства аммиака в энерготехнологическом агрегате оптимально-большой единичной мощности (1700 т/сутки), а также технологическое и конструктивное оформление стадии синтеза аммиака. Большое внимание обращено на технологию производства, обеспечивающие надежность и конструированию колонны синтеза. Рабочее давление – 32,4МПа, диапазон рабочих температур 450-520<sup>0</sup>С.

Описан технологический процесс, приведены характеристики сырья и готовой продукции, а также характеристики основного и вспомогательного оборудования.

Произведены технологический, механический расчёты, первоначальный расчет стоимости оборудования, инструмента, инвентаря и амортизационных отчислений. Найдены инвестиционные издержки:

Используемая литература:

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/ Г.С. Борисов, В.П. Брыков. Ю. И. Дытнерский и др. Под ред. Ю. И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. М.:Химия, 1991 – 496 с.
2. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи. Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и аппараты химических производств»/И. В. Доманский, В. П. Исаков, Г. М. Островский и др.; Под. общ. ред. В. Н. Соколова – Л.: Машиностроение, Ленинград, отд-ние, 1982. – 384 с., ил.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. –728с.,ил.
4. Симулин Н.А., Мельников Е.Я. и др. Справочник азотчика: т.1.- М.:
5. Химия, 1967.-492с.
6. Дытневский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической
7. Семенова В.П. Производство аммиака.- М.: Химия,1985.-368с.
8. Лашинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: Справочник.- Л.: Машиностроение, 1981.-382с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭМУЛЬГАТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОМАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Цымбалов А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[andrey180494@list.ru](mailto:andrey180494@list.ru)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Блиничев В.Н. (ИГХТУ)

Эмульсии – очень известный как в природе, так и в индустрии тип гетерогенных дисперсных систем, состоящих из двух или нескольких жидких фаз, при которых одна жидкая фаза (внутренняя фаза) распределена в другой жидкой фазе (внешняя фаза).

Сложность получения стабильных эмульсий заключается в том, что устойчивость зависит от многих факторов, например, таких как поверхностное натяжение, дисперсность частиц, температура, вязкость дисперсионной среды, процентное соотношение воды и масла. Одной из проблем в получении устойчивости является склонность эмульсии к коалесценции, флокуляции, расслоению и седиментации.

Применение эмульгаторов является одним из способов повышения устойчивости эмульсий и снижения процесса коалесценции. Для достижения эффективного диспергирования дисперсной фазы, величина межфазного поверхностного натяжения должна быть уменьшена путем минимально возможных концентраций эмульгатора. Другим важным результатом эмульгаторов является увеличение вязкоупругости граничной поверхности так, что ее перемещение затруднено.

Эмульгаторы представляют собой поверхностно-активные вещества. Они могут образовывать различные типы эмульсии. На инверсию фазы может влиять состав, фазовый объемный коэффициент, температура, а также порядок добавленных веществ и тип дисперсии.

В прямых эмульсиях (масло в воде) лучше всего стабилизируют водорастворимые эмульгаторы, а в обратных (вода в масле) маслорастворимые эмульгаторы. Соотношение полярных и неполярных групп в пределах молекулы эмульгатора играет огромную роль для выбора эмульгаторов. Необходимое количество эмульгатора зависит от среднего размера частиц. Чем значительнее поверхность, тем больше необходимо эмульгатора и, следовательно, выше коэффициент фазового объема.

Образованные капли эмульсии должны быть защищены эмульгатором, как можно быстрее от их слияния. Эмульгаторы образуют пленку на граничной поверхности, погружая свои полярные, гидрофильные концевые группы в водную фазу и направляя гидрофобные группы на неполярную масляную фазу.

При выборе поверхностно-активных веществ, для стабилизации эмульсий, руководствуются принципом чисел ГЛБ - гидрофильно-липофильным балансом. Чем больше ГЛБ, тем сильнее баланс сдвинут в сторону гидрофильных свойств, и тем лучше данное вещество растворяется в воде.

ПАВ с числом ГЛБ от 8 до 18 (гидрофильные) лучше растворимы в воде, чем в масле, и стабилизируют эмульсии 1-го рода, если величина ГЛБ от 3 до 6 (липофильные) стабилизируют эмульсии 2-го рода. Наиболее продуктивными эмульгаторами для получения прямых эмульсий являются натриевые соли жирных кислот (мыла), а также алкилсульфаты, алкилсульфонаты и т.д. Для обратных эмульсий в качестве эмульгаторов лучше всего использовать сорбитан тристеарат и сорбитан моноолеат.

Для реализации задачи получения высокодисперсных, устойчивых, водомасляных эмульсий в работе были применены 3 типа эмульгаторов: ЭПЛ-1 (продукт на основе аммонийных солей сульфата алкилполигликолиевого эфира), СК-2 и СК-2 концентрат, основным действующим веществом является ди (2-этилгексил) сульфосукцинат.

В ходе исследований было установлено, что в случае стабилизации эмульсии только анионными ПАВ время жизни эмульсии составляет около 9-10 часов, неионными ПАВ не превышает 3-4 часов. При использовании комбинированного метода ПАВ ЭПЛ-1 и СК-2, ЭПЛ-1 и СК-2 конц. с пропорциями 1:1, 1:2, 2:1, 1:5 и 5:1 время жизни эмульсий увеличивается в несколько раз.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПИВНЫХ НАПИТКОВ

Чинаев А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[gort888@gmail.com](mailto:gort888@gmail.com)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Чагин О.В.

Проблема повышения эффективности производства пива на современном этапе развития экономики невозможно без привлечения новых инновационных технологий и современного высокоэффективного оборудования. Затираание является важнейшим процессом производства сусле, цель которого заключается в переводе нерастворимых веществ солода в растворимые. Решающее значение при этом приобретает процесс превращения веществ. По экономическим соображениям большинство нерастворимых соединений пытаются перевести в растворимые, чтобы получить как можно больше экстракта. Однако имеет значение не только количественное содержание, но и качество экстракта, так как присутствие определенных соединений (например, дубильных веществ из оболочек) весьма нежелательно, тогда как другие соединения (например, определенные сахара или продукты расщепления белков) совершенно необходимы. На процесс затираания зернопродуктов оказывают влияние различные факторы: температура, длительность процесса, концентрация затора и др. Особое значение имеет температурный режим, который и определяет ход биохимических превращений. Затор выдерживают при различных температурах, которые являются оптимальными для действия солодовых ферментов. На процесс расщепления крахмала оказывает влияние концентрация затора. В относительно жидких заторах в раствор переходит больше экстракта, однако более плотные заторы защищают ферменты от слишком быстрой термической инактивации (благодаря защитному действию коллоидных частиц затора и растворенных веществ). Благодаря этому в более плотных заторах повышается количество сбраживаемых сахаров. В последнее время на пивоваренных предприятиях широко распространено высокоплотное пивоварение, суть которого заключается в переработке высококонцентрированных заторов. Этот способ намного повышает эффективность производства за счет большего накопления сухих веществ в сусле, экономии сырья и энергоресурсов. В связи с этим в ряде отраслей промышленности нашли широкое применение роторно-пульсационные аппараты (РПА), которые сочетают принципы работы центробежного насоса, дисмембратора, дезинтегратора и коллоидной мельницы. РПА используют при переработке растительного сырья, в том числе и зернопродуктов. Аппараты такого типа применяют на стадии подготовки сырья в спиртовом производстве, и это направление активно развивается. РПА обеспечивает активный гидродинамический режим, эффективные турбулизации и пульсации потока, кавитационные эффекты. Эффективность переработки сырья с использованием РПА достигается за счет одновременного протекания процессов доизмельчения помола зерна, растворения и гидролиза крахмала. Отличительной особенностью данного аппарата от традиционных конструкций является установка направляющих лопастей в области между зубьями ротора и внутренней стенкой корпуса. Это позволяет осуществить направленное движение материальных потоков, что увеличивает продолжительность обработки сырья в рабочей зоне за счет многократного прохождения обрабатываемого продукта через прорезы ротора и статора. Кроме этого, установка направляющих лопастей приводит к снижению потребляемой энергии (приблизительно на 5%). Это можно объяснить снижением гидравлических сопротивлений при движении потока в области между зубьями ротора и внутренней стенкой корпуса.

Для улучшения процесса производства пивных напитков наиболее эффективно замена традиционного оборудования для затираания на РПА с направляющими лопастями.

# ОБЗОР ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОСАДИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРИФУГ ДЛЯ ОСВЕТЛЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ

Шилов М. В., Константинов М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[coco-cola96@bk.ru](mailto:coco-cola96@bk.ru),

Научный руководитель: к.т.н., ст. пр. Козлов А. М. (ИГХТУ)

В настоящее время существует значительное количество различных конструкций центрифуг. Все они, в соответствии с классификацией, подразделяются по следующим признакам: технологическому назначению, способу проведения процесса (непрерывные или периодические), основному конструктивному признаку, а также по способу выгрузки осадка из ротора центрифуги.

Осадительные центрифуги со шнековой выгрузкой осадка предназначены в основном для разделения суспензий с нерастворимой твердой фазой и применяются для обезвоживания кристаллических и зернистых продуктов, классификации материалов по крупности, плотности и осветления суспензий. Главное достоинство этих центрифуг - непрерывность процесса и высокая производительность при низком удельном расходе энергии в массе машины. Также существуют такие недостатки, как: невысокая степень обезвоживания осадка; невозможность проведения в машине качественной промывки; быстрый износ шнека и ротора при обработке абразивных продуктов.

Центрифуги с вибрационной выгрузкой осадка представляют собой нормальные фильтрующие центрифуги непрерывного действия с вертикальным или горизонтальным фониическим ротором. Их главным недостатком является то, что нет возможности регулировать скорость движения осадка вдоль стенок ротора.

Горизонтальные центрифуги с ножевым устройством для удаления осадка являются отстойными (ОГН) или фильтрующими (ФГН) центрифугами периодического действия с автоматизированным управлением. Они могут быть использованы для разделения суспензий в широком диапазоне дисперсностей и концентраций твердой фазы.

Сильными сторонами центрифуг ФГН и ОГН является: простота конструкции; большая гамма габаритных размеров; автоматическое управление; возможность обработки суспензий в широком диапазоне концентраций твердой фазы и размеров частиц; высокое качество промывки твердой фазы (на центрифугах ФГН); получение осветленной жидкой фазы. Также существуют такие недостатки, как: при срезе ножом происходит измельчение кристаллов (такие центрифуги непригодны для сахарной промышленности); периодичность процесса, не всегда позволяет включать машины в автоматические и особенно в непрерывно-действующие технологические линии; неравномерное использование при различных операциях мощности электродвигателя; тяжеловесность машин; неспособность к самобалансировке ротора при загрузке, часто приводящая к возникновению сильных вибраций и связанная с этим необходимость установки их на мощных виброизоляционных фундаментах.

Многолетние исследования отечественных и зарубежных ученых в области процессов центробежного разделения и его аппаратного оформления показывают, что применение центрифуг может дать значительный экономический эффект в сложившихся традиционных производствах, открывает широкие возможности для создания принципиально новых, простых, высокопроизводительных технологических систем.

## РАЗРАБОТКА БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ-ГРАНУЛЯТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Шумилин М.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Mazaj.08.98@gmail.com](mailto:Mazaj.08.98@gmail.com)

Научный руководитель: старший преподаватель Гаврилин В.М.

В настоящей работе была рассмотрена барабанная сушилка-гранулятор. Предназначена для гранулирования аммофосной пульпы и сушки полученных гранул. СГБ4-22-Л установлена на фундаменте под опорно-упорные станции и электромеханический привод. Аппарат имеет загрузочную и разгрузочную камеры. Насадка – винтовая, лопастная прямоточного режима.

Основные задачи проводимых исследований:

А) Рассмотреть барабанную сушилку-гранулятор и узнать его характеристики  
Б) Рассчитать материальный и тепловой баланс сушилки-гранулятора.  
В) Составить проектно-конструкторскую часть с расчётом барабанной сушилки-гранулятора.

Г) Рассмотреть возможность увеличения производительности.

В данной части работы выполнена только первая задача исследований.

На предприятии я узнал параметры барабана, такие как производительность по испаренной влаге(9т/час)

Температуру теплоагента на входе в зону сушки (550-650 С)

Температуру теплоагента на выходе из зоны сушки (90-100 С).





# СИНТЕЗ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА $\text{CuO}$ ДЛЯ КАТАЛИЗАТОРОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНВЕРСИИ $\text{CO}$

Аверина Е.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Научный руководитель: д. т. н., профессор Ильин А. П.

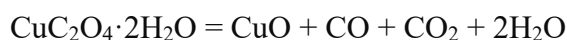
Оксидные материалы, благодаря своим разнообразным свойствам, находят широкое применение в производстве катализаторов, сорбентов, щелочных аккумуляторов, металлохимических изделий, производства приборов и материалов электронной техники.

В последние годы сильно возрос интерес исследователей к оксидным нано-материалам, полученным термолизом оксалатов металлов, что связано с обнаруженными у них необычных физических и химических свойств.

В нашем случае необходимо было получить высокодисперсный оксид  $\text{Cu}$ , так как это соединение, наносимое на катализаторную основу, получило наибольшее применение в процессе низкотемпературной конверсии  $\text{CO}$  в производстве аммиака.

В связи с этим был изучен процесс растворения металлического порошка  $\text{Cu}$  в 30% - ном растворе щавелевой кислоты в условиях ультразвуковой обработки с частотой 20 кГц.

Установлено, что в результате 30 минут обработки с последующим упариванием металлический цинк полностью растворялся в щавелевой кислоте:



После 30 минут обработки в УЗП степень растворения металлической меди достигает 95-97%.

На термограмме продукта присутствует 3 экзотермических эффекта, которые свидетельствуют о протекании следующих процессов:



Полученные термолизом оксалатов меди и цинка оксиды обладают высокой величиной удельной поверхности, соответственно 90 и 50  $\text{m}^2/\text{г}$  и могут быть использованы в производстве катализаторов.

# НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ МОЛИБДАТА ЖЕЛЕЗА МЕХАНОХИМИЧЕСКИМ И ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ МЕТОДАМИ

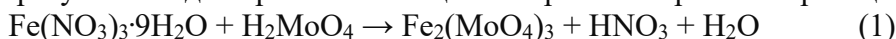
Бабичев И.В., Дао Киен Кыонг

Ивановский государственный химико-технологический университет

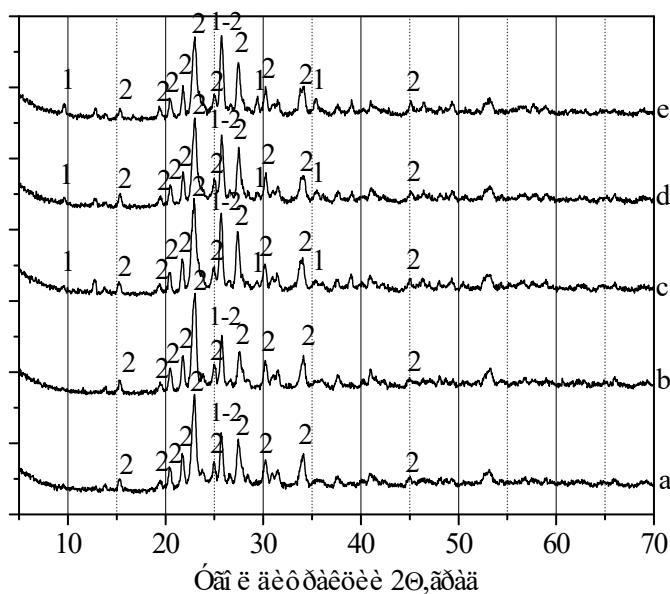
e-mail: [ilyin@isuct.ru](mailto:ilyin@isuct.ru), [Sam255e@yandex.ru](mailto:Sam255e@yandex.ru)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Ильин. А. П.

В настоящее время для снижения температуры прокаливания и сократить число технологических стадий процесса синтеза при получении катализатора широкое распространение получил метод механохимического синтеза. Для получения молибдата железа и его твердых растворов с оксидом молибдена в процессе получения железомолибденового катализатора нами было предложено использовать нитрат железа  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и молибденовую кислоту  $\text{H}_2\text{MoO}_4$ . Взаимодействие между данными соединениями протекает в мягких условиях и осложняется лишь высоким содержанием воды, которая препятствует дальнейшей обработке пульпы. В процессе совместной механической обработки  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2\text{MoO}_4$  взаимодействие между компонентами смеси начинается с первых минут активации при этом интенсивно выделяются оксиды азота и образуется осадок ярко желтого цвета. При этом протекает реакция:



Образование оксидов азота, очевидно обусловлено разложением  $\text{HNO}_3$



Соотношение Mo:Fe: a-1,5 ; b-1,8 ; c-2,1; d-2,3; e-2,5; Индексируемые фазы: 1-h-MoO<sub>3</sub> 2-Fe<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>;

**Рисунок 1. Рентгенограмма активируемой смеси  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  и  $\text{H}_2\text{MoO}_4$  при 400°C**

Данные рентгенофазового анализа свидетельствует, что уже на этапе механической активации протекают процессы молибдатообразования и индексируется фаза  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$  [Рис.1] Кроме того на дифрактограммах образцов с атомным соотношением Mo:Fe>1,8 проявляются характерные рефлекс фазы h-MoO<sub>3</sub>, что обусловлено разложением молибденовой кислоты в процессе механической активации. Известно, что молибдат железа образует ряд твердых растворов с оксидом молибдена, такое взаимодействие приводит к образованию дефектного молибдата железа с избытком молибдена, который и считается каталитически активным. Увеличение содержания молибдена в активируемой смеси сопровождается к симбатным увеличением интенсивности характерных рефлексов фазы h-MoO<sub>3</sub>. Кроме того изменяется также и положение 100%-го пика  $2\theta=25,7^\circ$ , что обусловлено наложением пиков 210 для h-MoO<sub>3</sub> и 402 для  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$ .

Молибдат железа, полученный гидротермальным методом, при 100°C в течение 3 часов образуется хорошо окристаллизованные фазы h-MoO<sub>3</sub>, β-MoO<sub>3</sub> и Mo<sub>4</sub>O<sub>11</sub>. Увеличение времени ГТО до 5 часов приводит к сильной аморфизации продукта. Формирование данной фазы, которая не может быть проиндексирована как одна из известных кристаллических фаз молибдата железа. Гидротермальная обработка, в течение 10 часов приводит к практически полному превращению молибдат железа  $\text{Fe}_2(\text{MoO}_4)_3$ . Увеличение температуры гидротермальной обработки до 160°C полностью завершается в течение 3 часов.

## ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

Батанов А. А., Попов Д. С., Сапогова Д.В., Горянская В.А., Чуясова А.А.  
Ивановский государственный химико-технологический университет  
[Alexander9337@yandex.ru](mailto:Alexander9337@yandex.ru)

Научный руководитель: к. т. н., с.н.с. Румянцев Р. Н.

Метанол является одним из важнейших по значению и масштабам производства органическим продуктом, выпускаемым химической промышленностью [1].

Главным образом он используется в производстве формальдегида, в лакокрасочной промышленности для изготовления растворителей при производстве лаков. В последнее время он все чаще используется для получения олефинов (МТО).

Механохимический и сонохимический метод получения катализаторов являются перспективными, более экологически чистыми, по сравнению с традиционными методами, такими как осаждение и пропитки. К достоинствам механохимического и сонохимического методов являются относительно высокая производительность, возможность получения нанокompозитов, малостадийность, возможность получения более чистых порошков, по сравнению с традиционными методами.

Целью работы является получение медьцинкалюминиевых катализаторов для синтеза метанола путем механохимической активации и ультразвуковой обработки (сонохимическим методом), а также сравнение их физико-химических и каталитических свойств со свойствами промышленного аналога, полученного традиционным методом осаждения.

В качестве сырья для получения Cu-Zn-Al катализаторов использовались малахит ( $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ), оксид цинка ( $\text{ZnO}$ ), гидроксид алюминия ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) и аммиачно-карбонатный раствор. Механическую активацию проводили в ролико-кольцевой вибрационной мельнице. Ультразвуковую обработку осуществляли на ультразвуковом диспергаторе УЗДН-2Т.

Для исследования физико-химических свойств катализаторов использовались такие методы как рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, синхронный термический анализ, метод низкотемпературной адсорбции-десорбции азота. В представленном докладе будут представлены результаты, в которых определены оптимальные условия получения катализаторов механохимической активацией и сонохимическим методом, а также показано влияние метода получения на его физико-химические и каталитические свойства.

С помощью энергодисперсионного анализа было установлено, что в состав промышленного катализатора входят, кроме основных компонентов (Cu, Zn), промотирующие добавки (Al, Mg). Очевидно, что алюминий и магний в данном случае играют роль структурных промоторов и необходимы для повышения прочности катализатора

Результаты метода низкотемпературной десорбции азота (БЭТ) показали, что исследуемые образцы, полученные механохимической активацией и ультразвуковой обработкой, имеет более развитую удельную поверхность по сравнению с промышленным аналогом:  $152,3 \pm 0,5$  и  $104,3 \pm 1,5$  м<sup>2</sup>/г,  $84,0 \pm 0,5$  м<sup>2</sup>/г, соответственно.

Микрофотографии, полученные на электронном микроскопе Vega 3 TESCAN, показали различие в морфологии всех полученных образцов друг от друга, а также от промышленного катализатора.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

1. Бочкарев В.В., Волгина Т.Н. Катализаторы получения метанола из синтез-газа // Химическая промышленность сегодня. 2011. - №9. - С. 18-23.

# ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЧНОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ НА АКТИВНОСТЬ НАНЕСЁННОГО НИКЕЛЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА В РЕАКЦИИ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ СТИРОЛА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Бешенов Е.С., Костров О.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[okostrovon@gmail.com](mailto:okostrovon@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., н.с. Прозоров Д.А., к.х.н., н.с. Афинеевский А.В.

Восстановление основной массы промышленно важных соединений, содержащих связь  $>C=C<$ , протекает на никелевых катализаторах. Известно, что массивные и нанесённые никелевые катализаторы практически не обладают селективными свойствами в реакциях гидрогенизации. Активность и селективность металлических катализаторов определяется адсорбционными свойствами их поверхности по отношению к реагирующим веществам. Можно предполагать, что вывод активных центров поверхности с определённой энергией из зоны реакции позволит целенаправленно контролировать селективные свойства катализаторов на основе никеля.

Целью работы являлось исследование каталитических свойств частично дезактивированного нанесенного никелевого катализатора сульфид-ионом в реакциях жидкофазной гидрогенизации стирола в водной среде при атмосферном давлении водорода.

Широкое применение в промышленности нашёл скелетный никелевый катализатор, поэтому в качестве катализатора сравнения выбран именно он. Выявление количественных характеристик активных центров металла удобно производить на нанесённых катализаторах, где существует возможность варьировать количество нанесённого металла, следовательно, количество активных центров. В работе был использован нанесённый на силикагель никелевый катализатор [1]. В качестве носителя брали «Силикагель Л 5/40μ», средний радиус частиц 5 мкм, удельная поверхность  $276 \pm 5$  м<sup>2</sup>/г. В качестве каталитического яда был выбран сульфид натрия (Na<sub>2</sub>S). Дезактивацию катализатора проводили по разработанной ранее методике [2]. Кинетические исследования реакции жидкофазной гидрогенизации проводили статическим методом в нестационарных условиях в герметичном жидкостном реакторе, обеспечивающим интенсивное перемешивание реакционной массы, при атмосферном давлении водорода.

Экспериментальные данные, полученные в работе позволяют утверждать, что нанесённый никелевый катализатор является более устойчивым к воздействию каталитического яда, чем никель Ренея. Это объясняется кислотно-основными свойствами SiO<sub>2</sub>, который вносит свою роль в селективность дезактивации. Так же в ходе работы была исследована кинетическая зависимость гидрирования *стирола* при нормальных условиях, позволяющая получить статистические данные, включаемые в многоцелевое исследование нанесенного никелевого катализатора, получаемого методом осаждения из раствора.

1. Прозоров Д.А., Афинеевский А.В., Осадчая Т.Ю. Способ получения катализатора реакций гидрогенизации пат. 2604093. Рос. Федерация. №2015143251, заявл. 09.10.2015; опубл. 14.10.2016. Бюл. №34. 9с.

2. Прозоров Д. А., Лукин М. В., Улитин М. В., Вдовин Ю.А. Контролируемая дезактивация скелетного никелевого катализатора в реакциях жидкофазной гидрогенизации с помощью сульфида натрия//Кинетика и катализ. – 2013. – Т. 54. –№4. – С. 434.

# ПРИМЕНЕНИЕ ИЗОКОНВЕРСИОННОЙ КИНЕТИКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ЦЕОЛИТОВ

Борисова Т. Н., Гордина Н. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[borisova.tat.n@gmail.com](mailto:borisova.tat.n@gmail.com)

Научный руководитель: к. т. н., доцент Гордина Н. Е.

Термическая обработка гранул является одной из ключевых стадий синтеза цеолита. На этой стадии происходит увеличение прочности гранул и формирование новых фаз. Тем не менее, несмотря на большое количество публикаций, процесс термической обработки изучен недостаточно полно, поэтому является весьма актуальным изучить кинетику термохимических процессов. Для исследования твердофазных процессов нашли применение изоконверсионные методы анализа.

Для математической обработки данных неизотермической кинетики используют модель-независимые методы, такие как интегральные анализы Озава–Флинн–Уолла [1, 2] и Киссинджер–Акахира–Суносе [3] и многие другие, которые позволяют компенсировать неоднозначные экспериментальные измерения дифференциальных методов.

Основная цель данной работы – исследование влияния состава исходной смеси и предварительной обработки на термохимические процессы.

Для изоконверсионного кинетического анализа цеолитов представляет интерес температурный интервал 500–800 °С, в котором протекают реакции синтеза алюминатов натрия. Из данных неизотермических исследований видно, что процессы дегидратации и синтеза сильно растянуты в температурно-временном диапазоне. Это серьезно затрудняет построение базовой линии для DSC-кривой и определение начала и конца термохимических процессов. Тем не менее, после математической обработки DTG-кривые могут быть полезны для определения начальной и конечной температур. По этим кривым были определены начало и окончание синтеза алюмосиликатов. В указанных температурных диапазонах были рассчитаны степени превращения для трех скоростей нагрева.

Необходимо отметить, что способ предварительной обработки смеси метакаолина и гидроксида натрия оказывает влияние на характер изменения кажущейся энергии активации. Так, для смеси без предварительной обработки (БПО) значения кажущейся энергии активации ( $E$ ) достаточно быстро увеличиваются с 80 до 280–300 кДж моль<sup>-1</sup> и при степенях превращения более 0.4 остаются на постоянном уровне, что свидетельствует о постоянстве механизма реакции при этих степенях превращения. В смесях после ультразвуковой обработки (УЗО) монотонное увеличение значений  $E$  наблюдается практически во всем диапазоне степеней превращения и только при значениях  $x > 0.7$ – $0.9$  выходит на постоянный уровень около 250 кДж моль<sup>-1</sup>. Предварительная механохимическая активация (МХА) также дает монотонный рост значений  $E$  на всем интервале степеней превращения. Отметим, что и УЗО, и МХА дают меньшие значения  $E$  по сравнению с образцом БПО.

Таким образом, при исследовании фазовых превращений и кинетики твердофазных процессов установлено, что расчеты значений кажущейся энергии активации и предэкспоненциального множителя с использованием методов Озава–Флинн–Уолла и Киссинджер–Акахира–Суносе дают близкие результаты. Рост кажущейся энергии активации с увеличением степени превращения свидетельствует об изменении механизма реакции. В смесях после ультразвуковой обработки и механохимической активации значения кажущейся энергии активации меньше, чем в смеси без обработки.

[1] Ozawa T. // Bull. Chem. Soc. Jpn. 1965. V. 38.

[2] Flynn J.H., Wall L.A. // J. Polymer Sci. B: Polymer. 1966. Lett. 4. P. 323.

[3] Kissinger H.E. // J. Res. Natl. Bur. Stand. 1956. V. 57. P. 217.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# СИНТЕЗ ГРАНУЛИРОВАННОГО ЦЕОЛИТА LTA ИЗ МЕТАКАОЛИНА С УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКОЙ

Войнова В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[vikulav1996@gmail.com](mailto:vikulav1996@gmail.com)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Прокофьев В.Ю. (ИГХТУ)

В ходе научной работы изучено влияние ультразвуковой обработки водной суспензии метаксаолина на процессы синтеза гранулированного без связующих LTA цеолита с молярным соотношением твердых ингредиентов  $6\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ :  $12\text{NaOH}$  (стехиометрическая) и  $6\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ :  $12\text{NaOH}$ :  $2\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Для проверки результатов были использованы методы рентгенофазового анализа, сканирующая электронная микроскопия и метод инфракрасной спектроскопии.

В ходе работы в смеси с избытком  $\text{Al}_2\text{O}_3$  после ультразвуковой обработки образуются алюминаты натрия кубической сингонии. Расшифровано, что после термической обработки гранул при  $650\text{ }^\circ\text{C}$  образуется  $\text{Na}_6\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{17}$ . В смеси с избытком  $\text{Al}_2\text{O}_3$  также обнаружен  $\text{Na}_8\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{18}$  (алюминат натрия кубической сингонии).

В процессе гидротермальной обработке алюмосиликатов натрия и непрореагировавшего метаксаолина в растворе  $\text{NaOH}$  с концентрацией 2 моль/л синтезируется LTA цеолит. Гранулы из стехиометрической смеси содержат 91 % цеолита, а остальное это непрореагировавший  $\text{Na}_6\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{17}$  и другие побочные продукты. Гранулы из смеси с избытком  $\text{Al}_2\text{O}_3$  содержат 97 % LTA.

Список литературы:

1. Natalya E. Gordina, Valery Yu. Prokof'ev, Yuliya N. Kul'pina, Olga E. Hmylova, Sevil I. Gazahova, Nina V. Petuhova// J Porous Mater (2017) 24:667–678

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ НА СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МОЛИБДАТА ХРОМА

Горянская В.А., Батанов А.А., Лебедев М.А., Гришин И.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)  
([vika\\_gor97@mail.ru](mailto:vika_gor97@mail.ru))

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. Румянцев Р.Н. (ИГХТУ)

Формальдегид является самым простым и наиболее важным альдегидом с мировым потреблением более 42 млн. тонн в год [1]. В настоящее время существуют два конкурирующих промышленных процесса получения формальдегида путем окисления метанола, на серебряных или железомолибденовых катализаторах [2; 3].

Активным компонентом железомолибденовых катализаторов является молибдат железа с избыточным содержанием оксида молибдена. Срок службы их работы не превышает двух лет. Одним из направлений усовершенствования этих катализаторов является подбор добавок, которые бы сократили потери молибдена в процессе эксплуатации.

В данной работе исследуется процесс синтеза молибдата хрома, который в дальнейшем планируется использовать в качестве добавки в железомолибденовый катализатор для улучшения его эксплуатационных свойств.

Синтез молибдата хрома осуществлялся с использованием в качестве исходного сырья оксидов хрома ( $\text{CrO}_3$ ), молибдена ( $\alpha\text{-MoO}_3$ ) и парамолибдата аммония ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ). Молибдат хрома получали тремя способами: путем совместной механической обработки исходных компонентов, взятых в мольном стехиометрическом соотношении, с дальнейшей термической обработкой полученной смеси; твердофазным синтезом без предварительной механической обработки и методом механохимической активации компонентов с добавлением воды, с дальнейшей термической обработкой.

В докладе будут представлены результаты рентгенофазового, рентгеноструктурного и синхронного термического анализа, сканирующей электронной микроскопии, низкотемпературной адсорбции-десорбции азота, с помощью которых будут определены оптимальные условия получения молибдата хрома, а также показано влияние метода получения на его физико-химические и каталитические свойства.

## Литература

1. Nikolenko, N. V., Kozhevnikov, I. V., Kostyniuk, A. O., Bayahia, H., & Kalashnykov, Y. V. (2018). Preparation of iron molybdate catalysts for methanol to formaldehyde oxidation based on ammonium molybdoferate(II) precursor. *Journal of Saudi Chemical Society*, 22(3), 372–379. doi:10.1016/j.jscs.2016.04.002
2. Whiting, G. T., Bartley, J. K., Dummer, N. F., Hutchings, G. J., & Taylor, S. H.. Vanadium promoted molybdenum phosphate catalysts for the vapour phase partial oxidation of methanol to formaldehyde. *Applied Catalysis A: General*, 2014, 485, 51–57. doi:10.1016/j.apcata.2014.07.029
3. Ivanov, K. I., & Dimitrov, D. Y. Deactivation of an industrial iron-molybdate catalyst for methanol oxidation. *Catalysis Today*, 2010, 154(3-4), 250–255. doi:10.1016/j.cattod.2010.03.051

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ, проект 3.1371.2017/4.6. Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

## МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КРЕМНИЙОКСИУГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ

Гришин И. С., Сайфуллин А. И., Лебедев М. А., Горянская В. А.  
Ивановский государственный химико-технологический университет  
[grish.in.03.97@gmail.com](mailto:grish.in.03.97@gmail.com)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Смирнов Н. Н.

Кремнийоксиуглеродные композиты – это довольно обширный класс соединений, под которыми обычно понимают оксикарбиды кремния, общую формулу которых можно представить как  $\text{SiO}_x\text{C}_y$ . Эти композиты интересны тем, что они имеют особенности в химическом строении. В частности они являются перспективными материалами для очистки экстракционной фосфорной кислоты. Структура оксикарбидов кремния представляет собой смешанную сеть из атомов кремния, тетраэдрически связанных с атомами кислорода и углерода, что приводит к образованию следующих стехиометрических соединений:  $\text{SiO}_4$ ,  $\text{SiO}_3\text{C}$ ,  $\text{SiO}_2\text{C}_2$ ,  $\text{SiO}_3\text{C}$  и  $\text{SiC}_4$  [1]. Оксикарбиды кремния получают пиролизом кремнийорганических полимеров, в частности полиорганосилоксанов. В результате образуется аморфный оксикарбид кремния, в структуре которого имеются вышеуказанные стехиометрические структурные единицы, однако в целом соединение получается нестехиометрическим. Так, исследовано достаточно много различных оксикарбидов, состав которых можно описать следующими формулами:  $\text{SiOC}_{2,9}$ ,  $\text{SiO}_{1,5}\text{C}_{3,9}$ ,  $\text{SiO}_{0,61}\text{C}_{6,22}$ ,  $\text{SiO}_{1,63}\text{C}_{11,49}$ , и т.д. [2].

Кремнийорганические полимеры являются достаточно дорогим сырьем для получения кремнийоксиуглеродных композитов, как, впрочем, и сам метод получения, подразумевающий использование высоких температур. Поэтому для их получения был использован механохимический синтез, поскольку механическое воздействие твердых тел приводит к ускорению химических реакций. В качестве сырья использовались более дешевые активированный уголь и диоксид кремния. Эти соединения были механохимически активированы в ролико-кольцевой вибромельнице.

Механохимическая обработка в течение 15 минут не привела к образованию кристаллической фазы, которую может представлять лишь карбид кремния  $\text{SiC}_4$ . В соответствии с этим очевидно, что готовый продукт представляет собой систему уголь – диоксид кремния – оксикарбид кремния. Образование последнего было подтверждено появлением на ИК-спектре полосы, отвечающей колебаниям связи Si-C. Кроме того, термическое воздействие на полученный продукт не приводило к выгоранию всего угля, что говорит о связывании его части в структуры, которые термически не разлагаются при температуре горения угля. Для определения точного химического строения синтезированных композитов необходимо более глубокие исследования. В частности, для применения оксикарбидов кремния в качестве материалов для очистки экстракционной фосфорной кислоты требуется определить оптимальный состав, который бы обеспечивал наилучшую степень очистки, и, соответственно, оптимальные условия синтеза с учетом экономических факторов.

1. Sen S. Carbon substitution for oxygen in silicates in planetary interiors / Sen S., Widgeon S. J., Navrotsky A., Mera J., Tavakoli A., Ionescu E., Riedel R. // Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America. – 2013. - №110. – С. 15904-15907.
2. Mazo M. A. Advanced silicon oxycarbide-carbon composites for high temperature resistant friction systems / Mazo M. A., Tamayo A., Rubio J. // Journal of the European Ceramic Society. – 2016. - №36. – С. 2443-2452.

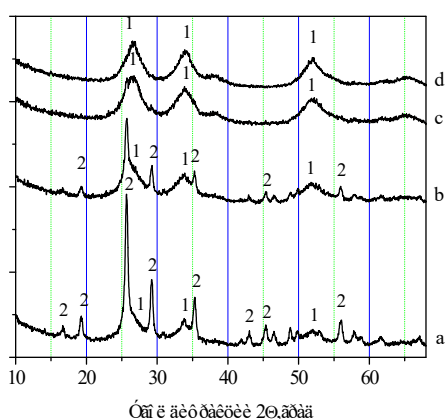


Ивановский государственный химико-технологический университет  
e-mail: kiencuong90@gmail.com

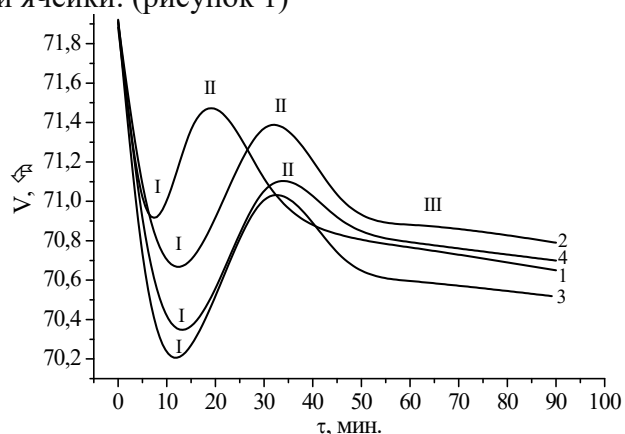
Научный руководитель: д. т. н., профессор Ильин. А. П.

При переработке метанола в целевые продукты сильное влияние оказывает не только среда, но и состав катализатора. Известно, что в результате взаимодействия между оксидами олова и молибдена существует ряд твердых растворов, структура которого определяется концентрацией компонентов.

В процессе совместной механической активации оксидов молибдена и олова происходит постепенное уменьшение характерных рефлексов фазы оксида молибдена при увеличении интегральной интенсивности рефлексов фазы оксида олова. Такое неоднозначное изменение интенсивности характерных рефлексов MoO<sub>3</sub> и SnO<sub>2</sub> свидетельствует не только о процессах измельчения и искажения кристаллической структуры индивидуальных оксидов, но и об образовании совместного нанодисперсного соединения. Таким образом, процесс совместной механической активации можно разделить на три этапа. На первой стадии происходит измельчение и активация оксида олова, сопровождающаяся уменьшением параметров кристаллической решетки и соответственно объема элементарной ячейки. На втором этапе наблюдается увеличение объема элементарной ячейки, связанное с внедрением атомов молибдена и распределением его в кристаллической решетке SnO<sub>2</sub>, т.е. образованием олово-молибденового твердого раствора. Третий этап связан с протекающими процессами пластической деформации кристаллической без существенного изменения объема элементарной ячейки. (рисунок 1)



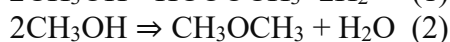
Соотношение SnO<sub>2</sub>:h-MoO<sub>3</sub>: а - 1:2,3; б - 1:1; в - 2,3:1; д - 5,7:1; SnO<sub>2</sub> (1) и h-MoO<sub>3</sub> (2)



Соотношение SnO<sub>2</sub>:h-MoO<sub>3</sub>: 1 - 5,7:1; 2 - 2,3:1; 3 - 1:1; 4 - 1:2,3; τ - время механической активации, мин.; V - объем элементарной ячейки, Å<sup>3</sup>

**Рисунок 1. Рентгенограммы продуктов и объема элементарной ячейки в процессе механической активации смеси SnO<sub>2</sub> и h-MoO<sub>3</sub>**

При конверсии метанола в кислородсодержащей среде на образцах олово-молибденового катализатора протекают реакции с образованием метилформиата и диметилового эфира в соответствии с реакциями:



Образование метилформиата на всех образцах катализатора начинается уже при температуре около 120°C, и при увеличении температуры возрастает. Следует отметить, что селективность процесса образования метилформиата достигает 91% при 215°C на образце содержащем 30% масс. MoO<sub>3</sub>. Увеличение содержания оксида молибдена в образцах до 70% масс. приводит к снижению селективности, однако температурный интервал образования метилформиата значительно расширяется. Таким образом, селективность процесса образования метилформиата и его температурный интервал существенно зависят от содержания оксида молибдена в катализаторе.

# ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДА АЗОТА (I)

Денисова К. О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Kristi1992\_1992@mail.ru

Научный руководитель: к. т. н., Ильин А. А.. (ТНВ)

В производстве азотной кислоты закись азота  $N_2O$  образуется как побочный продукт на стадиях окисления аммиака, как продукт технологического потока и в процессе селективного восстановления выхлопных газов аммиаком на стадии очистки. Целью работы – исследование процесса разложения оксида азота в различных газовых средах. Было рассмотрено влияние  $CO$ ,  $CO_2$ , паров воды, давления и температуры на обезвреживание технологических газов от закиси азота с применением катализатора на основе феррита кобальта, с различным соотношением  $Co_3O_4:Fe_2O_3$ . Состав опытных образцов катализатора и влияние технологических факторов на процесс каталитического разложения  $N_2O$  приведены в таблице. 1.

Таблица 1

№	Состав катализатора	Физико-химические характеристики катализаторов на основе феррита кобальта										
		$T_{50}$	$T_{100}$	$S_{уд}$	$H_2O$		$CO$		Количество кислотных центров			
					%	$T_{100,0}^{\circ}C$	%	$T_{100,0}^{\circ}C$	Слабые	Умеренные	Сильные	
1	$Co_3O_4 - 26\%$ $Fe_2O_3 - 74\%$	423	510	89,5	95	400	99	334	$2.502 \cdot 10^{18}$	$3.615 \cdot 10^{18}$	$1.181 \cdot 10^{19}$	
2	$Co_3O_4 - 34\%$ $Fe_2O_3 - 66\%$	478	548	117	98	453	97	356	$1.461 \cdot 10^{18}$	$1.953 \cdot 10^{18}$	$1.136 \cdot 10^{19}$	
3	$Co_3O_4 - 44\%$ $Fe_2O_3 - 56\%$	387	463	197	97	500	95	375	$1.396 \cdot 10^{18}$	$1.63 \cdot 10^{19}$	$2.02 \cdot 10^{17}$	
4	$CoFe_2O_4 - 90\%$ $Al_2O_3 - 10$	529	600	61								
5	$CoFe_2O_4 - 90\%$ $CuO - 10$	412	>600	148,1								
6	$CoFe_2O_4 - 90\%$ $La_2O_3 - 10\%$	398	463	121,4								

Для установления оптимального состава катализатора нами были приготовлены три образца катализатора на основе феррита кобальта. Установлено, что введение в состав катализатора оксида кобальта сверх стехиометрии повышает не только степень разложения  $N_2O$ , значительно снижает температуру зажигания катализатора. Так для стехиометрического феррита кобальта 100% степень разложения  $N_2O$  происходит при  $480^{\circ}C$ , то для образца №3 температура 100%-ого превращения  $N_2O$  уже  $450^{\circ}C$ . Увеличение давления до 3,5 атмосфер позволяет снизить  $T_{100}$  степень разложения  $N_2O$  на  $60-150^{\circ}C$ . Полученные результаты показывают, что удельная площадь поверхности феррита кобальта значительно увеличилась с  $89,5$  до  $197 \text{ м}^2/\text{г}$  после увеличения количества  $Co_3O_4$  на 10%. Таким образом, температура каталитической активности  $N_2O$  снижается до  $463^{\circ}C$ .

Конверсия  $N_2O$  в присутствии  $CO$  на катализаторах, характеризуется обладанием активного кислородного поверхностного комплекса, то есть  $N_2O$  может легко обеспечить кислородом до  $C_f(O)$  поверхностный комплекс, образующий при этом менее стабильный кислородно - поверхностный комплекс  $C(O)C_f(O)$ . Значительная разница между эффектом ингибирования  $H_2O$  и эффектом интегрированного ингибирования  $H_2O$  и  $O_2$  может быть объяснена с точки зрения конкуренции на активных центрах. Промотированная система  $Co_3O_4-Fe_2O_3-La_2O_3$  позволяет снижать  $T_{100}$  до  $462^{\circ}C$ . Большую активность образца  $CoFe_2O_4/La_2O_3$  по сравнению с другими можно объяснить его большей кислотностью.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ Ti-ИНТЕРКАЛИРОВАННОГО МОНТОРИЛЛОНИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ

Золотова А.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
anna\_zol98@mail.ru

Научный руководитель: Погонин А.Е. (ИГХТУ), Карасёв Н.С.(ИГХТУ)

Диоксид титана ( $TiO_2$ ) в наноразмерном виде является одним из наиболее эффективных современных фотокатализаторов, который находит широкое применение в процессах очистки сточных вод, антимикробной защиты, производстве водорода, в качестве элементов солнечных батарей, газовых сенсоров и т.д. Чистый диоксид титана обладает невысокой адсорбционной способностью и возможностью агломерации, для преодоления данных ограничений наночастицы  $TiO_2$  распределяют на минеральных носителях, в качестве которых часто выбирают монтмориллонит (ММ). Одно из перспективных направлений модификации ММ диоксидом титана связано с получением пилларного монтмориллонита, характеризующегося уникальной слоистой-столбчатой структурой. Интеркалирующим агентом в этом случае являются полигидроксикомплексы титана, внедрение которых в межслоевое пространство ММ вызывает значительное (до 4 нм) увеличение базального расстояния  $d_{001}$ . Последующий обжиг приводит к образованию металлооксидных нанокристаллов (пилларов) в межслоевом пространстве ММ, которые, сшивая силикатные слои, в то же время сохраняют их большую раздвижку. Известно, что улучшения текстурных характеристик пилларных материалов можно добиться за счет повышения эффективности интеркаляции полигидроксикомплексов металлов. Достичь повышенных значений удельной площади поверхности пилларных образцов, высокой степени дисперсности и закристаллизованности  $TiO_2$  в структуре ММ можно при использовании физических методов активации интеркаляции, в частности, микроволнового и гидротермального воздействия. В работе [1] было изучено влияние гидротермальной обработки на фотокаталитическую активность  $TiO_2$ -пилларного ММ. Авторы проводили обработку при  $T=115^\circ C$  и  $\tau=5$  ч.

Целью данной работы было изучение влияния продолжительности гидротермальной обработки на процесс кристаллизации  $TiO_2$  и на фотокаталитическое обезвреживание органического красителя Родамина Б.

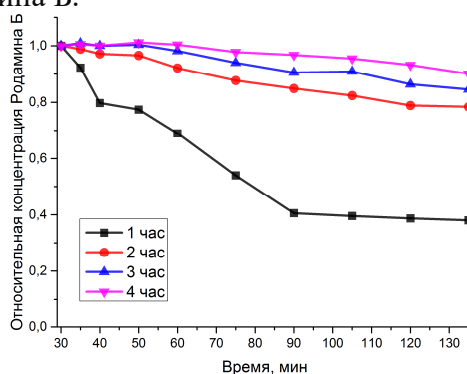


Рисунок 1. Изменение относительной концентрации Родамина Б в ходе проведения эксперимента по фотокаталитическому обезвреживанию органического красителя.

Согласно полученным результатам, увеличение времени гидротермальной обработки приводит к ухудшению фотокаталитической активности. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение текстурных и структурных свойств полученных пилларных материалов.

1. Butman M.F. Photocatalytic and adsorption properties of  $TiO_2$ -pillared montmorillonite obtained by hydrothermally activated intercalation of titanium polyhydroxocomplexes. / Butman M.F., Ovchinnikov N.L., Karasev N.S., Kochkina N.E., Agafonov A.V., Vinogradov A.V. // Beilstein Journal of Nanotechnology. 2018. V. 9. P. 364-378

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Коновал А.В.<sup>1</sup>, Череповецкий А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет

<sup>2</sup>Ивановский государственный университет

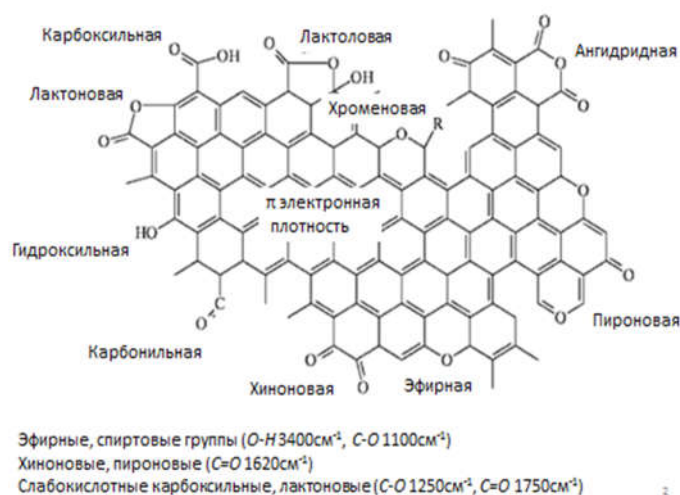
konovalanastasiya@mail.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Смирнов Н.Н.

Экстракционная фосфорная кислота в зависимости от качества фосфатного сырья содержит около 7-10% примесей. При использовании фосфорной кислоты для производства кормовых фосфатов, в пищевых целях содержание токсичных и мешающих компонентов жестко регламентируется, особенно по соединениям фтора и тяжелым металлам (мышьяк, свинец). Среди известных методов очистки фосфорной кислоты наиболее эффективным является сорбционный метод.

Высокую активность и сорбционную ёмкость по фтору проявили древесные активные угли. Такой адсорбент, помимо фтора, позволяет в определенных условиях снижать в ЭФК содержание  $SO_4^{2-}$ , органических окрашивающих веществ, а также являются хорошим фильтровальным материалом.

Поверхность угля при контакте с кислородом воздуха окисляется (в большей или меньшей степени в зависимости от температуры) и на ней образуются различные кислородсодержащие функциональные группы (рис. 1). Многочисленными исследованиями показано, что присутствие окислов на поверхности активного угля не оказывает практического влияния на физическую адсорбцию неполярных парообразных веществ, тогда как адсорбционная способность активных углей по полярным веществам заметно возрастает в результате окисления угля с образованием кислотно-основных поверхностных окислов. Для возможности управления селективностью сорбции ионов необходимо знать, какие именно поверхностные группы, ответственны за кислотное либо основное поведение адсорбента в растворе.



Для того чтобы определить какие именно функциональные группы присутствуют на поверхности угля целесообразно использовать метод групповых составляющих. Этот метод использует базовую структурную информацию химической молекулы, такую как список простых функциональных групп, добавляет параметры к этим функциональным группам и вычисляет теплофизические и транспортные свойства в зависимости от суммы групповых параметров.

Рис.1. Функциональные группы на поверхности угля

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ СИНТЕЗА НИЗКОМОДУЛЬНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ ИЗ МЕТАКАОЛИНА

Константинова Е.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[e.konst95@mail.ru](mailto:e.konst95@mail.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Прокофьев В.Ю. (ИГХТУ)

Было изучено влияние ультразвуковой обработки (22 кГц) водной суспензии метаксаолина, гидроксида натрия и оксида алюминия с молярным соотношением  $Al_2Si_2O_7:12NaOH:2Al_2O_3$  в процессах синтеза низкомодульных цеолитов. Для исследования были использованы различные методы получения цеолитов, такие как рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, ИК-спектроскопия.

Было показано, что после ультразвуковой обработки образуются алюминаты натрия, что приводит к изменению процесса дальнейшего синтеза. Без использования ультразвуковой обработки на стадии термической обработки при  $650^\circ C$  синтезируются содалит ( $Na_6[Al_6Si_6O_{24}]$ ) и алюмосиликат натрия ( $Na_6Al_4Si_4O_{17}$ ). В образце после ультразвука при термообработке образуются только алюмосиликаты натрия кубической сингонии ( $Na_6Al_4Si_4O_{17}$  и  $Na_8Al_4Si_4O_{18}$ ). Было продемонстрировано, что алюмосиликаты натрия являются прекурсорами образования цеолита LTA ( $Na_{12}[Al_{12}Si_{12}O_{48}]$ ). В результате цеолитизации алюмосиликатов натрия после гидротермальной кристаллизации в щелочном растворе образец с ультразвуковой обработкой содержал 97 мас.% LTA. Без ультразвуковой обработки продукт синтеза содержал 50 мас.% SOD и 40 мас.% LTA.

Список литературы:

1. Natalya E. Gordina, Valery Yu. Prokof'ev, Yuliya N. Kul'pina, Nina V. Petuhova, Sevil I. Gazahova, Olga E. Hmylova // *Ultrasonics Sonochemistry*. 33 (2016) 210–219

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 15-66-28292). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ПОВЕРХНОСТНОЕ СОЛЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ НАНЕСЁННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ZnO.Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub>

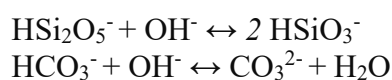
Кузнецова А.В., Аверин Н.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[morozov@isuct.ru](mailto:morozov@isuct.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Морозов Л.Н. (ИГХТУ)

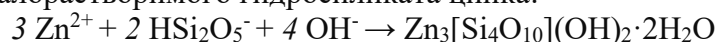
Пропиткой пористого силикагеля щелочными аммиачными растворами цинка и меди можно приготовить гетерогенные катализаторы для процессов переработки метанола. Свойства полученных таким образом нанесенных модельных катализаторов проверяли в реакции дегидрирования метанола, где их селективность в отношении получения формальдегида оказывается достаточно высокой [1]. Поэтому при дальнейшем усовершенствовании катализаторы данного типа могут иметь промышленное значение.

Смешанный карбонатный раствор аммиака цинка и гидроксида натрия вкупе с твёрдым силикагелем представляется достаточно сложной системой с набором различных анионов, соотношение между которыми определяется значением констант равновесия более простых реакций:



Диоксид кремния в большей степени растворяется в растворе гидроксида натрия, но во всех случаях реакции пропиточных растворов с силикагелем сопровождается понижением рН раствора, то есть расходом ОН-групп. В случае пропитки индивидуальными растворами щелочи и аммиачно-карбонатным раствором цинка количество нанесенного металла оказывается пропорциональным его концентрации в пропиточном растворе, то есть раствор заполняет поровое пространство носителя и после термообработки и удаления воды количество оставшегося оксида металла оказывается тем больше, чем выше концентрация раствора. А в случае смешанного раствора коэффициент использования цинка оказывается существенно выше, что может быть обусловлено дополнительными химическими реакциями при пропитке.

Известно, что цинк с кремнием образует малорастворимые соединения, поэтому возможно, что гидросоединения кремния, выделяющиеся при реакции силикагеля со щелочью, с катионами цинка образует такие соединения, тем самым концентрация кремния в растворе оказывается более низкой. При наличии в растворе катионов цинка достаточной концентрации может протекать реакция образования малорастворимого гидросиликата цинка:



Поэтому количество нанесенного цинка в катализаторе определяется как сумма гидросиликатов цинка и относительно свободного оксида цинка.

Растворение пористого силикагеля сопровождается уменьшением его удельной поверхности, так как в первую очередь растворяются наиболее дефектные и неровные участки поверхности. Причем обработка в чистой щелочи примерно в три раза уменьшает поверхность исходного носителя. А в растворе ЦАКР уменьшение существенно более низкое (~20 %), примерно такая же степень растворения (~30%) в смешанном растворе. Это, очевидно, обусловлено более низкой основностью раствора, а также формированием вторичной поверхности за счет образования оксидных силикатных соединений цинка.

1. Морозов Л.Н., Котова К.Е., Смирнов А.И., Уменушкина С.И.// Изв.вузов. Химия и хим. технология. 2014, Т.57, Вып.4, С.13-16.

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА ЦИНКА

Курникова А.А., Иванова Т. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

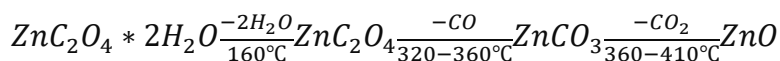
[stasya,hjelm@mail.ru](mailto:stasya,hjelm@mail.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ильин А.П.

Оксид цинка находит широкое применение в химической, электронной, медицинской, фармацевтической, косметической и других областях промышленности, а также для создания устройств отображения информации, солнечных батарей, гибких экранов, световых панелей, газовых сенсоров, самоочищающихся поверхностей и бактерицидных покрытий. В связи с перспективностью применения ультрадисперсных частиц оксида цинка существует необходимость в создании и разработке методов их синтеза. В последние годы значительно возрос интерес исследователей к оксидным наноматериалам, полученным термолизом оксалатов металлов, что связано с обнаружением у них необычных физических и химических свойств. Оксалаты металлов обычно получают методом осаждения оксалата аммония из растворов хлоридов или сульфатов. Однако данный метод имеет ряд недостатков: многостадийность процесса, загрязнение продукта хлоридами или сульфатами. В связи с этим в данной работе был исследован процесс растворения порошка металлического цинка раствором щавелевой кислоты в условиях ультразвуковой обработки частотой 22кГц. Установлено, что в результате 30 минут обработки с последующим выпариванием раствора степень растворения достигает 95-97% при массовом соотношении  $Zn:H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O = 1:2$ . Установлено, что при растворении образуется дигидрат оксалата цинка:



Методом синхронного термического анализа изучен процесс термолиза дигидрата оксалата цинка. На термограмме полученного продукта имеются 2 эндотермических и 2 экзотермических эффекта. Первый эффект при температуре 160°C соответствует дегидратации исходного продукта с образованием безводного оксалата цинка  $ZnC_2O_4$ . В области второго эффекта в температурном интервале 320-360°C протекают два процесса. При этом эндотермический эффект разложения оксалата цинка с выделением CO перекрывается экзотермическим эффектом окисления монооксида углерода до диоксида углерода. При дальнейшем повышении температуры в интервале 360-410°C протекает термолиз продукта с выделением диоксида углерода с одновременным экзотермическим процессом восстановления образовавшегося оксида цинка до металлического цинка. Таким образом, в процессе нагревания дигидрата оксалата цинка протекают эндотермические процессы разложения с выделением CO и CO<sub>2</sub> и экзотермические – окисление CO до CO<sub>2</sub> и восстановление диоксида цинка до металлического цинка. Процесс термолиза можно представить следующей схемой:



# РЕГЕНЕРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОХРОМОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ КОНВЕРСИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА

Лебедев М.А., Горянская В.А., Гришин И.С., Сайфуллин А.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) ([suske-demon@bk.ru](mailto:suske-demon@bk.ru))

Научный руководитель: д.т.н., заведующий кафедрой «Технология неорганических веществ»,  
профессор Ильин А.П. (ИГХТУ)

Каталитические процессы занимают важную роль в современной химии. Одним из основных и общих недостатков данных процессов является необходимость в утилизации отработанных катализаторов, которые в ряде случаев представляют существенную угрозу для окружающей среды из-за содержащихся в них токсичных соединений. На примере конверсии монооксида углерода в производстве аммиака. Наиболее распространенным способом осуществления процесса паровой конверсии СО в промышленности является двухстадийный процесс, в котором превращение СО проводят последовательно при высоких температурах 350-450 °С на железохромовом катализаторе, и при низких температурах 170-250 °С на Cu-Zn-Al-Cr оксидном катализаторе, однако со временем катализаторы теряют свою активность из-за нарушения своей пористой структуры т.е. происходит уменьшения удельной поверхности. Железохромовый катализатор содержит в себе токсичный оксид хрома (III) в связи с чем захоронение его не желательно, т.к. захоронение в основном происходит в специальных железобетонных бункерах, однако, со временем, под действием атмосферных явлений железобетонные хранилища стареют и разрушаются отсюда возникает необходимость его регенерации для повторного использования.

В представленной работе рассматривается способ регенерации железохромового катализатора в присутствии щавелевой кислоты под акустическим и механическим воздействием в присутствии диспергирующих добавок.

В докладе будут представлены результаты метода низкотемпературной адсорбции-десорбции азота, рентгенофазового, рентгеноструктурного и синхронного термического анализа, сканирующей электронной микроскопии. Удельная поверхность отработанного катализатора составляет 13,2 м<sup>2</sup>/г, при регенерации щавелевой кислотой происходит увеличение её до 50,69 м<sup>2</sup>/г, при добавлении ПЖР-3 к этой системе поверхность развивается до 168,1 м<sup>2</sup>/г, в случае с серым чугуном марки 12-28 удельная поверхность составляет 159,1 м<sup>2</sup>/г. Развитие удельной поверхности можно объяснить образованием оксалата железа, его растворение, растворение самого оксида железа, чистого железа под акустическим и механическим воздействием на систему, при котором частицы истираются друг о друга. На рентгенограммах данных образцов наблюдаются рефлексы маггемита ( $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Дальнейшие исследования будут направлены на подбор основных компонентов и добавление их к полученным образцам, чтобы катализатор не терял производственный состав и исследование их активности.

*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ, проект 3.1371.2017/4.6. Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*



# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА КАК СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СОЛИ НИКЕЛЯ

Никитин К.А. , Сухачев Я.П. , Сухачева М.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[kirillnikitin09@gmail.com](mailto:kirillnikitin09@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., м.н.с. Афинеевский А.В. (ИГХТУ)

Цель работы – показать возможность синтеза нанесённых никелевых катализаторов с помощью механохимической активации смеси нитрата никеля и оксида кремния для жидкофазного гидрирования диэтилового эфира малеиновой кислоты (ДЭМК).

### Основные параметры приготовления катализатора

№	Носитель (Суд.)	Соотношение (Ni/SiO <sub>2</sub> )	Соотношение (кат/мельющие тела)	τ, с	W*, кДж/г кат	Условия восстановления	
						T <sub>max</sub> , °C	°C/мин
#1	SiO <sub>2</sub> (310)	25%/75%	12,3%/87,7%	60	0,98	475	4
#2	SiO <sub>2</sub> (310)	25%/75%	12,3%/87,7%	120	1,97	475	4

\*подведённая энергия

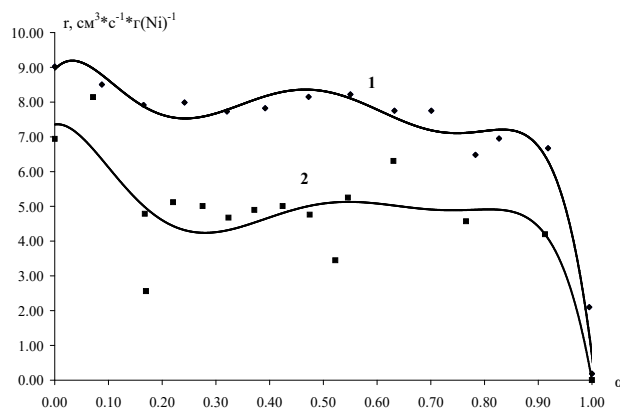


Рис. 1. Зависимость скорости реакции гидрирования ДЭМК от степени превращения, на различных образцах катализатора, где #1 – гидрирование на образце катализатора, полученного при механоактивации в течение 60с и мощности 40%, #2 – гидрирование на образце катализатора, полученного при механоактивации в течение 120с и мощности 40%

На рисунке видно наличие индукционного периода для первого образца, в отличие от второго, где идёт резкая потеря активности.

Согласно данным низкотемпературной адсорбции при увеличении времени механохимической активации катализатора снижается удельный объём микропор, при этом перераспределение пор меняется незначительно. Кроме того, время помола влияет как на удельную площадь поверхности, так и на площадь активной поверхности. Таким образом, различные режимы помола влияют на размер частиц катализатора, распределение пор, площадь удельной и активной поверхности, что позволяет тонко регулировать активность катализатора и его время жизни, а также, в перспективе, и управлять селективностью катализатора.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ В ПОВЕРХНОСТИ КАТАЛИЗАТОРОВ

Овчинникова А.Ф., Денисова К.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

anna09101994@mail.ru

Научный руководитель: к. т. н., Ильин А. А. (ТНВ)

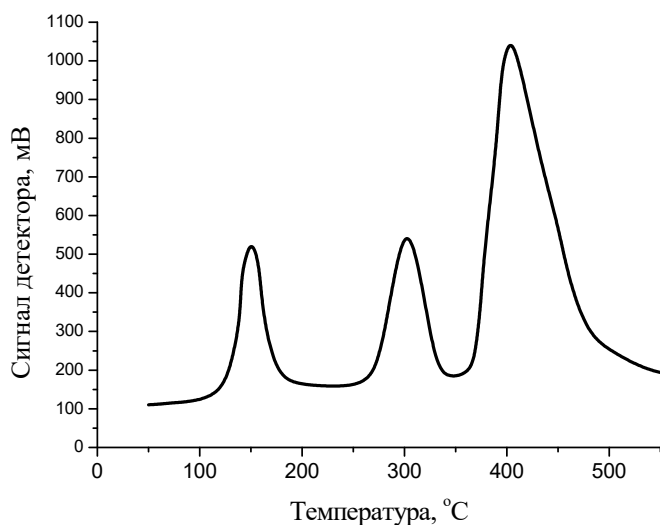


Рис.1. Спектр ТПД аммиака

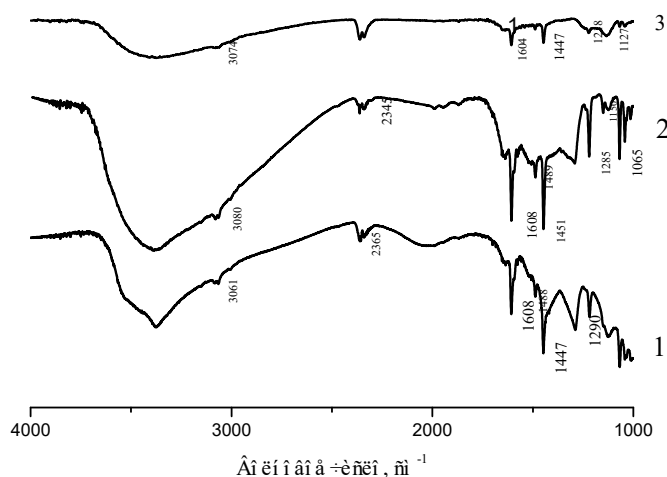
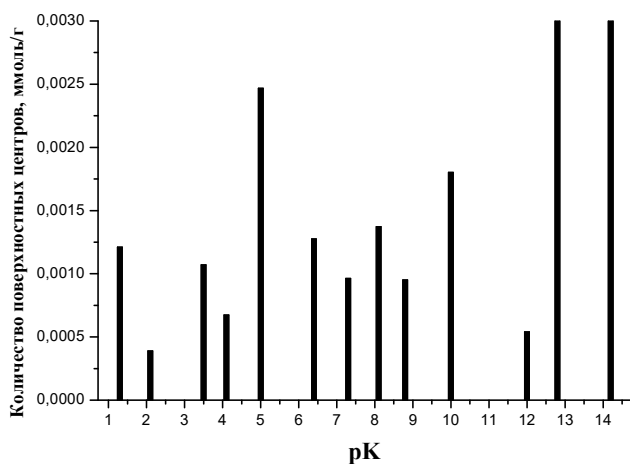


Рис.2. ИК-спектры пиридина адсорбированного на катализаторах



Свойства поверхности катализатора играют важную роль в определении сорбирующих свойств и термодесорбции. Целью работы является изучение кислотно-основных свойств поверхности катализатора на основе феррита кобальта, с различным соотношением  $\text{Co}_3\text{O}_4:\text{Fe}_2\text{O}_3$ . В работе представлены три основных метода по определению кислотно-основных свойств катализатора на основе феррита кобальта- метод индикаторов Гаммета, хемосорбции молекул-зондов с последующей ИК-спектроскопией и термопрограммированной десорбцией аммиака. Среди перечисленных методов измерения поверхностной кислотности благодаря доступности в использовании и визуализации результатов, наибольшую популярность приобрел метод, основанный на термодесорбции адсорбированных молекул аммиака в режиме программированного подъема температуры с последующим хромато графическим анализом десорбированной фазы. Путем варьирования соответствующих параметров эксперимента с применением этого метода удастся не только измерить суммарную кислотность поверхности образцов, но и установить распределение кислотных центров по их силе и количеству.

Установлено, что в ИК-спектрах аммиака, десорбированного с поверхности образцов катализатора, полученных в условиях традиционного нагрева термостата колонки, присутствуют три десорбционных максимума, изменяющие положение на температурной координате в зависимости от количества наносимой активной массы:  $T_{\text{max}1}$  (150 °C);  $T_{\text{max}2}$  (300 °C);  $T_{\text{max}3}$  (400 °C) (рис.1).

Наблюдаемые максимумы соответствуют десорбции аммиака с поверхностных кислотных центров, условно ранжированных

**Рис.3. Гистограмма индикаторов Гаммета**

как слабокислотные, умеренные и  
сильнокислотные.

## ПРИМЕНЕНИЕ СОНОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ Cu-Zn-Al КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

Попов Д. С., Батанов А. А., Сапогова Д. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

p\_danil@mail.ru

Научный руководитель: к. т. н., с. н. с. каф. ТНВ Румянцев Р. Н.

Разработка и внедрение новых ресурсо- и энергосберегающих технологий становятся одним из трендов развития химических предприятий. Большинство химических процессов, задействованных на предприятиях нефтехимического и нефтеперерабатывающего комплекса, являются каталитическими. Развитие катализа и каталитических технологий в значительной мере обуславливают конкурентную способность нефтехимической продукции на рынке. Метанол является одним из главных продуктов химической индустрии, так как является сырьем для получения ряда химических веществ.

Выбор направления тематики исследовательской работы обусловлен тем, что к 2027 году мировой спрос на метанол может достигнуть 135 млн тонн, а ежегодный рост составит около 5.5%. Рынок катализаторов синтеза метанола занят тремя основными фирмами-производителями: “Haldor Topsoe” (Дания), “Perstorp” (Швеция), “Clariant” (Швейцария). Активная политика по импортозамещению ставит новые задачи, как для фундаментальных, так и для прикладных исследований в области катализа. На данный момент в России отсутствуют технологии получения Cu-Zn-Al катализаторов синтеза метанола.

Целью работы является получение медьцинкалюминиевого катализатора синтеза метанола путем ультразвуковой обработки (сонохимическим методом), а также сравнение каталитических свойств полученного лабораторного образца со свойствами промышленного аналога.

Микрофотографии и данные по энергодисперсионному анализу состава были получены с помощью с помощью микроскопа Vega 3 TESCAN, по полученным изображениям была исследована морфология образцов. Рентгенофазовый анализ выполнялся на дифрактометре ДРОН – 3М. Содержание компонентов в промышленном образце и катализаторе, полученном ультразвуковой обработкой, практически не отличается друг от друга. Путем обработки изотерм адсорбции-десорбции азота установлено, что в медьцинкалюминиевом катализаторе отсутствуют микро- и макропоры, а имеется только мезопористая структура. Исследуемый образец, полученный сонохимическим методом, имеет более развитую удельную поверхность по сравнению с промышленным аналогом:  $104,3 \pm 1,5$  м<sup>2</sup>/г и  $84,0 \pm 0,5$  м<sup>2</sup>/г, соответственно.

Таким образом, медьцинкалюминиевый катализатор, полученный сонохимическим методом, по своим характеристикам ничем не уступает промышленному образцу, а в некоторых случаях и превосходит их. Результаты проведенной научно-исследовательской работы могут использоваться для проведения опытно-технологических работ, направленных на создание производства катализаторов для синтеза метанола.

*Исследование проведено с использованием ресурсов*

*Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДИГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ

Сайфуллин А. И., Гришин И. С., Горянская В.А., Лебедев М.А.  
Ивановский государственный химико-технологический университет  
[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) ([askar.super@mail.ru](mailto:askar.super@mail.ru))  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Смирнов Н. Н. (ИГХТУ)

При производстве экстракционной фосфорной кислоты в процессе сернокислотного разложения апатитов и фосфоритов образуется крупнотоннажный отход – фосфогипс. Большую часть фосфогипса составляет сульфат кальция, который сам по себе не представляет особой опасности. Однако, помимо гипса, в данном отходе содержатся примеси: неразложившийся апатит, фосфорная и серная кислоты, соединения фтора, а также редкоземельные элементы. По данным НИУИФ количество фосфогипса, образующегося на Российских предприятиях, составляет более 15 млн тонн в год, значительная часть которого утилизируется в отвалы. Открытые отвалы фосфогипса занимают значительные участки земли, в том числе и плодородные, которые могли быть использованы в сельском хозяйстве. В засушливую погоду в атмосферу выделяется в среднем 0,1% фтора, содержащегося в фосфогипсе; в пыли, выделяющейся из отвала, содержится в среднем 10 грамм фтора на 1 тонну фосфогипса. В дождливую погоду около 10% фтора вымывается осадками [1]. Все это приводит к ухудшению экологической обстановки в регионе. Следовательно, в настоящее время разработка новых и усовершенствование старых методов переработки фосфогипса является актуальной научно – исследовательской задачей.

В работах [1,2] рассмотрены различные методы переработки фосфогипса, где во многих случаях одной из наиболее важных стадий является перекристаллизация дигидрата сульфата кальция в полугидрат. Данный процесс позволяет очистить кристаллогидрат сульфата кальция и извлечь содержащиеся в нем примеси. В настоящее время хорошо изучен жидкофазный механизм перекристаллизации, который заключается в растворении метастабильной фазы, кристаллизации более устойчивой фазы из пересыщенного по отношению к ней раствора и росте образующихся кристаллов в объёме раствора за счет растворения исходной метастабильной фазы [3]. Имеется большое количество работ, связанных с исследованием влияния температурно-концентрационных условий процесса, а также влияния различных примесей (Sr, Mg, Al, F и др.), присутствующих в фосфатном сырье и перешедших в раствор, на скорость перекристаллизации и стабилизацию одной из трех форм сульфата кальция: дигидратной  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , полугидратной  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$  или ангидридной  $\text{CaSO}_4$ .

Однако на сегодняшний день механизм перекристаллизации кристаллогидратов сульфата кальция под действием их механической обработки исследован недостаточно, что является важным вопросом, необходимым рассмотрения при разработке технологии комплексной переработки фосфогипса.

1. Фосфогипс и его использование /В. В. Иваницкий [и др.] ; под ред. С.Д. Эвенчика, А. А. Новикова. – М. : Химия, 1990 (IV кв.) – 224 с. : ил. – ISBN 5-7245-0088-4 (в пер.)
2. Семенов, А. А. Технология разделения редкоземельного концентрата, выделенного из фосфогипса, с получением диоксида церия и оксида неодима : дис. ...канд. тех. наук : 05.17.01 /Семенов Андрей Александрович. – М., 2016. – 126 с. : ил.
3. Ряшко, А. И. Разработка ресурсосберегающей технологии экстракционной фосфорной кислоты из фосфоритов Коксу : дис. ...канд. тех. наук : 05.17.01 /Ряшко Андрей Иванович. – М., 2015. – 147 с. : ил.

## МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ Cu-Zn-Al КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА

Сапогова Д.В., Батанов А. А., Попов Д. С., Чуясова А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
sardiana26@gmail.com

Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. Румянцев Р. Н.

Метанол – один из крупнотоннажных продуктов, выпускаемых химической промышленностью. На его основе производят различные продукты органического синтеза, таких как формальдегид, уксусная кислота, этиленгликоль, и ряд других. Промышленное производство метанола организовано во всех развитых странах и принадлежит к числу наиболее развивающихся. Процесс синтеза метанола является каталитическим, в данной области появляется необходимость в исследовании и разработке новых методов получения катализаторов синтеза метанола.

Целью данной работы являлось получение Cu-Zn-Al катализаторов для синтеза метанола механохимической обработкой, а также сравнение их физико-химических свойств со свойствами промышленного образца.

В качестве сырья для получения Cu-Zn-Al катализаторов использовались малахит ( $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ), оксид цинка ( $\text{ZnO}$ ), гидроксид алюминия ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) и аммиачно-карбонатный раствор. Механическую активацию проводили в ролико-кольцевой вибрационной мельнице, которая имеет частоту колебаний  $930 \text{ мин}^{-1}$  и массу мелющих тел 1194 г.

Для исследования полученных образцов в работе применялся широкий набор методов анализа: рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, синхронный термический анализ, метод низкотемпературной адсорбции-десорбции азота (БЭТ).

Для определения оптимальных условий получения образцов данным методом, производили варьирование времени механической активации (10, 20, 30 минут) и соотношения исходных веществ с аммиачно-карбонатным раствором (1,2; 1,0; 0,8; 0,6).

Результаты метода низкотемпературной десорбции азота (БЭТ) показали, что исследуемые образцы, полученные механохимической активацией, имеет более развитую удельную поверхность по сравнению с промышленным аналогом:  $152,3 \pm 0,5$  и  $84,0 \pm 0,5 \text{ м}^2/\text{г}$ , соответственно. Также динамическим методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота были получены изотермы адсорбции-десорбции азота полученных катализаторов. Согласно классификации ИЮПАК, полученные изотермы можно отнести к IV типу, к которому относятся тела, имеющие переходные поры (мезопоры).

На электронном микроскопе Vega 3 TESCAN были получены микрофотографии приготовленных образцов, проведено сравнение их морфологии с морфологией промышленного образца.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕСОРБЦИЯ ВОДОРОДА, СВЯЗАННОГО АКТИВНЫМИ ЦЕНТРАМИ НАНЕСЕННЫХ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ

Сухачев Я.П., Сухачева М.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[yaroslav.sukhachev.96@gmail.com](mailto:yaroslav.sukhachev.96@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., н.с Прозоров Д. А. (ИГХТУ);  
к.х.н., н.с. Афинеевский А. В. (ИГХТУ)

На современном этапе развития промышленности, связанной с химическим синтезом, практически невозможно найти процесса, не связанного с каталитическими системами. Именно поэтому так важна разработка научных основ подбора оптимальных каталитических систем. Решение подобной задачи требует детального исследования различных факторов, влияющих как на протекание каталитической реакции в целом, так и на ее отдельные стадии, такие как адсорбция, десорбция и массообмен. Согласно современным представлениям теории катализа, свойства любых катализаторов будут определяться их адсорбционными свойствами. Кроме того, активность, селективность и время жизни катализатора зависят не только от химической природы катализатора, но и химизма ускоряемой реакции.

Цель работы - исследование путей повышения устойчивости никелевых катализаторов в процессах восстановления кратных углеродных связей, а также выявление причин и возможностей подбора каталитических систем с заданными параметрами селективности на основе термических исследований.

В работе были использованы катализаторы с разным процентом нанесения никеля на подложку, приготовленные согласно пат. РФ № 2445160. В качестве подложки был использован «Силикагель Л 5/40м». Средний радиус частиц катализатора 5 мкм, удельная поверхность от  $355 \pm 5$  до  $265 \pm 4$  м<sup>2</sup>/г. Термический анализ проводили на комплексе состоящим из прибора термического анализа STA 449 F3 Jupiter® NETZSCH, системы дозирования реакционных газов PulseTA®, системы вакуумирования, а также высокотемпературная печь и сенсор для STA 449 F3 Jupiter®. Катализатор насыщали водородом в различных жидких средах, и переносили в тигель под слоем растворителя, проводили измерения в атмосфере инертного газа - аргона. Максимальная температуры опыта 950 °С, скорость подъема температур 5 °/мин. Эксперимент заключался в исследовании процесса десорбции водорода с поверхности свежего катализатора и катализатора после процесса обезводораживания органическим субстратом.

Экспериментальные данные позволяют утверждать, что на поверхности нанесённого катализатора существуют как минимум две формы адсорбированного реакционно-способного водорода, с температурой десорбции 303 К. Подобный анализ скелетного никелевого катализатора с помощью комплексного термического анализа и масс-спектрометрии позволил определить три формы адсорбированного водорода с температурами десорбции 303, 373 и 450 К. Полученные экспериментальные данные позволяют утверждать, что на поверхности нанесенных никелевых катализаторов присутствуют, в основном, молекулярные слабосвязанные формы водорода. Высокие активности нанесенных катализаторов можно объяснить большей степенью использования поверхности.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕЗАКТИВАЦИИ НИКЕЛЯ И КАТАЛИТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ КРАТНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Сухачева М. Д., Сухачев Я.П.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[marina.chelysheva.95@mail.ru](mailto:marina.chelysheva.95@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., н.с. Афинеевский А. В. (ИГХТУ); к.х.н., н.с. Прозоров Д.А. (ИГХТУ)

Основной проблемой при разработке новых катализаторов гидрирования и каталитических систем на основе переходных металлов в промышленности является их постепенное снижение устойчивости работы, и как следствие активности. Активность, селективность и «время жизни» любых гетерогенных катализаторов определяются адсорбционными свойствами поверхности по отношению к реагирующим веществам. Но не маловажным фактором для нанесенных катализаторов, в отличие от массивных, является процент нанесения активного компонента на поверхность носителя и удержание его при протекании реакции. Экспериментально доказано, что целенаправленная частичная дезактивация катализатора ионами серы изменяет его активность и селективность в реакциях жидкофазной гидрогенизации соединений, содержащих в своем составе нитрогруппу и/или двойные связи «углерод-углерод» [1].

Цель работы – исследовать устойчивость нанесенного никелевого катализатора к дезактивации, а также кинетические параметры реакции гидрогенизации на примере восстановления таких соединений как пропен-2-ол-1 (аллиловый спирт), диэтиловый эфир малеиновой кислоты (ДЭМК), акрилат натрия и стирол при атмосферном давлении водорода.

В работе были использованы катализаторы с разным процентом нанесения никеля на подложку, приготовленные согласно пат. РФ № 2445160. В качестве подложки был использован «Силикагель Л 5/40м». Средний радиус частиц катализатора 5 мкм, удельная поверхность от  $355 \pm 5$  до  $265 \pm 4$  м<sup>2</sup>/г. Процесс гидрогенизации проводили статическим методом, в закрытой системе при интенсивном перемешивании жидкой фазы, исключая влияние внешнего массопереноса на результаты эксперимента. Конструкция жидкостного реактора позволяла измерять скорость реакции гидрогенизации по объёму водорода, поглощённому в ходе реакции, при интенсивном перемешивании реакционной среды. Оценка селективности дезактивации проводилась по методу Бартоломью [2], специально модифицированному для использования при жидкофазном гидрировании.

Было установлено, что устойчивость никелевого катализатора к дезактивации при гидрировании различных веществ, содержащих одинаковую группу доступную для гидрирования зависит от ее природы. Таким образом, никелевый катализатор при гидрировании разных классов веществ теряет активность с разной скоростью, что говорит о том, что сульфид ионы изменяют адсорбционную способность никелевого катализатора по отношению не только к водороду, но и к веществам, содержащим разные функциональные группы.

1. Афинеевский А.В., Прозоров Д.А., Осадчая Т.Ю., Лукин М.В. Кинетика гидрогенизации малеата натрия на никелевых катализаторах в водной среде// Известия ВУЗов. Химия и химическая технология, – 2015 – Т. 58, №. 11, С. 40–44.

2. Bartholomew, C. H. Mechanisms of catalyst deactivation / C. H. Bartholomew //Applied Catalysis A: General. – 2001. – Т. 212. – №. 1. – С. 17-60.



## ПОЛУЧЕНИЕ ТОВАРНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ШЛАМОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Худяков С.Г., Лавров В.А.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал  
[m.a.kulikov@bf.pstu.ru](mailto:m.a.kulikov@bf.pstu.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент, зав. кафедрой ХТ и Э Куликов М.А. (БФ ПНИПУ)

Производство кальцинированной соды в АО «Березниковский содовый завод» (АО «БСЗ») осуществляется по аммиачной технологии. Основным недостатком этого способа является образование значительного количества твердых и жидких отходов. В настоящее время отходы содового производства размещаются в шламонакопителе «белое море», что негативно сказывается на экологической обстановке региона. По разным оценкам, количество накопленных отходов превышает 10 млн. м<sup>3</sup>. Основным компонентом шлама «белого моря» является карбонат кальция с примесями соединений магния, кремния и других элементов. В литературе предложены различные пути использования содовых отходов [1-3].

Цель представленной работы – исследование физико-химических свойств содовых отходов, разработка методов их кислотной переработки в растворимые соли кальция и химически осажденный мел.

Объект исследования – твердая фаза отходов, образцы отобраны на различных участках шламонакопителя «белое море» АО «БСЗ».

Для определения состава шламов использованы методы химического анализа. Физико-химические свойства шламов изучали с применением дифференциально-термического анализа и инфракрасной спектроскопии.

Кислотное разложение шламов проводили с использованием соляной и азотной кислот. В опытах варьировались следующие факторы: концентрация кислоты, температура, порядок и условия смешения. Переработкой полученных растворов получены кристаллические соли.

Из маточных растворов осаждали карбонат кальция содовым раствором. Грансостав осаждаемого карбоната кальция оценивали с помощью лазерного анализатора размера частиц Mettler Toledo FBRM D-600. Полученные результаты показали перспективность работ в этом направлении.

2. Калинина Е.В. Наилучшие доступные технологии утилизации шламов содового производства / Е.В. Калинина // Экология и промышленность России. – 2013. – Ноябрь. – С. 43-47.
3. Козлов С.Г. Использование отходов содового производства / С.Г. Козлов, И.В. Вязовикова, С.А. Черный, И.В. Крепышева // Фундаментальные исследования. Технические науки. – 2013. – № 10. – С.2604-2611.
4. Глушанкова И.С. Использование отходов содового производства для получения сорбционных материалов природоохранного назначения / И.С. Глушанкова, Е.В. Калинина, А.Ю. Шох, Е.Н. Демина, Д.О. Сабиров, Т.А. Сарапулова, Е.Н. Карманова // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды: материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф. (04-08 июня 2018 г.). – Алушта, 2018. – С. 23-29.

# КИНЕТИКА СОРБЦИИ/ДЕСОРБЦИИ ПАРОВ ВОДЫ НА ЦЕОЛИТАХ NaA И SOD

Шаманаева Н. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

net.nadya2012@yandex.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Прокофьев В. Ю.

Для исследования были приготовлены две смеси образцов: (I)  $6\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (каолин): $12\text{NaOH}:2\text{Al}_2\text{O}_3$ ; (II)  $6\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$  (метакаолин): $12\text{NaOH}:2\text{Al}_2\text{O}_3$ . Гранулы цеолитов были приготовлены с использованием ультразвуковой обработки согласно рекомендациям [1,2]. Из смеси (I) был синтезирован цеолит SOD, а из смеси (II) – NaA. Удельная поверхность цеолита SOD ( $141,1 \text{ м}^2/\text{г}$ ) больше, чем удельная поверхность цеолита NaA ( $115,6 \text{ м}^2/\text{г}$ ). Общий объем пор цеолита SOD в 3 раза больше, чем у цеолита NaA –  $0,061 \text{ см}^3/\text{г}$  против  $0,021 \text{ см}^3/\text{г}$ , однако, из-за наличия  $\alpha$ -полостей NaA имеет большую ёмкость по парам воды (около 30 мас.%), чем SOD (менее 20 мас.%). Показано, что частицы SOD имеют неправильную форму с размером  $0,5\text{--}1 \text{ мкм}$  и размером области когерентного рассеяния (ОКР)  $453 \text{ нм}$ ; частицы NaA имеют форму близкую к кубу и размер около  $2 \text{ мкм}$ , а размер ОКР  $760 \text{ нм}$ .

Данные о кинетике гетерогенных систем для реакций, проходящих в газовой фазе, были получены в проточном реакторе на малой длине слоя цеолита или по всей длине слоя сорбента. Кинетические данные получали измерением концентрации воды в зависимости от времени. Энергия активации процесса адсорбции для цеолита NaA составила  $\sim 46 \text{ кДж/моль}$ , а для цеолита SOD – около  $50 \text{ кДж/моль}$ .

Кинетику десорбции воды изучали по данным синхронного термического анализа, которые обрабатывали методами Фридмана, Озава–Флинн–Уолла (ОФУ) и Киссинджер–Акахира–Суносе (КАС). Для цеолита SOD в диапазоне степеней превращения до  $0,7$  значения энергии активации десорбции воды составляют  $70\text{--}80 \text{ кДж/моль}$ . Эти значения могут быть приписаны удалению физически связанной воды и молекул воды из межклеточного пространства цеолита SOD. При более высоких степенях превращения для цеолита SOD значения энергии активации составляют  $100\text{--}110 \text{ кДж/моль}$  – здесь происходит удаление окклюзированной воды из  $\beta$ -ячеек цеолита SOD. Для цеолита NaA в диапазоне степеней превращения до  $0,85$  значения энергии активации имеют значения  $50\text{--}60 \text{ кДж/моль}$ . Это соответствует десорбции физически связанной воды и удалению молекул воды из  $\alpha$ -ячеек. Дальнейшее повышение значений энергии активации десорбции воды до  $80 \text{ кДж/моль}$  связано с удалением окклюзированной воды из  $\beta$ -ячеек NaA цеолита.

Из смесей на основе каолина и метакаолина были получены гранулированные без связующего цеолиты NaA и SOD. Значения энергии активации адсорбции воды, определенные в реакторе проточного типа, составили для цеолита NaA около  $46 \text{ кДж/моль}$ , а для цеолита SOD порядка  $50 \text{ кДж/моль}$ . По данным синхронного термического анализа были рассчитаны значения активации процесса десорбции, которые составили  $50\text{--}60 \text{ кДж/моль}$  для NaA и  $70\text{--}80 \text{ кДж/моль}$  для SOD. Некоторые расхождения в значениях энергии активации сорбции и десорбции объясняются различными методиками их определения.

## Список литературы

1. Gordina N.E. et al. Ultrason. Sonochem. 2016. 33. 210–219;
2. Пат. RU 2586695.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА ЖЕЛЕЗА

Шаманин С.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

shamserg7@gmail.com

Научный руководитель: д.х.н., профессор Ильин А. П. (ИГХТУ)

Для получения катализаторов среднетемпературной конверсии оксида углерода в производстве аммиака необходим высокодисперсный оксид железа с площадью поверхности не менее 70-80 м<sup>2</sup>/г.

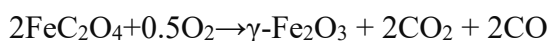
Самыми простыми и эффективными являются:

1. Метод осаждения раствора соли железа специальными осадителями в специальных условиях с последующим термическим разложением осадка и промывкой от остатков исходной соли. Преимуществом этого метода является простота и большое количество получаемого продукта. Недостатком является большое количество промывных вод, от которого зависит качество получаемого продукта.

2. Метод механохимической активации металлических порошков в применении дополнительных окислителей. В своем исследовании я использовал щавелевую кислоту. Получаемый оксалат железа имеет низкую температуру разложения (<300°C), что позволяет проводить низкотемпературный синтез высокодисперсного оксида железа. Однако, несмотря на значительное количество работ, посвященных изучению процесса термического разложения оксалатов металлов, публикации по механохимическому синтезу оксалата железа как прекурсора для получения оксалата железа отсутствуют. Таким образом, данная работа направлена на исследование процесса окисления железосодержащих порошков в растворах щавелевой кислоты. Изучено влияние мощности ультразвука на степень растворения порошка металлического железа в хромовой кислоте. Обнаружено, что при растворении порошка железа в 3М растворе хромовой кислоты оптимальной мощностью будет 3,6-4 Вт/см<sup>3</sup>. Показано, что при растворении порошка железа в 30%-ой H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> около 80% Fe растворятся в кислоте после 30 мин обработки в ультразвуковом поле частотой 20 кГц. Исследование продуктов разложения методами синхронного термического и рентгенофазового анализов показало, что на термограмме присутствуют 2 эндо- и 1 экзотермических эффекта. Показано, что в интервале температур 100-130°C протекает процесс двухступенчатой дегидратации:



Далее в температурном интервале 130-250°C происходит разложение безводного оксалата железа:



Площадь поверхности  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  составляет 60 м<sup>2</sup>/г.

На данный момент в России существуют предприятия имеющие потребность в высокодисперсном оксиде железа, но не существует ни одного действующего предприятия по его производству.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ*

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКСТРАКТОРА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Шибнев М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[9969199044@mail.ru](mailto:9969199044@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н. Доцент Гоголев Ю.Г.

Предлагаю провести модернизацию экстрактора непрерывного действия в производстве фосфорной кислоты путем замены футеровки внутренних стен реакторов. Производится смена бетонных блоков на графитовые блоки, что позволит увеличить продолжительность периода между плановыми ремонтами оборудования, сохранив при этом мощность производства выпускаемой экстракционной фосфорной кислоты. Данная футеровка более стойкая к коррозии в агрессивной среде (в нашем случае серная кислота и температура при которой протекает реакция серной кислоты и апатита) и к механическому воздействию в виде завихрений пульпы от мешалок. Предполагается, что замена футеровки позволит увеличить период эксплуатации между плановыми ремонтами экстрактора с 1 раза в год до 1 раза в 2.5 – 3 года.

Графитовые блоки характеризуются следующими свойствами: большой устойчивостью к теплосменам, очень малым коэффициентом термического расширения, стойкостью при высоких температурах, устойчивостью против коррозионного действия почти всех кислот, щелочей, солей и органических химикатов, чрезвычайно малой смачиваемостью жидкими металлами, легкостью. Углеродистые изделия можно считать идеальными огнеупорами и коррозионностойкими для использования в восстановительных условиях. Пропитанные смолой углеродистые изделия для футеровки экстрактора противостоят разъедающему действию почти всех кислот, щелочей, солей и органических химикатов. Поскольку графитовые блоки для футеровки экстрактора стойки к химическому воздействию серной кислоты и высокой температуры реакции внутри экстрактора, они будут очень эффективны в производстве экстракционной фосфорной кислоты.

Закладка данной футеровки производится пошагово. Первым нужно снять со стен остатки прошлой футеровки до бетонного каркаса. После чего необходимо убрать все трещины и впадины на стенках, подготовленная стенка реактора обрабатывается специальным раствором для окончательной очистки от пыли и грязи. Первым слоем закладывается вулканическая резина с пропиткой из Праймера – раствор сцепления. Раствору необходимо 30 часов на высыхание для сцепления резины со стенкой реактора. Далее закладывается полимерная сетка, для дальнейшего сцепления резины, пропитанной Праймером, с графитовыми блоками. Последний этап – закладка графитовых блоков и обработка их смолой. Экстрактор можно пускать в эксплуатацию после полного высыхания Праймера и смолы, время ожидания 48 часов.



# РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЗОПОРИСТЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ И НИКЕЛЯ

Беликов Г.А., Ямановская И.А

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново 153000,  
Российская Федерация

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии растворов им. Г.А.  
Крестова Российской академии наук, Иваново 153045, Российская Федерация

[sarz\\_one@inbox.ru](mailto:sarz_one@inbox.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Агафонов А.В. (ИХР РАН)

Возможность создания композитов с мезопористой структурой, за счет темплатной самосборки гибридных органо-неорганических мезофаз представляет интерес для получения катализаторов и носителей катализаторов, новых видов адсорбентов, активных фаз накопителей энергии, сенсоров, нанореакторов, а также разработки новых мезопористых структур.

Повышенный научный и практический интерес представляет выяснение механизма формирования мезопористой структуры оксидов металлов и смешанных оксидов в зависимости от типа применяемого темплата, каталитически активных модификаторов, разработка новых мезопористых структур, путем использования различных методов обработки мезоструктурированных композитов.

Материалы на основе оксида и гидроксида никеля привлекают повышенный интерес вследствие их широкой области применения. Они используются в качестве катализаторов, электрохимических конденсаторах, в электрохромных устройствах, для получения Стелс – материалов и т.д. Ni(OH)<sub>2</sub> привлекает повышенный интерес благодаря его применению в щелочных аккумуляторах. Его электрохимические характеристики напрямую зависят от его размера и морфологии.

Целью данной работы являлся синтез мезопористых композитов на основе оксидов алюминия с добавлением гидроксида никеля. Благодаря использованию методов «мягкой химии» и применению в качестве структурообразующего темплата полиэтиленimina, получилось создать упорядоченную структуру данных мезопористых материалов. Материалы на основе гидроксида никеля были синтезированы с помощью нескольких методик: 1. Синтез  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, методом «мягкой химии», и дальнейшей пропитки алюмооксидной подложки раствором Ni(OH)<sub>2</sub>; 2. Темплатный синтез бемитового золя по методу Йоддаса и добавление в раствор гидроксида никеля; 3. Бестемплатный синтез.

## ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДНЫХ ПИГМЕНТОВ ГОРЕНИЕМ ЦИТРАТНЫХ ГЕЛЕЙ

Богданова Е.Е., Бугрова Ю.С., Глазков М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

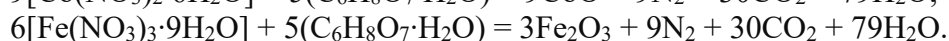
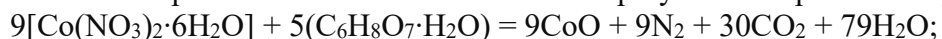
[bogdanova.evgeniya.ru@mail.ru](mailto:bogdanova.evgeniya.ru@mail.ru)

Научные руководители: к.х.н., доцент Филатова Н.В., д.т.н., профессор Косенко Н.Ф.

Синтез материалов горением гелей, получаемых из растворов, является универсальным, простым и быстрым методом, который позволяет получить различные виды тонкодисперсных, в том числе наноразмерных, материалов на основе оксидов. Данный процесс включает самоподдерживающуюся реакцию в ксерогеле различных окислителей (например нитратов металлов) и органических восстановителей, исполняющих роль топлива (лимонная кислота, глицин, карбамид и др.).

В данной работе нами были выбраны нитраты различных металлов, которые потенциально могут применяться в качестве пигментов: никеля  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , кобальта  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , марганца  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , меди  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , железа  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . В качестве восстановителя (топлива) использовали окситрикарбоновую лимонную кислоту  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  в виде кристаллогидрата ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

Соль растворяли в дистиллированной растворе в течение 20 мин для установления равновесия, затем добавляли кристаллическую кислоту в количестве, обеспечивающем стехиометрическое соотношение нитрата металла и восстановителя при условии протекания реакций по уравнениям:



Полученную смесь тщательно перемешивали при нагревании (80 °С) до образования прозрачного геля. Последний в мягких условиях подсушивали до образования ксерогеля, который затем поджигали различными способами (нагреванием на электрической плитке, в сушильном шкафу, в предварительно нагретой до 500 °С печи, электрическим поджигателем). Не все ксерогели воспламенялись в изученных условиях. В ряде случаев наблюдалось разложение солей с образованием оксидов азота вместо азота. Лучшие результаты были получены с использованием нитратов никеля и меди.

Синтезированные порошки исследовали с помощью ИК-спектроскопии, рентгенофазного анализа, сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионного анализа.

ИК-спектры показали наличие остаточной воды и нитратных групп. Потери при прокаливании для различных образцов составили от 1,2 % для нитрата меди до 70-75 %.

Порошки имели развитую удельную поверхность и высокую пористость (рис.).



Рис. СЭМ-изображение продукта, полученного сжиганием ксерогеля из нитрата кобальта и лимонной кислоты

Расчеты показали, что образцы в основном имели состав, отличный от расчетного, т.е. представляли собой смеси оксидов металлов с разной степенью окисления и даже металлы (Mn).

Работы в данном направлении будут продолжены.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЦИНКФОСФАТНОЙ И ЦИНКАЛЮМОФОСФАТНОЙ СВЯЗКИ

Васильев А.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[flex3737@gmail.com](mailto:flex3737@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Филатова Н.В.

В настоящее время широкое распространение получили композиционные материалы на основе оксидов металлов, характеризующиеся уникальным сочетанием физико-химических, механических и прочих свойств, что позволяет их использовать в различных областях современной техники. Оксид цинка является многофункциональным полупроводниковым материалом; этот оксид имеет также высокую радиационную, химическую и термическую стойкость; в перспективе может использоваться при создании элементов прозрачной электроники.

Фосфаты цинка находят применение в качестве зубных цемента, ингибиторов коррозии, как основа для некоторых пигментов, как фото- и электрокатализатор, в составе люминесцентных и фотохромных материалов, стекол. На основе фосфатов цинка разработаны одно-, двух- и трехмерные композиционные материалы, в том числе и путем внедрения в состав фосфатов различных органических соединений.

В настоящей работе рассмотрен процесс спекания оксида цинка с использованием цинкфосфатной (ЦФС) и цинкалюмофосфатной связки (ЦАФС). Связки были приготовлены в лабораторных условиях. Кислотность связок составляла: для ЦФС ( $ZnO/P_2O_5$ ) 0,45;  $[(ZnO+Al_2O_3)/P_2O_5]$  0,48. Мольное соотношение  $ZnO+Al_2O_3$  поддерживалось равным 1.

Из смесей  $ZnO$  со связками прессовали образцы (200 МПа), которые обжигали при различных температурах.

Кинетику спекания оксида цинка изучали по упрочнению уплотненного материала. Для расчета использовали уравнение:

$$\sigma_{\text{разр}} = k\tau^n + \chi\tau^m,$$

где  $\sigma_{\text{разр}}$  – прочность при разрушении;  $k$  – константа скорости спекания;  $\tau$  – время;  $n$  – коэффициент, характеризующий механизм процесса спекания;  $\chi$  и  $m$  – коэффициенты, определяющие вклад химического фактора в упрочнение спекаемого материала (не являются константами скорости).

Анализ полученных кинетических параметров показывает, что прочность формирующегося конгломерата обеспечивается как за счет собственно спекания, так и за счет химического взаимодействия оксида со связующим, причем роль химического фактора максимальна при более низкой температуре (табл.). При повышении температуры прочность формируемого монолита интенсивно нарастает, достигая высоких значений, преимущественно за счет физических процессов.

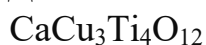
Таблица. Кинетические параметры для процесса спекания  $ZnO$  на ЦФС/ЦАФС и достигаемая прочность при сжатии спеченных образцов

Температура, °С	Эффективная константа скорости спекания	Эффективная энергия активации, кДж/моль	Предел прочности при сжатии, МПа	Вклад химического фактора ( $\chi\tau^m$ )
900	$1,71 \cdot 10^{-4} / 1,40 \cdot 10^{-4}$		5,54 / 13,8	75 / 65
1000	$3,49 \cdot 10^{-3} / 3,24 \cdot 10^{-4}$	$326 \pm 19 / 410 \pm 13$	22,1 / 42,1	38 / 19
1100	$1,87 \cdot 10^{-2} / 7,80 \cdot 10^{-3}$		56,7 / 69,3	17 / 7
1200	$0,185 / 6,51 \cdot 10^{-2}$		110 / 108	10 / 4



Кинетические параметры для спекания оксида цинка на смешанной фосфатной связке несколько ниже, чем для ЦФС. Можно предположить, что образующиеся в ходе высокотемпературной обработки тонкие слои алюмината цинка (цинковой шпинели, или ганита) затрудняют диффузию ионов цинка, которая обеспечивает спекание материала.

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК



Галкин И.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[galkini@mail.ru](mailto:galkini@mail.ru)

Научные руководители: д. х. н., профессор Агафонов А. В., к.х.н. Иванов К.В. (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук)

В последнее время большой интерес исследователей вызывают керамические материалы с гигантскими значениями диэлектрической проницаемости. Среди таких материалов  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  обладает структурой перовскита диэлектрической проницаемостью около 60000. Отличительной особенностью от сегнетоэлектриков, у которых максимальное значение диэлектрической постоянной наблюдается при определенной температуре – точке Кюри, является существенное увеличение  $\epsilon$  с ростом температуры. Таким образом, это обуславливает его широкое применение в микроэлектронике в качестве конденсаторов, запоминающих устройств, СВЧ-технике, а также ряда областей промышленности автомобильной, авиационной, оборонной и т.д.

Целью данной работы является синтез  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  и исследование влияние структуры полученного материала на диэлектрические свойства в процессе термической обработки его предшественника.

Для получения  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  существует достаточно большое количество методов синтеза, среди которых можно выделить: механохимической, метод твердофазного спекания и жидкофазные - проводимые как с использованием различных исходных соединений, так и условий среды, типа растворителя и т.д. Из всего многообразия имеющихся методов синтеза в работе представлен жидкофазный в среде уксусной кислоты. Используемый метод позволяет получать порошок  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  с высокой степенью чистоты, узким распределением частиц по размерам, лежащими в нанометровом диапазоне и относительно развитой удельной площадью поверхности, что в свою очередь существенно оказывает влияние на диэлектрические характеристики материала. Синтезированный предшественник  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  термически обрабатывали при 100°, 200°, 400°, 800° 600° и 1100°С.

Полученные образцы материала исследовали рядом физико-химических методов исследования: рентгенофазовый анализ, электронной микроскопии, распределение частиц по размерам. Диэлектрические характеристики материала в зависимости от частоты измерялись в 30% суспензии порошков в силиконовом масле, а в зависимости от температуры на прессованных таблетках из порошка  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ . Результаты исследований позволили установить, что с ростом температуры для  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$  значение диэлектрической постоянной увеличивается, а для суспензий порошков термически обработанных при 100°, 200°, 400°, 800° 600° и 1100°С также наблюдается рост  $\epsilon$  по мере формирования кристаллической структуры  $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ .

Ивановский государственный химико-технологический университет

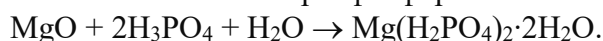
[bellechik.super@yandex.ru](mailto:bellechik.super@yandex.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Косенко Н.Ф.

В последнее время в связи с расширением сферы применения интерес к фосфатным цементам и связкам резко усилился. Среди них одно из ведущих мест занимают материалы на основе оксида магния. Важным их достоинством является быстрое твердение, достижение достаточно высокой прочности при обычных температурах, существенно повышающейся в ходе термообработки, малая усадка. В настоящее время магнезиальный компонент чаще затворяют не ортофосфорной кислотой, а одной из кислых солей: аммония, калия или натрия. Это позволяет снизить интенсивность взаимодействия компонентов и в ряде случаев избежать необходимости существенного понижения активности оксида магния для уменьшения тепловыделения, препятствующего формированию прочной структуры твердеющей композиции.

При синтезе жидкого связующего материала эта проблема так остро не стоит, поскольку связку готовят заранее и используют по мере необходимости в виде метастабильного вязкого раствора кислых фосфатов. Кроме того, экзотермическая реакция различных форм  $MgO$ , в том числе периклаза, позволяет получить связку, не используя нагревание.

Поскольку магнийфосфатные связки (МФС) применяют в основном в составе огнеупоров присутствие ионов  $NH_4^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  нежелательно. Аммонийная соль при нагревании разлагается с выделением газообразного аммиака, разрыхляющего структуру сформованного изделия. Ионы щелочных металлов являются активными плавнями, понижая огнеупорность спеченного материала. При растворении магнезиального компонента в ортофосфорной кислоте протекает реакция:



В настоящей работе синтезирована разновидность МФС – бруситфосфатная связка (БФС) на основе природного брусита Кульдурского месторождения, в основном состоящего из  $Mg(OH)_2$ .

Для установления состава фаз были рассчитаны и сопоставлены экспериментальные и расчетные величины потери массы образцов в различных интервалах температур (табл.).

Таблица. Фазовые превращения БФС при нагревании

Температурный интервал, °С	Стадии разложения	Потери массы, %	
		Эксперимент	Расчет
< 140	$Mg(H_2PO_4)_2 \cdot 2H_2O \rightarrow Mg(H_2PO_4)_2 + 2H_2O$	13,8	14,2
180-260	$Mg(H_2PO_4)_2 \rightarrow MgH_2P_2O_7 + H_2O$	7,9	7,1
260-330	$MgH_2P_2O_7 \rightarrow Mg_2P_4O_{12} \cdot H_2O + H_2O$	3,9	3,5
360-450	$Mg_2P_4O_{12} \cdot H_2O \rightarrow Mg_2P_4O_{12} + H_2O$	3,5	3,5
	Сумма	29,1	28,3

БФС достаточно устойчива; время живучести не менее года, что удобно для ее использования.

Синтезированную связку применили для изучения кинетики спекания периклаза по упрочнению уплотненного материала. Для расчета использовали уравнение:

$$\sigma_{\text{разр}} = k\tau^n + \chi\tau^m,$$

где  $\sigma_{\text{разр}}$  – прочность при разрушении;  $k$  – константа скорости спекания;  $\tau$  – время;  $n$  – коэффициент, характеризующий механизм процесса спекания;  $\chi$  и  $m$  – коэффициенты, определяющие вклад химического фактора в упрочнение спекаемого материала (не являются константами скорости).

Анализ полученных кинетических параметров показывает, что прочность формирующегося конгломерата обеспечивается как за счет собственно спекания, так и за счет химического действия связующего, причем роль связки максимальна при более низкой температуре. В дальнейшем определяющую роль играют физические процессы, и вклад химического фактора снижается. В координатах уравнения Аррениуса построена зависимость, позволившая определить эффективную энергию активации спекания периклаза на БФС:  $(237 \pm 6)$  кДж/моль..

## ГРАНУЛИРОВАННОЕ ВСПУЧЕННОЕ СТЕКЛО

Гусева А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[alyona35rus1@rambler.ru](mailto:alyona35rus1@rambler.ru)

Научный руководитель: д.т.н., проф. Косенко Н.Ф., к.х.н., доцент Филатова Н.В.

Утилизация боя стекла является актуальной научно-технической задачей, успешное решение которой может принести существенный экономический и экологический эффект.

С точки зрения химического и физического строения стеклоробой можно рассматривать как качественный минеральный ресурс – аморфный силикатный материал антропогенного происхождения. Его активно применяют как наполнитель в составе различных композиционных материалов, в частности на его основе получают вспученное стекло – пеностекло.

Известно несколько способов получения пеностекла:

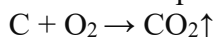
- введение в состав шихты веществ, обильно выделяющих газообразные продукты в процессе варки стекла;
- продувание стеклоплавой воздухом или газами;
- вспенивание размягченного стекла под вакуумом в результате расширения воздуха, содержащегося в стекломассе;
- смешивание тонкодисперсного порошка с технической пеной и последующее закрепление пористой структуры стекломассы спеканием;
- спекание смеси, состоящей из порошкообразного стекла и газообразователя (порошковый способ).

Последний из названных способов является самым распространенным и наиболее технологичным на данный момент. Именно по этому способу и велась разработка гранулированного вспененного стекла. В качестве углеродсодержащих газообразователей были использованы древесный уголь и технический углерод.

Физико-химические основы порошкового способа производства изделий из пеностекла заключаются в достижении соответствия между температурами перехода стекла в пиропластическое состояние и начала активного газообразования.

Данная технология изделий из пеностекла предусматривает приготовление тонкодисперсной шихты, состоящей из порошков стекла и газообразователя, спекания шихты с последующей ее поризацией, закрепление полученной пористой структуры и снятие температурных напряжений, возникающих в изделии при изменении температуры. Для этого проводили предварительную грануляцию пенообразующей смеси и последующее вспенивание шариков в муфельной печи.

При вспенивании стекломассы протекают различные процессы физического и физико-химического характера. Физическим процессом является размягчение частиц стекла; для большинства силикатных стекол это происходит при температуре около 600 °С. Вязкость стекла при этом велика и вспенивания практически не происходит. При дальнейшем повышении температуры снижается вязкость стекла и наблюдается спекание частиц (образование стекломассы) при некотором уменьшении объема - процесс физико-химический. При повышении температуры выше температуры начала размягчения стеклоплавой порошка на 50-70 °С в случае использования углеродсодержащего газообразователя идет химическая реакция



Дальнейшее повышение температуры интенсифицирует эту реакцию и одновременно снижает вязкость стекломассы, что приводит к ее вспениванию за счет увеличения содержания газовой фазы.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРЫ И СТЕКЛОВОЛОКНА НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

Евсеева Ю.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
y\_evseeva@mail.ru  
Научный руководитель: к. х. н., доцент Виноградова Л.А. (ИГХТУ)

На современном этапе развития строительных технологий одним из наиболее перспективных материалов является дисперсноармированный бетон, который относится к новому поколению бетонов, появившихся в результате развития инновационных технологий, постепенно приходящих на смену уже существующим видам. При всей своей прочности и долговечности у бетона всегда был один большой недостаток: бетон хорошо работает на сжатие, но плохо на растяжение [1]. Поэтому для повышения этого показателя, а также во избежание усадки и появления трещин при затвердении, температурных колебаниях и ползучести, во многих случаях применяют армирование. Такой способ довольно трудоемкий и требует соответствующей технологии, нарушение которой может сделать армирование не эффективным, поэтому актуальной задачей являлось исследование эффективности введения в качестве армирующих элементов фибры и стекловолокна в тело бетона. В работе для оценки данного эффекта были выбраны прочностные показатели бетона, армируемого с различным содержанием элементов. Образцы в 3-х, 7-ми и 28-ми суточном возрасте в нормальных условиях твердения проверяли на предел прочности при сжатии и изгибе. Исследования проводились на марках бетона М-100, М-150, М-200, М-250, М-300, М-350, М-400, М-450 при подвижности бетонной смеси П-4 без введения порогасителя и пластификаторов.

Для приготовления бетонной смеси в качестве вяжущего вещества использовали портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Б ОАО «Мордовцемента» (минералогический состав его клинкера, %:  $C_3S$  – 62;  $C_2S$  – 14;  $C_3A$  – 6,5;  $C_4AF$  – 12), а заполнителями являлись песок Хромцовского месторождения с  $M_{кр}=2,4$ , гравий и гранитный щебень фракции 5-20 мм с водопоглощением 0,2 %. В качестве армирующих элементов использовали полипропиленовую фибру ООО «Фибраснаб», г. Екатеринбург (размер 12 мм (600 г) с круглым сечением и диаметром волокна 20-40 мм при прочности на растяжение 170-270 МПа и удлинением до разрыва 25 %), а также стекловолокно японской фирмы Alkali Resistant Glass Fiber.

Нами получено улучшение прочностных показателей дисперсноармированных бетонов. При этом выявлено изменение прочности бетонных композиций на различных марках. Установлены оптимальные показатели расхода фиброволокна и стекловолокна для рационального набора прочности. Кроме того, отмечено некоторое снижение расхода цемента, что наряду с эффективным влиянием дисперсного армирования на технологические свойства бетонных смесей носит определенный экономический эффект, который планируется подтвердить при проведении дальнейших исследований.

Таким образом, дальнейшее изучение технологических свойств дисперсноармированных бетонов открывает перспективы развития проектирования составов, исследований структуры и прогнозирования свойств эффективных дорожных, гидротехнических и др. видов бетонов.

Ширинзаде И.Н. Пути повышения эффективности фибробетона / И.Н. Ширинзаде, Н.М. Ахмедов // Международный научно-исследовательский журнал – 2017. – №3-4 (57). – Часть 4. – С. 107-110.

# TiO<sub>2</sub>-ПИЛЛАРНЫЙ МОНТМОРИЛЛОНИТ С УЛУЧШЕННЫМИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПОЛУЧЕННЫЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ АКТИВАЦИИ ИНТЕРКАЛЯЦИИ ГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ ТИТАНА

Карасев Н.С., Виноградов К.Д., Зиненко Н.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
workingfish1992@lenta.ru

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Бутман М.Ф. (ИГХТУ), к.х.н., доц. Овчинников Н.Л.

Диоксид титана (TiO<sub>2</sub>) в наноразмерном виде является одним из наиболее эффективных современных фотокатализаторов, который находит широкое применение в процессах очистки сточных вод, антимикробной защиты, производстве водорода, в качестве элементов солнечных батарей, газовых сенсоров и т.д. Чтобы преодолеть некоторые ограничения использования наночастиц TiO<sub>2</sub> в чистом виде, такие как невысокая адсорбционная способность и возможность агрегации наночастицы диоксида титана распределяют на минеральных носителях, в качестве которых часто выбирают в, частности, монтмориллонит (ММ). Одно из перспективных направлений модификации ММ диоксидом титана связано с получением так называемого пилларного монтмориллонита, характеризующегося уникальной слоисто-столбчатой структурой. Интеркалирующим агентом в этом случае являются полигидроксикомплексы титана, внедрение которых в межслоевое пространство ММ вызывает значительное (до 4 нм) увеличение базального расстояния  $d_{001}$ . Последующий обжиг приводит к образованию металлооксидных нанокристаллов (пилларов) в межслоевом пространстве ММ, которые сшивая силикатные слои в то же время, сохраняют их большую раздвижку. Известно, что улучшения текстурных характеристик пилларных материалов можно добиться за счет повышения эффективности интеркаляции полигидроксикомплексов металлов. Достичь повышенных значений удельной площади поверхности пилларных образцов, высокой степени дисперсности и закристаллизованности TiO<sub>2</sub> в структуре ММ можно при использовании физических методов активации интеркаляции, в частности, микроволнового и гидротермального воздействия. Однако, повышения площади удельной поверхности глинистых частиц и их емкости катионного обмена можно достичь при использовании предварительной механической активацией самого слоистого субстрата.

В данной работе предлагается новая стратегия получения пилларных материалов с применением комбинированной активации, совмещающей преимущества двух вышеупомянутых подходов по повышению их текстурных свойств.

Получение TiO<sub>2</sub>-пилларного монтмориллонита с использованием комбинированной активации включало в себя два этапа: 1) кратковременная механическая обработка (в течение несколько минут) исходного ММ без существенного изменения его кристаллохимического строения в энергонапряженной планетарно-центробежной мельнице АГО-2С с ударно-сдвиговым способом нагружения; 2) интеркаляция приготовленными гидролизом TiCl<sub>4</sub> в кислой среде HCl гидроксикомплексами титана [(TiO)<sub>8</sub>(OH)<sub>12</sub>]<sup>4+</sup> суспензии механоактивированного ММ с использованием гидротермальной обработки (изотермическая выдержка при 115°C в течение 5 часов). Полученные пилларные материалы охарактеризованы методами ИК-спектроскопии, ДСК/ТГ, рентгенофазового анализа, измерениями дзета-потенциала и адсорбции/десорбции азота.

Показано, что предварительная механоактивация исходного ММ позволяет существенно повысить удельную площадь поверхности и суммарный объем пор TiO<sub>2</sub>-пилларного ММ. Обнаружено, что образец TiO<sub>2</sub>-пилларного ММ, приготовленный с использованием комбинированной активации, характеризовался максимальной фотокаталитической активностью в процессе разложения модельного красителя родамина Б под действием УФ-излучения и позволил удалять 97.7% поллютанта в течение примерно 45 минут.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

## ПОЛУЧЕНИЕ МЕЗОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ВЫСОКИМИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ И АДсорбЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Копейкина Н.С., Кусова Т.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук  
[natalienkop@gmail.com](mailto:natalienkop@gmail.com)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Агафонов А. В. (ИХР РАН)

На сегодняшний день диоксид титана является одним из наиболее перспективных материалов для фотокаталитического применения по причине нетоксичности, низкой стоимости, химической и биологической инертности и фотостабильности, однако он имеет ширину запрещенной зоны 3.2 эВ и поглощает только 5% солнечного излучения, что является его существенным недостатком как фотокатализатора. Большинство исследователей сообщают, что модификация поверхности  $\text{TiO}_2$  металлическими наночастицами может улучшить его фотокаталитическую активность. Создание нанокомпозитов на основе сопряжения частиц таких металлов, как Fe, Ni, Au, и Ag с диоксидом титана приводит к сенсбилизации фотокатализатора к видимому свету и увеличивает «эффект разделения зарядов», т.е. наночастицы благородных металлов действуют как акцепторы электронов и могут эффективно подавлять электронно-дырочную рекомбинацию. Железосодержащие нанокомпозиты на основе диоксида титана в последнее десятилетие привлекают внимание исследователей благодаря значительным перспективам их практического использования в качестве фотокатализаторов, эффективно работающих как в ультрафиолетовом, так и в видимом диапазоне солнечного спектра.

Для управления фотокаталитической активностью материалов посредством их структурирования на нано-уровне с использованием принципиально новых методов получения мезопористых материалов на основе кристаллического диоксида требовалась разработка новых методов синтеза. На основании приведенных исследований был разработан эффективный и быстрый СВЧ-асситированный полиольный метод, с последующей обработкой в воде под действием микроволнового нагревания с частотой 2,45 ГГц, для синтеза микро-мезопористого  $\text{TiO}_2$  в форме стержней и сфер. Во время микроволнового синтеза, были созданы благоприятные условия для быстрого синтеза, позволившие получить кристаллические продукты с высокой удельной площадью поверхности в течение нескольких минут.

Полученные образцы были охарактеризованы методами электронной микроскопии, ИК-спектроскопии, рентгенофазового анализа, а также низкотемпературной адсорбции-десорбции азота. Фотокаталитическая активность была изучена в процессе разложения красителя родамина Б в водной суспензии под действием ультрафиолета.

БИОМИМЕТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН  
ФОТОКАТАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ  $\text{TiO}_2$  С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ  
ТЕМПЛАТОВ И ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ АКТИВАЦИЕЙ ИНТЕКАЛЯЦИИ  
ПОЛИГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ ТИТАНА

Кужлева Э. В., Зиненко Н. В., Виноградов К. Д.  
ale-ivanova@inbox.ru

Ивановский государственный химико-технологический университет

Научный руководитель: к. х. н., доцент Овчинников Н. Л. (ИГХТУ)

Диоксид титана ( $\text{TiO}_2$ ) является недорогим и экологически безопасным материалом, обладающим комплексом функциональных свойств, который находит применение в самых различных областях химической технологии. В настоящее время возрастает интерес исследователей к материалам на основе диоксида титана, проявляющим высокую эффективность в процессах очистки сточных вод, антимикробной защиты, производстве водорода, в качестве элементов солнечных батарей, газовых сенсоров и т.д. Одной из эффективных стратегий улучшения фотокаталитической способности диоксида титана является получение  $\text{TiO}_2$  в виде материала с иерархической морфологической структурой. Одним из наиболее привлекательных методов приготовления материалов на основе  $\text{TiO}_2$  с такой структурой является метод синтеза с использованием природных темплатов, в частности, целлюлозных волокон, имеющих мультимерную организацию с системой пор и капилляров. В целях улучшения текстурных и фотокаталитических свойств волокнистого  $\text{TiO}_2$  исследователи используют различные интенсифицирующие воздействия на стадии пропитки, например, выполняют процесс под вакуумом.

Целью настоящей работы являлось исследование структурных, адсорбционных и фотокаталитических свойств  $\text{TiO}_2$ , полученного биомиметическим методом с использованием гидротермальной активации пропитки раствором гидроксокомплексов титана целлюлозного темплата.

В данной работе материалы из волокнистого оксида титана были получены биотемплатным способом с использованием раствора полигидроксокомплексов титана в качестве прекурсора. Поликатионы титана  $[(\text{TiO})_8(\text{OH})_{12}]^{4+}$  были образованы гидролизом  $\text{TiCl}_4$  в  $\text{HCl}$  и инфильтрированы в листы древесной целлюлозы. Гидротермальная активация пропитки волокон целлюлозы гидроксокомплексами титана была выполнена в реакторе под давлением при  $115^\circ\text{C}$  в течение 5 часов. Пропитанные образцы волокон далее центрифугировали, высушивали и прокаливали при  $300\text{--}1000^\circ\text{C}$  в печи. Морфологию и структуру  $\text{TiO}_2$  исследовали методами РФА, СЭМ, ДСК-ТГ, ИК-спектроскопии и адсорбции/десорбции азота. Результаты показали, что раствор прекурсора гомогенно и эффективно пропитывал биотемплат, и поликатионы титана удерживались на целлюлозном волокне посредством водородной и координационной связи. Показано, что фазовый состав и текстурные характеристики  $\text{TiO}_2$  существенно зависят от температуры отжига темплата, насыщенного раствором прекурсора. Так образцы  $\text{TiO}_2$ , прокаленные при температурах  $300\text{--}400^\circ\text{C}$ , были охарактеризованы как фаза анатаза, а при  $600^\circ\text{C}$  - как смесь фаз анатаза и рутила (72% и 28% соответственно). Выше  $800^\circ\text{C}$  рутил становился преобладающей фазой. Все полученные образцы  $\text{TiO}_2$  копировали иерархическую сетчатую структуру целлюлозного листа и характеризовались повышенной удельной площадью поверхности. Микроскопические волокнистые материалы  $\text{TiO}_2$  состояли из взаимосвязанных наночастиц со средним размером  $10\text{--}350$  нм с микро/макропорами между ними. Адсорбционную способность и фотокаталитическую активность  $\text{TiO}_2$  оценивали по разложению основного красителя (родамина Б) в водном растворе в темноте и под действием УФ-излучения. Установлено, что наилучшее описание кинетики адсорбции родамина Б на всех исследованных образцах  $\text{TiO}_2$  демонстрирует модель псевдо-второго порядка. Наиболее высокой адсорбционной способностью обладает фотокатализатор, полученный при  $600^\circ\text{C}$ , характеризуемый максимальной удельной площадью поверхности. Показано, что все приготовленные образцы  $\text{TiO}_2$  характеризуются повышенной фотокаталитической активностью в сравнении с коммерческим фотокатализатором Degussa P25.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН

Лаврова О.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[lavolka2013@yandex.ru](mailto:lavolka2013@yandex.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Филатова Н.В.

Композиционные материалы стали привлекать внимание специалистов в связи с возрастанием требований к физико-химическим и механическим характеристикам уже известных материалов и задачей создания новых материалов с заданными комплексами свойств.

Ракетная техника, космонавтика, авиастроение, ядерная энергетика, химическое машиностроение, автотранспорт, судостроение, электроника и многие другие отрасли промышленности остро нуждаются в материалах обладающих высокой прочностью, жаропрочностью и термостойкостью, хорошим сопротивлением к распространению трещин, малой плотностью, регулируемые в широких пределах показателями тепло- и электропроводности, специальными оптическими и магнитными характеристиками и др. Получить комплекс необходимых характеристик можно лишь создав композиционные материалы, в которых собраны воедино лучшие качества различных составляющих.

Наиболее широко распространены стеклопластики, в которых стекловолокна или изделия на их основе играют роль армирующих элементов. Стеклые волокна получают в промышленном масштабе и широко используют в производстве различных типов материалов.

Крученые стеклонити предназначены для армирования стеклопластиков на основе эпоксидных, эпоксифенольных и других модификаций эпоксидных смол, фенолоформальдегидных и меламиноформальдегидных связующих.

Стеклоровинги применяются:

- в качестве сырья для изготовления стеклотканей, шнуров, канатов, шпагатов;
- для конструкционных стеклопластиков на основе эпоксидных, эпоксифенольных и других модификаций этих смол.

Решающим фактором, обуславливающим целесообразность применения стеклянных волокон в качестве армирующего элемента, является их высокая прочность.

Прочность при растяжении стекловолокна намного выше прочности стекла того же состава. Это можно объяснить тем, что:

- при уменьшении размеров образца вероятность наличия в нем неоднородностей (отклонения от правильной структуры, трещины, дефекты) уменьшается, что приводит к возрастанию прочности;
- в стекловолокне фиксируется наиболее однородная структура расплавленного стекла вследствие формования при высокой температуре расплава и охлаждения с большой скоростью;
- при охлаждении тонких волокон практически отсутствует градиент температуры между сердцевиной и поверхностью, и трещины образуются менее интенсивно.

Прочность стеклянных волокон зависит от химического состава.

Прочность волокон при нагревании до температуры стеклования не снижается, следовательно, их можно использовать при высоких температурах. Однако при нагревании и последующем охлаждении прочность стекловолокон снижается. Установлено, что причиной этого является кристаллизация на границе раздела фаз. Тонкие стеклянные волокна обладают чрезвычайно развитой поверхностью и большим отношением поверхности к объему, в связи с этим их кристаллизация протекает очень интенсивно. Различные условия формирования кристаллической фазы на границе с воздухом приводят к снижению температуры образования центров кристаллизации у стеклянных волокон на 300...400°С по сравнению с массивными стеклами. Особенно значительно это снижение у волокон из ликвирующих стекол, например боратных.

Химическая стойкость стеклянных волокон зависит от их химического состава и природы действующего реагента. Стекловолокна при воздействии агрессивных сред разрушаются интенсивнее, чем массивное стекло, так как характеризуются чрезвычайно развитой поверхностью и более рыхлой структурой.



## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ГИДРОЛИЗОМ В СМЕСИ КИСЛОТ

Лебедева Е. О.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru)([katena.lebedeva.98@list.ru](mailto:katena.lebedeva.98@list.ru))

Научный руководитель: к.х.н.,с.н.с.Воронова М. И. (ИХР РАН)

В настоящее время нанокристаллическая целлюлоза (НКЦ) вызывает у исследователей возрастающий интерес не только вследствие ее доступности и экологичности, но и уникальным сочетанием физических и химических свойств: нетоксичности и биосовместимости, биоразложения, большой удельной поверхности и высокого модуля упругости. Использование НКЦ в качестве наполнителя в полимерах позволяет придать материалам новые качества: улучшать их механические, оптические, сорбционные свойства.

В работе получение НКЦ проводили гидролизом в присутствии смеси соляной и азотной кислот при различных молярных соотношениях в гидротермальных условиях. Данный способ позволяет получить устойчивые суспензии НКЦ с высоким содержанием поверхностных карбоксильных групп.

Свойства полученной НКЦ охарактеризованы с использованием различных методов: термогравиметрического анализа, ИК спектроскопии, поляризационной оптической и электронной сканирующей микроскопии, метода динамического рассеяния света. Определен выход НКЦ, размер и заряд частиц, степень полимеризации, температура термодеструкции, изучена морфология образцов. Наибольший выход (32 %) наблюдается при соотношении соляной и азотной кислот 7:3. Найдено, что частицы НКЦ имеют сферическую форму со средним размером 60-80 нм. Сделано предположение, что в присутствии сильного окислителя происходит гидролиз не только аморфных областей целлюлозы, но и частично кристаллических, что сказывается на конечной форме частиц НКЦ. Отмечается значительное повышение термической устойчивости НКЦ по сравнению с образцом НКЦ, полученным стандартным сернокислотным гидролизом.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-43-370004 р\_а). Исследование проведено с использованием оборудования центра коллективного пользования "Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований".*

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИРОВКИ ПОДЛОЖЕК ИЗ ФЕРРИТОВ ДЛЯ МИКРОПОЛОСКОВЫХ СВЧ-ПРИБОРОВ

Малышев М.О., Лепилов Г.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[maks.malyshev.96@list.ru](mailto:maks.malyshev.96@list.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Шутов Д.А. (ИГХТУ)

Основным конструкционным элементом в ферритовом микрополосковом СВЧ - приборе является ферритовая подложка, на которой в последствии методами тонкоплёночной технологии формируется топология платы. Также подложка является средой для распространения СВЧ-энергии. Электрофизические свойства ферритовых подложек зависят от качества обработки их поверхности. Важной задачей операции полирования является: уменьшение шероховатости поверхности подложек; удаление нарушенного приповерхностного слоя после операции шлифовки и резки, улучшение адгезионных свойств поверхности. Неправильно подобранная полировальная суспензия или паста может привести к многочисленным дефектам на поверхности подложки или вовсе не позволит добиться желаемых результатов.

До недавнего времени полировка осуществлялась с использованием суспензии основой которой был порошок «Элплаз - К». После поставки нового импортного оборудования, была отработана технология полировки ферритовых подложек на алмазной суспензии. Удалось улучшить качество поверхности ферритовых подложек, а также значительно снизить время полировки. Однако главным недостатком суспензии является то, что она изготавливается за рубежом и имеет высокую цену. В связи с этим, появилась задача разработать состав и изготовить суспензию, удовлетворяющую производственным требованиям, себестоимость которой будет гораздо ниже зарубежного аналога.

В ходе работы по изготовлению алмазной суспензии было испробовано несколько различных составов с разными массовыми соотношениями компонентов. Опытным путём был подобран состав полировальной суспензии на основе деионизованной воды, глицерина и монокристаллического алмазного порошка зернистостью 1/2 мкм.

В результате полировки ферритовых подложек типа граната на экспериментальной алмазной суспензии, были получены результаты не чем не уступающие вышеперечисленным аналогам. Поверхность сравнивалась с полированными подложками на «Элплаз – К» и зарубежной алмазной суспензии. Проведя контроль и анализ поверхности на наличие трещин, царапин и других дефектов было обнаружено, что они отсутствуют. Параметры шероховатости поверхности полученных образцов  $R_a$  и  $R_z$  равняются  $\pm 0,01$  и  $0,1$  мкм соответственно. На рис.1. приведены фотографии поверхностей подложек, отполированных различными суспензиями. В настоящее время работы по улучшению экспериментальной алмазной суспензии продолжаются, и есть все предпосылки для внедрения ее в производство.

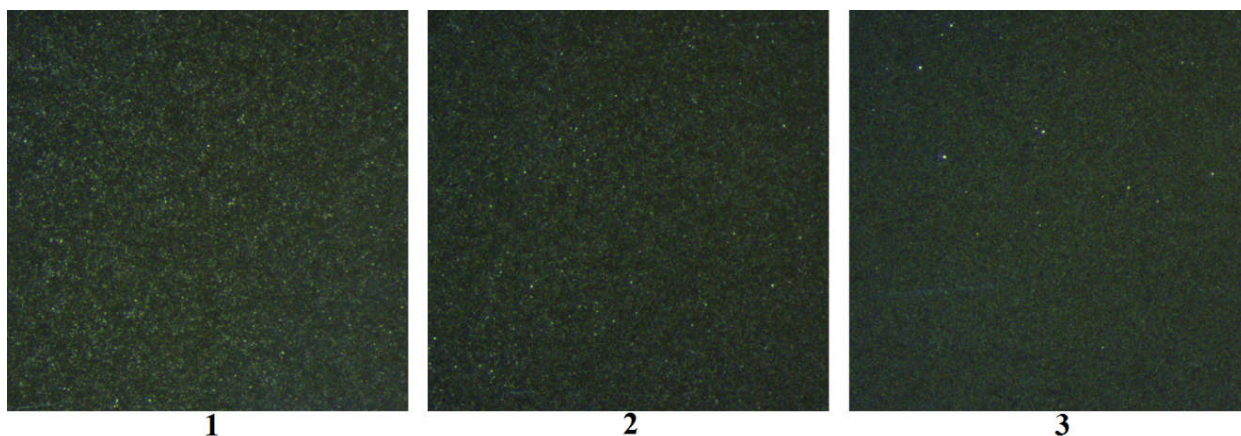


Рис.1. Поверхность ферритовой подложки, отполированной с использованием различных суспензий: 1 – «Элплаз – К», 2 – Экспериментальная алмазная суспензия, 3 – зарубежная алмазная суспензия.

## МОКРЫЙ ПОМОЛ КОРУНДА В ВИБРОМЕЛЬНИЦЕ

Мовчан Г.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)

«АО НПП «Исток» имени Шокина», [www.istokmw.ru](http://www.istokmw.ru)

[galek-ygolek@mail.ru](mailto:galek-ygolek@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Шутов Д.А. (ИГХТУ),  
начальник сектора Полозов Д.Н. («АО НПП «Исток» имени Шокина»)

Для окончательного измельчения материалов используется тонкий помол, который может осуществляться сухим и мокрым способом. В производстве керамических изделий наиболее широко применяется сухой помол в шаровых и вибро - мельницах периодического действия.

Для изготовления ЛТСС- керамики в «АО НПП «Исток» им. Шокина» используется сухой помол корунда. Помол ведется в течение 4 суток, что значительно сказывается на производительности участка по изготовлению стеклокерамического материала (СКМ) и производства ЛТСС-плат в целом.

В данной работе изучалось изменение размера и удельной поверхности зерен при мокром помолу корунда. Для этого процесс проводился в вибромельнице SWECO M18/5 с мелющими телами из керамики, взятые в массовом соотношении корунд/мелющие тела - 1/4, с добавлением деионизованной воды. Размер частиц определялся на лазерном анализаторе «Анализетте-22». Было выяснено, что помол материала в водной среде сокращает длительность процесса в два раза, чему способствует высокая гидрофильность размалываемого материала. Вода улучшает смачивание поверхности частиц, усиливая давление в микротрещинах и снижая свободную поверхностную энергию частиц. Наряду с адсорбционным понижением прочности, насыщением свободных связей измельченного материала, повышается удельная энергия удара мелющих тел ввиду меньшего амортизирующего действия водной суспензии по сравнению с действием порошков в слое при сухом помолу материалов[0]. Сказанное выше подтверждает более высокую интенсивность мокрого измельчения материалов в вибромельнице по сравнению с сухим помолом. После помола корунда были получены следующие результаты: удельная поверхность  $10-12 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{г}$ , средний размер частиц от 2 до 3 мкм, минимальный и максимальный размер зерен корунда были равны соответственно 0,4 и 8 мкм (рис.1.). Таким образом, оптимальные и удовлетворительные значения для производства пленки ЛТСС-керамики упомянутых выше параметров были достигнуты за 2 суток.

Распределение частиц по размерам в мокром помолу имеет более узкий спектр, чем в сухом помолу, что благоприятно сказывается при спекании СКМ. Однако вследствие этого необходимы изменения в технологии изготовления шликера и литья пленки. Что требует отдельной проработки этих процессов.

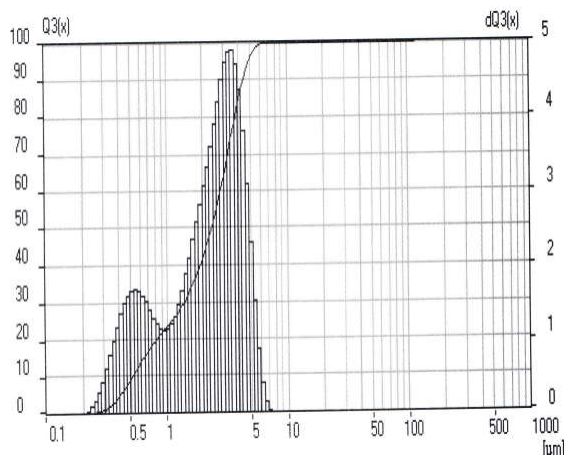


Рис.1. Распределение частиц по размерам после мокрого помола корунда.

Список литературы:

1. Гурьева В.А. Физико-химические исследования использования дунитов в декоративно-отделочной керамики: Монография: . - Оренбург: 2007.-133 с.

## СИНТЕЗ ОКСИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ГОРЕНИЯ РАСТВОРОВ

Павлова К.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[ksusha\\_pav99@mail.ru](mailto:ksusha_pav99@mail.ru)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Косенко Н.Ф.

Синтез горением растворов (Solution combustion synthesis, SCS) – метод синтеза высокоомогенных и высокодисперсных оксидных материалов с использованием комплексообразования и получением промежуточного полимерного геля. Процесс адаптирован для лабораторного синтеза многокомпонентных высокодисперсных оксидных материалов, синтеза диэлектриков, флуоресцентных и магнитных, сверхпроводниковых высокотемпературных материалов, катализаторов, а также для нанесения оксидных пленок и покрытий.

Суть синтеза заключается в достижении высокой степени смешения катионов в растворе, переводе раствора в полимерный гель, удалении полимерной матрицы с образованием оксидного прекурсора и сохранением высокой степени гомогенности.

К достоинствам метода относятся:

- простота, экономичность, короткое время синтеза, доступная лабораторная техника;
- почти полная независимость условий процесса от химии катионов, входящих в состав конечного материала, и от влажности;
- достаточно низкая температура термической обработки прекурсора, что позволяет практически полностью исключить процессы спекания при синтезе и получать нанопорошки тугоплавких оксидов;
- не требует инертной атмосферы, строгого контроля температуры и времени отжига;
- возможно получение соединений различного состава с низким уровнем загрязнений, причем различной морфологии: не только порошков, но и пленок, волокон и т.п.

Исходные компоненты (обычно нитраты металлов) растворяют, смешивают в стехиометрическом соотношении. Добавляют рассчитанное количество органического вещества, которое удовлетворяет следующим условиям:

- образует комплексные соединения с исходными катионами для предотвращения дробного выпадения в осадок компонентов растворов при выпаривании воды;
- является восстановителем, т.е. топливом;
- имеет низкую температуру возгорания реакционной смеси, как правило, не выше 250-300 °С.

Примеры топлива: аминокислоты (глицин), оксикислоты (лимонная, винная и др.), карбамид, уротропин, глюкоза, сахароза, β-аланин, декстроза, ПВС, ЭДТА, желатин и т.п.

Восстановитель тщательно перемешивают в заранее приготовленном растворе нитратов до полного растворения. Раствор упаривают, при этом образуется ксерогель на основе частично или полностью обезвоженных нитратов (или других солей), включающих в свою структуру части органического соединения. Затем продолжают нагревание до воспламенения (самовозгорания) при умеренных температурах (100-300 °С). Реакция горения может проходить беспламенно или с открытым пламенем, иногда в виде краткой вспышки. Быстрое образование большого объема газов во время сгорания рассеивает тепло, ограничивает повышение температуры, уменьшает возможность спекания за счет снижения вероятности контакта между частицами, приводит к диспергированию частиц, увеличению площади удельной поверхности в сравнении с исходным носителем, однако разрушение образовавшихся пространственных агрегатов нанокристаллов представляет определенную сложность.

Продуктом инициированной экзотермической реакции из-за выделения большого количества тепла является пеплоподобный порошок с размерами частиц от нескольких нанометров до микрометров. Однако порошки имеют низкую кристалличность. Их отжигают при более высоких температурах (500-1000 °С) для кристаллизации и достижения равновесности получаемого соединения. Из-за неравновесного состояния уменьшается размер зерен получаемой керамики; достигается ее высокая плотность при температурах на 200–300 °С ниже, чем из порошков, полученных по твердофазной технологии.

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕРКАЛЯЦИИ $Al_{30}$ -ПОЛИГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПИЛЛАРНОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА

Серебрякова О.Д., Зиненко Н. В, Виноградов К. Д.

ola.fadeeva.96@mail.ru

Ивановский государственный химико-технологический университет

Научный руководитель: к. х. н., доцент Овчинников Н. Л. (ИГХТУ)

В последнее время интенсивно развиваются методики получения новых экологически безопасных полифункциональных наноматериалов на основе различных слоистых систем. Интеркалированные слоистые системы представляют большой интерес для синтеза сорбентов и носителей катализаторов, суперионных проводников, оптических и фотоактивных материалов, наномагнитов, ионообменников, электродов и мембран. Среди этих систем особое место занимает интеркалированный полигидроксикомплексами алюминия монтмориллонит (ММ), последующий отжиг которого позволяет получать пилларную структуру, характеризующуюся равномерным распределением наночастиц оксидов  $Al_2O_3$  (пиллары), которые иммобилизованы сшивкой с силикатными слоями. Пилларный ММ характеризуется уникальными текстурными и физико-химическими свойствами, такими как: развитая удельная поверхность, большой объем микро- и мезопор, термической стабильностью и наличием активных центров различной природы. В литературе наиболее хорошо изучена интеркаляция ионов  $[Al_{13}O_4(OH)_{24}(H_2O)_{12}]^{7+}$  – ионов Кеггина (краткое обозначение  $Al_{13}$ ), внедрение которых в межслоевое пространство вызывает увеличение базального расстояния  $d_{001}$   $Al_2O_3$ -пилларного ММ на величину около 0.4 нм по сравнению с исходным ММ. Недавно нами было показано, что этот параметр может быть увеличен на 0.8–0.9 нм интеркаляцией «гигантских» поликатионов алюминия  $[Al_{30}O_8(OH)_{56}(H_2O)_{24}]^{18+}$  ( $Al_{30}$ ), которые могут быть синтезированы в реакторе под давлением. Очевидно, что текстурные характеристики пилларных материалов можно улучшить за счет повышения эффективности интеркаляции полигидроксикомплексов металлов. Подход, предлагаемый в настоящей работе, связан с предварительной механической активацией самого слоистого субстрата. Использование механоактивации в этом случае должно быть направлено на увеличение, во-первых, удельной поверхности глинистых частиц и, во-вторых, их емкости катионного обмена.

Целью настоящей работы является изучение влияния предварительной механической обработки природного монтмориллонита на эффективность интеркаляции  $Al_{13}$ - и  $Al_{30}$ -полигидроксикомплексов и текстурные свойства получаемых пилларных материалов.

Используемый в данной работе ММ выделен из Даш-Салахлинского бентонита методом седиментации. Механоактивированный ММ получали в планетарно-центробежной мельнице АГО-2С при постоянной скорости ротора 1500 об/мин; соотношение массы ММ и высокопрочных циркониевых мелющих тел 7.5:1. В данном случае необходима кратковременная механическая обработка (не более 3 мин), не приводящая к существенному изменению кристаллохимического строения ММ. Синтез полигидроксикомплексов  $Al_{13}$  проводили гидролизом соли  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  раствором  $NaOH$ . Поликатионы  $Al_{30}$  получали по гидротермальной методике путем выдержки раствора, содержащего полигидроксикомплексы  $Al_{13}$ , в реакторе под давлением в течение 5 часов при 127°C. Интеркаляцию ММ осуществляли ионным обменом межслоевых катионов на полигидроксикомплексов  $Al_{13}$ , и  $Al_{30}$ . Пилларные материалы получали прокаливанием интеркалированных образцов в печи при 300°C в течение 3 ч.

По данным электрофоретического рассеяния света размер частиц суспензии диспергированного в воде механоактивированного монтмориллонита составил около 100 нм. Показано, что предварительная механоактивация исходного субстрата позволяет за счет повышения эффективности интеркаляции поликатионов Кеггина существенно повысить (примерно на 45-50%) удельную площадь поверхности и суммарный объем пор пилларного  $Al_{13}$ - и  $Al_{30}$ -монтмориллонита. Установлено, что ключевую роль в повышении емкости катионного обмена механоактивированного ММ играют малые размеры тактоидов в водной суспензии.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ПРУССКИЙ СИНИЙ

Федулова А.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[fead.sci@gmail.com](mailto:fead.sci@gmail.com)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Агафонов А.В. (ИХР РАН)

Функциональные материалы с гексацианоферратами привлекают большое внимание исследователей всего мира. Основным представителем этой группы является ферроцианид железа или Прусский синий (ПС), он же Берлинская лазурь и др.. Прусский синий представляет собой координационный полимер, относящийся к формулам  $KFe[Fe(CN)_6] - Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ . Материалы с ПС могут быть применены в различных областях: медицина, биохимия, энергетика, промышленность и другие, в качестве биосенсоров, наноэнзимов, компонентов энергетической ячейки, фотодатчиков, индикаторов и др.

Цель работы: разработка новой методики синтеза наночастиц ПС, исследование свойств полученных частиц и конструирование новых композиционных материалов на основе нового способа получения ПС.

В ходе исследования был разработан метод получения наночастиц ПС путем восстановления при тепловой обработке различными агентами: лимонной кислотой, полиэтиленгликолем, этиленгликолем, поливинилпирролидоном и др. Проведена модификация стержней гликолята титана, полученных микроволновым полиольным синтезом. В нагретую выше  $150^\circ\text{C}$  смесь этиленгликоля и поливинилпирролидона добавляли 8 мл изобутоксид титана и 0,2 г ферриционида калия. Получившуюся смесь нагревали в СВЧ печи в течение 5-8 минут до образования стержней. Далее смесь центрифугировали и промывали 3 раза дистиллированной водой. После модифицированные стержни гликолята титана обрабатывали в микроволновой печи в разных средах – в воде, лимонной и соляной кислотах.

Наночастицы Прусского синего, полученные в этиленгликоле и полиэтиленгликоле, обладали необычными термоэффектами. При повышении температуры цвет суспензий изменялся с синего на белый, а под действием кислорода воздуха частицы ПС возвращали исходный цвет. Физико-химические свойства композиционных материалов представлены в докладе.

В результате исследовательской работы была разработана новая методика синтеза ПС, которая в последующем применена для модификации наностержней гликолята титана. Также были улучшены фотокаталитические и адсорбционные свойства стержней гликолята и диоксида титана. Модифицированные ПС стержни, представляют собой перспективные адсорбенты, имеющие в структуре микро- и мезопоры, обладающие большой удельной поверхностью, могущие быть применены для охраны окружающей среды, для поглощения и обезвреживания токсичных ионов.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ЛЕГКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Хренов Д.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[dmitrij.sd2011@yandex.ru](mailto:dmitrij.sd2011@yandex.ru)

Научный руководитель: д.т.н., проф. Косенко Н.Ф., к.х.н., доцент Филатова Н.В.

Строительство – одна из самых материалоемких отраслей народного хозяйства: затраты на материалы составляют более половины общей стоимости строительно-монтажных работ.

Уменьшение массы материалов позволяет сократить транспортные затраты и мощность монтажных и транспортных средств, укрупнить конструкции, тем самым снизив трудоемкость и стоимость строительства. Один из важнейших путей решения этой проблемы состоит в развитии производства легких конструкционных и эффективных теплоизоляционных материалов. К таким материалам, в частности, относятся поризованные бетоны.

Ячеистые бетоны по способу порообразования подразделяют на газобетоны, пенобетоны, газопенобетоны. Поризация газобетонной смеси осуществляется за счет химической реакции газообразователя со щелочью (гашеной известью  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) с образованием водорода в виде газовых пузырьков. Разновидностями газобетонов являются газобетон и газосиликат.

Технологии производства газобетона и газосиликата очень схожи. Разница заключается в том, что при изготовлении газосиликата основным наполнителем является смесь извести с молотым кварцевым песком, а для газобетона – портландцемент и кварцевый песок.

По способу твердения газобетон бывает автоклавным и неавтоклавным, а газосиликат – только автоклавным.

Качество и количество синтезируемых цементирующих веществ, их относительное содержание, минералогический состав и морфология; основность и степень кристаллизации, пористость и распределение пор по размерам влияют на прочность, деформативность, теплопроводность, паро- и воздухопроницаемость, морозостойкость и прочие свойства.

В обычных условиях взаимодействие извести с кварцевым песком в присутствии воды протекает очень медленно и не приводит к нарастанию прочности. Автоклавирование позволяет сократить длительность реакции, обеспечить рост прочности, снизить расход вяжущего.

В данной работе с целью облегчения строительных конструкций и утилизация отходов производства пеностекла и/или стеклобоя в состав ячеистого бетона предложено ввести легкий наполнитель на основе вспученного стекла. Пеностекло имеет высокие тепло- и звукоизоляционные характеристики, что позволяет его использовать в качестве теплоизоляционных материалов и их компонентов в различных областях строительства.

Композиционный материал получали по технологии газобетона с той лишь разницей, что гранулы вспученного стекла вводили до вливания суспензии газообразователя. У полученного изделия определяли основные характеристики: объемную массу, прочность, теплопроводность, морозостойкость, звукоизолирующую способность. Были найдены оптимальные составы газобетонной смеси и условия тепловлажностной обработки.

Установлено, что возможно приготовление композитных материалов и изделий, содержащих синтезированный в лабораторно-промышленных условиях газосиликат и вспученное стекло, с объемной массой около  $800 \text{ кг/м}^3$ .

Предел прочности при сжатии полученных образцов достигала 4,3-4,6 МПа, при изгибе – 2,0-2,5 МПа.

Образцы с высоким содержанием гранул имели высокую морозостойкость; не наблюдалось снижения прочности после 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Величины коэффициента теплопроводности композитов близки к нормируемым значениям данной характеристики для газосиликата.

Расчетные величины звукоизолирующей способности изделий соответствует предъявляемым требованиям.

Таким образом, сочетание ячеистого бетона со вспученным стеклом может оказаться перспективным направлением для изготовления легких и эффективных строительных материалов.

# ПОЛУЧЕНИЕ $TiO_2$ – ПИЛЛАРНОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА ГИДРОТЕРМАЛЬНО АКТИВИРОВАННОЙ ИНТЕРКАЛЯЦИЕЙ ПОЛИГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ ТИТАНА С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ СОРБЕНТА И ФОТОКАТАЛИЗАТОРА

Шибяева В.Д., Зиненко Н.В., Виноградов К.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

E-mail: schibaewa.valera@yandex.ru

Научный руководитель: к.х.н., доцент. Овчинников Н.Л.; д.ф.-м.н, профессор Бутман М.Ф.

Получение материалов с высокой фотокаталитической и адсорбционной активностью, на основе природных слоистых алюмосиликатов, в частности монтмориллонита (ММ), является быстро развивающейся областью исследований, имеющей хорошие перспективы использования для очистки сточных вод.  $TiO_2$ -пилларный ММ обладает высокоразвитой удельной поверхностью, улучшенной сорбционной способностью и демонстрирует высокую активность в различных фотокаталитических процессах, в том числе при фотолизе органических красителей. Улучшения текстурных, сорбционных и фотокаталитических характеристик пилларных материалов можно добиться за счет повышения эффективности интеркаляции полигидрохсокомплексов титана, в частности гидротермальным воздействием на стадии интеркаляции, позволяющим получить высокую пористость и степень кристалличности пилларов (нанокристаллов  $TiO_2$ ), а также механической активацией самого слоистого субстрата, способной увеличить площадь удельной поверхности частиц и емкость катионного обмена.

Цель работы состояла в получении  $TiO_2$  – пилларного монтмориллонита с высокими степенью кристалличности пилларов и удельной поверхностью, а также улучшенной адсорбционной и фотокаталитической активностью.

В качестве прекурсора применяли раствор гидрохсокомплексов титана  $[(TiO)_8OH_{12}]^{4+}$ , полученных гидролизом  $TiCl_4$  в сильно кислой среде. Пилларные материалы были приготовлены в соответствии с 3 методиками: 1) интеркаляцией гидрохсокомплексов титана, 2) с использованием гидротермальной активации (изотермическая выдержка в течение 5 часов при температуре  $115^\circ C$  и давлении 170 кПа) интеркаляции гидрохсокомплексов титана, 3) с использованием гидротермального воздействия на стадии интеркаляции полигидрохсокомплексов титана в сочетании с механической активацией минерального темплата в энергонапряженной планетарно-центробежной мельнице АГО-2С с ударно-сдвиговым способом нагружения. Пилларные материалы получали прокаливанием интеркалированных образцов в печи при температуре  $500^\circ C$  в течение 3 часов.

Полученные пилларные материалы охарактеризованы методами РФА, СЭМ, ИК-спектроскопии, ДСК/ТГ, измерениями дзета-потенциала и адсорбции/десорбции азота. Показано, что термически стабильная пористая структура материала обусловлена полимеризацией поликатионов титана и агрегацией пилларов в межслоевом пространстве ММ.

Адсорбционную емкость и фотокаталитическую активность  $TiO_2$ -пилларных материалов изучали с помощью удаления красителей анионного (метилового оранжевого, МО) и катионного (родамина Б, RhВ) типа в воде в условиях темноты и под действием УФ-излучения. Результаты показали, что для полученного с использованием гидротермального воздействия и механической активации образца  $TiO_2$ -пилларного ММ, комбинированное действие адсорбции и фотокатализа позволило удалять 98,4% RhВ примерно за 100 минут. Образцы пилларных материалов с гидротермальной и комбинированной активацией демонстрировали повышенную фотокаталитическую активность в сравнении с коммерческим фотокатализатором Degussa P25.



# НИКЕЛЬФОСФАТНЫЙ ЦЕМЕНТ

Янина К.Э

Ивановский государственный химико-технологический университет

[ksuyanina928@gmail.com](mailto:ksuyanina928@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Филатова Н.В.

Никельфосфатный (НФЦ) металлцемент является высокопрочным, быстротвердеющим и токопроводящим материалом. Для повышения адгезионных характеристик и снижения пористости затвердевшего цемента возможно использование смеси металла и его оксида. В качестве затворителя можно брать как раствор ортофосфорной кислоты, так и фосфатную связку.

В настоящей работе излагаются результаты исследования системы, включающей порошкообразную смесь Ni и NiO и затворитель – ортофосфорную кислоту или никельфосфатную связку (НФС), приготовленную растворением рассчитанного количества гидрокарбоната Ni  $Ni_2(OH)_2CO_3$  в 76,4 % растворе ортофосфорной кислоты. Отношение NiO :  $P_2O_5$  в связках составляли 1:20, 1:16 и 1:10. Содержание NiO в них составляло 4,76; 5,88 и 9,10 мас. % соответственно. Образцы готовили методом пластического формования из тела нормальной густоты. Величина Т/Ж мало зависела от состава порошковой части и составляла ~3.8-4.2, возрастая до 5,0 только для чистого никеля.

В обычных условиях композиция Ni – NiO –  $P_2O_5$  –  $H_2O$  является медленно твердеющей.

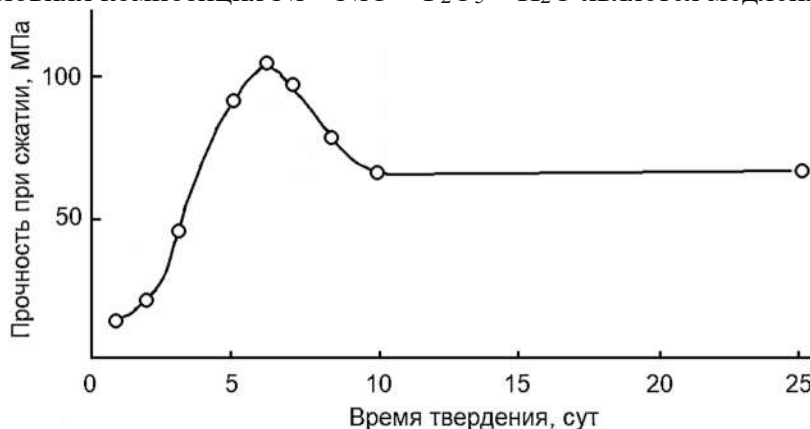


Рис.1. Развитие прочности в процессе твердения НФЦ (Ni : NiO = 40:60; НФС 1:10)

Начало схватывания отмечено не ранее 1 ч, окончание – через 3 сут. Исключение составила система с Ni, в которой формирование первичной структуры завершается за ~4 ч. Максимальная прочность НФЦ наблюдалась при соотношении NiO ; Ni, равном 60:40 (мас. %). Этому составу отвечала и минимальная пористость цементного камня (17,8 % для НФС 1:10).

Составление искусственной смеси Ni + NiO может быть заменено ее получением горением ксерогеля из нитрата никеля и лимонной кислоты. При их стехиометрическом соотношении продукт состоял из 58,3 мас. % NiO и 41,7 мас. % Ni (рис. 2).

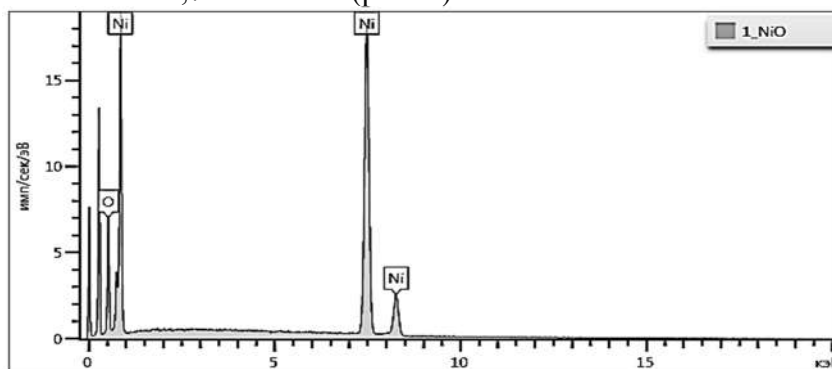


Рис. 2. СЭМ-изображение продукта горения ксерогеля из нитрата никеля и лимонной кислоты

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

Секция «Компьютерное и математическое моделирование технических,  
технологических и экономических систем»

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СТОИМОСТЬ КВАРТИР В ГОРОДЕ ИВАНОВО

Азорин И. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

E-mail: Ilyaazorin@list.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Галиаскаров Э. Г.

Цель работы: Выявить признаки с наибольшим влиянием на конечную стоимость квартир в городе Иваново, для последующего использования в прогнозировании цен на недвижимость методами машинного обучения.

В работе будут рассмотрены следующие основные задачи:

- Получение данных из открытых источников;
- Предварительная очистка данных;
- Определения корреляции признаков;
- Выявление наиболее значимых признаков.

Любое машинное обучение основывается на используемых данных. От качества этих данных зависит, как точно алгоритм будет выполнять свою задачу.

Для того чтобы уменьшить объём используемых данных, не теряя их качества, используются методы анализа данных, которые позволяют исключить наименее значимую информацию, а также определить степень влияния тех или иных факторов на наблюдаемую величину.

В данной работе производится анализ данных по продаваемым квартирам в городе Иваново. В ходе анализа устанавливается корреляция между различными признаками, из которых состоят данные. Так же устанавливаются наиболее значимые признаки, у которых степень влияния на итоговую рыночную стоимость квартиры наибольшая. С целью последующей обработки категориальные данные подвергались кодированию, способом предложенном в [1].

В ходе работы была собрана информация с открытого сайта по продаже недвижимости и сопутствующих источников в размере более 200 позиций. Каждая позиция первоначально состоит из 28 признаков, которые характеризуют ее. В качестве признаков выбиралась информация, легкодоступная для сбора и наиболее полно характеризующая объект исследования. Все собранные признаки можно разделить на три основные группы. К первой группе относятся признаки, описывающие рассматриваемую квартиру, в количестве 6 шт. Ко второй категории относятся признаки, характеризующие дом, в котором находится квартира, всего в этой категории находится 17 признаков. К третьей категории относятся признаки, указывающие на положение квартиры в черте города и наличие инфраструктуры на прилегающей к дому территории, всего в категории находится 5 признаков. После проведения анализа было выявлено, что только 7 признаков из 28 признаков преодолели установленный порог значимости в 90%. Наиболее значимыми оказались признаки, описывающие площадь помещений квартиры и количество жилых помещений в доме, в котором она располагается. Именно эти значимые признаки рекомендуется оставить для дальнейшего изучения и использования в машинном обучении.

В работе производилась первоначальная обработка данных для более удобного анализа. В ходе анализа выявляется важность признаков, которая составляется на основе информации о количестве пропусков информации, количестве уникальных значений, и корреляции с другими признаками.

В данной работе для сбора информации создавался сервис на языке C#, а полученная информация обрабатывалась и сохранялась в специально созданном файле формата csv. Для проведения анализа данных использовался алгоритм, построенный на языке Python с использованием открытых библиотек для анализа информации.

Литература:

1. Дьяконов А.Г. Методы решения задач классификации с категориальными признаками / А.Г. Дьяконов // Прикладная математика и информатика. Труды факультета Вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова. – 2014. – №46. – С. 103-127.

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ В РАБОТЕ ФИРМЫ ПО ПРОДАЖЕ ТОВАРОВ И ОКАЗАНИЮ УСЛУГ

Андреева А. В

Ивановский государственный химико-технологический университет

andreeva\_98@inbox.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Галиаскаров Э. Г.

Цель работы: изучить методы оптимизации расписания для проекта и применение их для составления оптимального плана работ в организации, занимающейся продажей товаров и оказанием услуг.

Теория расписаний — раздел дискретной математики, занимающийся проблемами упорядочения. Существует множество разновидностей задач, связанных с построением оптимального расписания.

В данной работе будет рассматриваться один из частных случаев, а именно построение оптимального расписания для проекта (RCPSP).

В задаче RCPSP необходимо построить оптимальное расписание проекта (выполнения работ проекта) с учетом сетевого графика (отношений предшествования между работами) и с учетом необходимых/доступных ресурсов, при котором будет оптимизирована некоторая целевая функция. В ходе решения задачи будет оптимизироваться целевая функция – общее время выполнения проекта (makespan или  $C_{max}$ ).

Дано множество требований  $N = \{1, \dots, n\}$  и  $K$  возобновляемых ресурсов  $k = 1, \dots, K$ .

В каждый момент времени  $t$  доступно  $Q_k$  единиц ресурса  $k$ . Заданы продолжительности обслуживания  $p_i \geq 0$  для каждого требования  $i = 1, \dots, n$ . Во время обслуживания требования  $i$  требуется  $q_{ik} \leq Q_k$  единиц ресурса  $k = 1, \dots, K$ . После завершения обслуживания требования, освобожденные ресурсы в полном объеме могут быть мгновенно назначены на обслуживание других требований. Между некоторыми парами требований заданы ограничения предшествования:  $i \rightarrow j$  означает, что обслуживание требования  $j$  начинается не раньше окончания обслуживания требования  $i$ . Обслуживание требований начинается в момент времени  $t = 0$ . Прерывание при обслуживании требований запрещено. Необходимо определить моменты времени начала обслуживания требований  $S_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , так, чтобы минимизировать время выполнения всего проекта, т.е. минимизировать значение, где  $C_i = S_i + p_i$ .

При этом должны быть соблюдены следующие ограничения:

1) в каждый момент времени  $t \in [0, C_{max})$  должно выполняться  $\sum_{i: \phi_i(t)=1} q_{ik} \phi_i(t) \leq Q_k$ ,  $k = 1, \dots, K$ , где  $\phi_i(t)=1$ , если требование  $i$  обслуживается в момент времени  $t$  и  $\phi_i(t)=0$ , в противном случае. То есть требования в процессе своего обслуживания должны быть полностью обеспечены ресурсами;

2) не нарушаются отношения предшествования между требованиями, т.е.  $S_i + p_i \leq S_j$ , если  $i \rightarrow j$  для  $i, j \in N$ .

Также в задаче присутствуют ресурсные ограничения на персонал (рабочие). Рабочие могут объединяться в группы, которые выступают неделимым ресурсом. Один и тот же рабочий не может быть назначен на выполнение двух заказов, сроки выполнения которых пересекаются.

Решение данной задачи осуществлялось при помощи генетического алгоритма, который реализован на языке Java.

Для тестирования данного алгоритма, было создано несколько наборов данных в формате .def, содержащих следующую информацию: заказы (номер, предшествующие заказы, длительность выполнения, крайние сроки), а также ресурсы (перечень рабочих).

Имеющаяся информация предназначена для внутреннего пользования и доступна для пользователя. Программа при запуске пользователем считывает исходные данные из исходного файла и выводит на экран результаты работы. Это и являлось нашей задачей.

Модель предназначена для использования в учебном процессе любых образовательных учреждений.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ И МУНИЦИПАЛЬНЫМ ИМУЩЕСТВОМ

Афанасьева Е.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

swona.ru@inbox.ru

Научный руководитель: профессор Шергин В.В. (ИГХТУ)

Система управления государственным и муниципальным имуществом, в соответствии с Российским законодательством, включает ряд институтов и органов власти, которые обязаны распоряжаться и владеть этим имуществом. Проблемы и задачи, перед ними стоящие, различны по масштабу и содержанию, в том числе и в отношении использования и совершенствования информационных технологий в целях повышения эффективности управления, а также степени информационной безопасности.

В управлении государственным имуществом ведущая роль принадлежит Федеральному агентству по управлению государственным имуществом (Росимущество). Одним из приоритетных направлений в области IT-технологий является импортозамещение используемых программных продуктов, что дает ряд положительных эффектов не только в данной области (снижение затрат на импорт, создание новых рабочих мест, рост налогооблагаемой базы). Среди главных препятствий на пути решения данной проблемы - отсутствие полноценных российских аналогов; ограниченные ИТ-бюджеты; разобщенность предложений отечественных производителей и некоторые другие. Тем не менее, этот вопрос решается, что должно быть учтено, в частности, разработчиками частных программных приложений, предназначенных для решения отдельных задач аналитических и/или информационных задач на разных уровнях системы управления государственным и муниципальным имуществом.

Среди актуальных вопросов управления имуществом заметное место занимает повышение эффективности. Речь идет как о более рациональной организации самого процесса управления, в частности, об оптимизации обмена информацией на разных уровнях управления, так и о повышении эффективности использования имущества, проводимых или планируемых мероприятий. Отдельные предложения по решению задач повышения эффективности и пути их реализации целесообразно рассматривать в рамках предварительно сформированных комплексных информационно-аналитических моделей. При разработке таких моделей необходимо учесть различие в целях и процедурах принятия и реализации решений по управлению имуществом на федеральном и муниципальном уровнях.

Для повышения эффективности необходимо как наличие адекватных и содержательных ее оценок, так и определение факторов, влияющих на эффективность. Существующие, закрепленные в директивных документах, показатели оценки эффективности могут быть дополнены оценками потенциально возможных результатов при управлении имуществом, что особенно важно для планирования будущих мероприятий по управлению имуществом (приватизация, сдача в аренду, использование для муниципальных нужд, назначение и проведение различного рода проверок и т.п.). С другой стороны, объекты в составе государственной и муниципальной собственности и варианты (цели) их использования могут сильно различаться в качественном и количественном отношении, так же, как и факторы, влияющие на потенциал их использования. Выявление зависимости от этих факторов оценок итоговой эффективности представляет сложную задачу, при этом интерес может представлять как прогноз будущей эффективности, так и классификация (кластеризация) объектов и решений по уровню эффективности. Ее решение может быть осуществлено, в частности, посредством применения таких современных методов анализа данных, как нейронные сети.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ВИРТУАЛЬНЫХ ВАЛЮТ И ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ

Ахматов А. А., Киселева Ю. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[kja0823@mail.ru](mailto:kja0823@mail.ru)

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры информационных технологий и цифровой экономики Ахматов А. А.

В настоящее время существует неоднозначное отношение к концепции распределенных реестров, а так же криптовалютам. Одним из главных отрицательных характеристик черт криптовалют, является то, что они не имеют никакого подкрепления. Они децентрализованны, их эмиссию не регулирует ни одна из стран. Однако, также существует тенденция выделения все более многочисленных и разносторонних направлений развития технологий блокчейн. В связи с этим, возможно предположение о том, что данные технологии могут быть также применены в системе государственного управления имуществом.

Аналитик Джеймс Кантон считает рынок криптовалют особым типом экономики, который при этом, однако, мало чем отличается от обычной. Поэтому инвестиционные стратегии с криптофинансами очень схожи с обычными. Развитие виртуальных валют имеет перспективу в области инвестиций. Следовательно, существует перспектива появления части государственных активов на этом рынке после разработки необходимой нормативной базы для регулирования финансовых отношений участников рынка криптовалют.

Основным преимуществом блокчейн является безопасность информации и, вместе с этим, ее хранение в публичном доступе. Внедрение технологий распределенных реестров в управление государственным имуществом ожет существенно повысить прозрачность в данной сфере. Таким образом, все операции с государственным имуществом, включая аукционы для юридических лиц, приобретут максимальную степень прозрачности процессов и результатов операций с имуществом.

## ТЕЛЕМАТИКА В АВТОСТРАХОВАНИИ

Басков А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

eseaKL@mail.ru

Научный руководитель: к.э.н, доц. Масленников О.В.

Телематика — это современная система управления транспортным средством, с помощью компьютерных, сенсорных и телекоммуникационных технологий фиксирующая и передающая информацию об автомобиле (скорости движения, количестве ускорений и резких поворотов, нагрузке на колеса, пройденном километраже и времени езды) и прежде всего — о его перемещениях и местоположении. На основе получаемых данных, можно сделать вывод о том, насколько агрессивно или наоборот, насколько аккуратно и спокойно ездит водитель.

Телематическое устройство выглядит как небольшой прибор и крепится к диагностическому разъему автомобиля. Установленная в нем сим-карта подключается к одной из спутниковых навигационных систем (ГЛОНАСС, GPS). Поэтому страховая компания всегда может определить, где находится автомобиль.

С помощью полученных данных, страховая компания может определить, насколько вероятны возникновения страховых случаев у того или иного водителя. Исходя из этого, страховая компания сможет подбирать индивидуальную ценовую политику для каждого водителя.

Аккуратные водители, в целом, благодаря своей манере вождения смогут существенно снизить стоимость полиса КАСКО. Особенно это касается молодых неопытных водителей, которые сейчас за стандартный полис КАСКО платят до 20% от цены автомобиля. Страховые компании будут рассчитывать полис, исходя прежде всего из индивидуальной манеры вождения. Так, уже сейчас некоторые страховые компании предлагают скидки до 50% по риску «ущерб» и до 80% по риску «хищение», если вы покупаете страховой полис с телематикой.

На сегодняшний день телематика в автомобильной сфере не получила достаточного развития, однако положительная тенденция развития присутствует. Уже сейчас с помощью таких устройств можно узнавать, где в данный момент находится общественный транспорт. А вот владельцам собственных автомобилей такой гаджет может помочь только вкупе с сигнализацией, если автомобиль угнали и нужно срочно узнать, где он находится. А пока что с помощью такого бесхитростного трекинга получается сэкономить на страховке.

Для страховых компаний выгода также очевидна. В будущем телематика станет использоваться не только для расчёта скидок, но и при аварийных ситуациях. Модуль, установленный в автомобиле, может с помощью акселерометра установить, какой мощности и с какой стороны был удар. А это значит, что у страховых компаний появится ещё один свидетель, с которым трудно спорить. Поэтому, страховые компании в ближайшие годы будут, вероятнее всего, всячески расширять рынок страхования КАСКО с телематикой, оптимизировать работу и учет данных этой системы и создавать различные программы, более привлекательные для клиентов.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА (QFD) ДЛЯ ВНОВЬ СОЗДАВАЕМЫХ ПРОДУКТОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Белова А. Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

alenabelovaaa@yandex.ru

Научный руководитель: к.э.н, доцент Абрамова Е. А.

Одной из наиболее эффективных методик в области планирования качества является структурирование (развертывание) (Quality Function Deployment - QFD). Структурирование функций качества - это метод структурирования нужд и пожеланий потребителя через развертывание функций и операций деятельности по обеспечению на каждом этапе жизненного цикла проекта создания продукции такого качества, которое бы гарантировало получение конечного результата, соответствующего ожиданиям потребителя. Согласно методу QFD требования потребителя надлежит развертывать и конкретизировать поэтапно - от прединвестиционных исследований до предпродажной подготовки. Цель QFD - обеспечение такого качества создаваемой продукции на каждом этапе жизненного цикла, которое бы гарантировало получение конечного результата, соответствующего требованиям и ожиданиям потребителя. Основным инструментом QFD является таблица, получившая название «дом качества» (Quality House). В ней отображается связь между фактическими показателями качества (потребительскими свойствами) и вспомогательными показателями (техническими требованиями). Построение моделей «Дом качества» вручную довольно трудоемкий процесс. Чем больше исходных данных для развертывания функции качества, тем сложнее становится отслеживать связи между потребительскими свойствами и техническими характеристиками. На сегодняшний день существует несколько специальных программных средств для QFD, кроме того, существуют шаблоны моделей «Дом качества» для Microsoft Excel и Open Office Calc.

Перед внедрением технологии QFD на предприятии текстильной отрасли необходимо оценить внешнюю среду предприятия (развитие основных видов продукции текстильного и швейного производств; основных конкурентов, ценообразование на текстильном предприятии; потребителей), внутреннюю среду (оценка конкурентоспособности и качества продукции), провести анкетирование потребителей, касающееся учета пожеланий для вновь создаваемой продукции. На основе проведенного исследования сделать вывод о необходимом внедрении QFD для конкретного предприятия.

Объектом исследования является «Исток – Пром». В результате исследования выявлен недостаточный уровень конкурентоспособности ( 0,89 из 1 ) и качества (9 баллов из 13 баллов) продукции предприятия.

Таким образом, для повышения эффективности работ предприятия необходимо учесть пожелания потребителей и внедрить технологию QFD, которая обеспечит качество создаваемой продукции, соответствующего требованиям и ожиданиям потребителей.



## ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ КОМПАНИИ К ВНЕДРЕНИЮ КАЙДЗЕН

Белова А.Д., Серкова Ю.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

alenabelovaaa@yandex.ru

Научный руководитель: к.э.н., доцент Хомякова А.А.

Одной из успешно-зарекомендовавших себя концепций СІР (ContinuousImprovementProcess) является японская модель Кайдзен, лежащая в основе эффективного метода повышения качества и оптимизации производственных процессов – LeanProduction. **Кайдзен** (Kaizen) - изменения (кай) с целью улучшения (дзен) — это японская философия, ключевая концепция менеджмента, сфокусированная на непрерывном совершенствовании всех производственных процессов, улучшении их качества, повышении безопасности труда, снижении затрат, повышении степени удовлетворённости потребителей и росте удовлетворённости трудом сотрудников компании.

Центральная идея Кайдзен в бизнесе - это постоянное стремление к совершенствованию всего, что осуществляет компания, в сферах производства, продажи, управления: без совершенствования в компании не должно проходить ни дня. Для успеха при применении этой модели необходима вовлеченность всех работников на всех уровнях компании, поэтому сотрудников поощряют высказывать свои предложения по улучшению работы, которые могут быть как значительными, так и небольшими.

Основное внимание Кайдзен уделяет устранению потерь, ненужных трат и неэффективно выполняемых видов работ. Согласно данной концепции, сначала необходимо определить то, что нужно предпринять, для повышения эффективности работы. Составляется список того, что может сократить финансовые, временные и иные затраты. После сокращения ненужных трат, на первое место выходит модель 5S, предназначенная для успешного ведения дел:

- Сэири – сортировка;
- Сэитон – порядок;
- Сэисо – чистота;
- Сэикэцу – стандартизация;
- Сицукэ — дисциплина.

В Ивановской области более 100 предприятий намерены внедрять японскую систему непрерывного улучшения производства и повышения производительности Кайдзен. Однако, существует ряд трудностей внедрения данной концепции, поэтому мы предлагаем оценить степень готовности компании к внедрению системы Кайдзен. Данную оценку мы будем проводить с помощью 5-бальной шкалы оценочной матрицы.

# ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ

Беляев Н. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[kolya9977@mail.ru](mailto:kolya9977@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Галиаскаров Э. Г. (ИГХТУ)

В тренировочном процессе используются традиционные методы: убеждение, разъяснение, поощрение, групповое воздействие, самовнушение, приучение к повышенной трудности, а также метод ситуационной тренировки. При использовании последнего на занятиях с футболистами создается ситуация, аналогичная той, которая происходит в реальном матче в статуте соревнований.

Важнейшим средством повышения сознательности и активности являются индивидуальные занятия спортсменов, построенные с целью воспитания инициативы, самостоятельности, творческого отношения к выполнению тренировочных занятий. Активность в процессе обучения во многом обеспечивается доступностью учебных заданий.

Принцип наглядности обеспечивает необходимые условия освоения и совершенствования технических приемов и тактических действий, развития физических и психических качеств и реализуется в натуральном показе изучаемого действия. Лучший методический прием показа - это сочетание натуральной демонстрации с анализом видеоматериалов. Новизна обстановки уже не становится для занимающихся неожиданной и не сможет стать тормозом в выступлении на уровне своих возможностей.

Такой прием подачи материала может заменить технология дополненной реальности. Анимированные 3D модели в AR способны точно передавать материал для стимуляции активности восприятия, что в конечном итоге должно способствовать успешности обучения.

Так дополненная реальность находит свое применение для улучшения наглядности этих и других методов, которые будут эффективными в конкретных ситуациях.

Ключевым моментом обучения является планомерно-поэтапное формирование умений и навыков. Методики обучения спортсменов техническим приемам делятся на следующие этапы:

- Первоначальное обучение. Освоение основ техники;
- Углубленное разучивание. Закрепление основ техники разучиваемого действия, уточнение деталей каждого изучаемого движения, входящего в состав действия;
- Закрепление и совершенствование техники. Совершенствование технического приема до высшей степени автоматизма и приспособление этих навыков к условиям игры.

Обучение происходит посредством повторения действий, показанных на примере AR-объектов, размещенных непосредственно в тренировочной зоне с помощью разрабатываемого приложения.

Наилучшим вариантом работы с 3D моделями является платформа Unity, проверенная в реальных условиях играми и самая используемая AR-платформа во многих отраслях. В сочетании с фреймворком Vuforia в AR-пространстве размещаются 3D модели.

Визуально персонажи 3D имитируются с помощью использования моделей, текстур и анимаций. Unity предоставляет специализированный рабочий процесс и расширенный набор инструментов для гуманоидных анимаций, моделирующих поведение персонажа. Данные анимации, в направлении спортивной подготовки, содержат в себе как типовые тренировочные упражнения, так и игровые действия реальных спортсменов.

Система анимации Mecanim особенно хорошо подходит для работы с анимацией гуманоидных скелетов. Ключевым компонентом такой анимации являются анимационные клипы. Они создаются и редактируются самостоятельно внутри самой Unity, либо импортируются на платной и бесплатной основе из внешних источников.

Ключевыми процессами работы с моделью скелета являются ригинг и скининг. Соответственно первый отвечает за создание скелета из сочленений для управления движениями. А благодаря скиннину модель обретает свой окончательный вид за счет привязки меша к скелету.

# СИСТЕМА «МАРКЕТПЛЕЙС» — НОВЫЙ ЦИФРОВОЙ КАНАЛ РЕАЛИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ ПРОДУКТОВ

Болдарева В. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[veronichka.5@list.ru](mailto:veronichka.5@list.ru)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Н. В. Смирнова

С приходом цифровых технологий в финансовый сектор стал актуален вопрос создания специальной торговой площадки (маркетплейса). Marketplace (маркетплейс) – это онлайн-площадка, которая собирает и систематизирует информацию о товарах и услугах разных компаний, зарегистрированных в системе и предоставляющая такую информацию по запросу покупателя в структурированном виде, пригодном для сравнения, выбора и осуществления покупки выбранного товара или услуги. [1]

В настоящее время проект «маркетплейс» разрабатывается Центральным Банком РФ в сотрудничестве с некоторыми другими банками. Цель проекта — организация системы дистанционной розничной дистрибуции финансовых продуктов (услуг) и регистрации финансовых сделок. В 2019 году планируется промышленный запуск 3 платформ - по вкладам, облигациям и паям ПИФ (в феврале 2019 г. был представлен «Маркетплейс 1.0 по вкладам»). Также в 2019 году планируется принятие законопроекта (план законопроектной работы) Государственной Думой, 2019–2020 годы - «Маркетплейс 2.0», запуск других продуктов и сервисов (ОСАГО, ипотека).

Система «маркетплейс» будет объединять следующих участников: электронные платформы, банки, страховые компании, управляющие компании ПИФ, эмитенты корпоративных и государственных облигаций, регистратор финансовых транзакций, витрины-агрегаторы, боты.

Плюсы создания платформы-маркетплейса следующие: широкий выбор, облегчение и повышение удобства получения и предоставления финансовых услуг 24/7, повышение конкуренции на финансовом рынке, прозрачность и оперативность получения услуг клиентами в режиме «единого окна», устранение барьеров для доступа к финансовым продуктам клиентов, безопасность проведения финансовых услуг, географическая доступность, привлечение новой клиентской базы. [2] Главным минусом данного проекта может стать неприспособленность участников «маркетплейса» к интерфейсу сайта, к его возможностям, вследствие чего, например, клиент, заинтересованный во вкладе или кредитном продукте, может запутаться на торговой площадке или не понять, как получить интересующую его финансовую услугу.

Также, в будущем можно будет предложить внедрить на маркетплейс следующие услуги: 1) факторинг; 2) банковское кредитование юридических лиц через облигационные займы.

Таким образом, можно сделать вывод, что создание финансового маркетплейса сделает доступнее и удобнее получение и предоставление услуг между различными участниками финансового рынка. Потребителю не хочется ходить по множеству сайтов, поэтому используя представленные на маркетплейсе услуги и продукты, физическое или юридическое лицо может выбрать то, что ему нужно. Пользователи получают неограниченный выбор продуктов с различными параметрами, а лица, осуществляющие эти услуги, будут привлекать новую клиентскую базу, а также снижать стоимость привлечения и обслуживания клиентов, и, соответственно, получать прибыль.

Литература

1. Безуглова М.Н., Сибилева И.В. Marketplace и ctm-системы в нынешних условиях в гостиничной сфере [Электронный ресурс] // Вектор экономики. -2017.- №12.- URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32317846> (дата обращения: 04.04.19)
2. Маркетплейс [Электронный ресурс] // Центральный Банк Российской Федерации. URL: [https://www.cbr.ru/finmarket/market\\_place/](https://www.cbr.ru/finmarket/market_place/) (Дата обращения: 04.04.19)

# ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И УЧЕТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Бурцева Е.П.

Ивановский государственный химико-технологический университет

burpumba@mail.ru

Научный руководитель: д.т.н., профессор Бобков С.П.

Россия является лесной державой мира. Она владеет четвертью всех лесов планеты. Лес – это легкие планеты, именно деревья вырабатывают кислород, что позволяет нам жить, именно поэтому защита леса является главной задачей человечества и как нельзя кстати упростить задачу по охране лесного фонда сотрудникам лесничества

Цель работы: разработать информационную систему анализа и учета лесного хозяйства на примере Ивановской области, что позволило бы уменьшить затраты на оформление договоров, поиска свободных выделов, построение оптимального маршрута к назначенному месту (законного и незаконного спила), анализа лесного фонда (количества и состава леса Ивановской области). Задачей исследования является создание комплексной ИС, позволяющей вести учет обращений граждан в ОГКУ «Ивановское лесничество», с целью анализа состояния лесов.

Теоретической основой исследования выступают: каноническое и типовое проектирование информационных систем; международные и государственные стандарты в области проектирования и разработки программного обеспечения; теория проектирования и программирования баз данных и информационных систем в архитектуре клиент-сервер;

Автоматизированная информационная система должна включать следующие программные модули:

1. База данных, которая содержит таблицы: Клиент, Лесничество, Выдел, Квартал, Место, Услуга, Кубатура, Не подлежит заготовке, Породы, Рубка, Цена, Делянка, Договор, а также электронные таблицы, занесенные после анализа: Договор\_купли\_продажи.xls,

2. Модуль анализа лесного хозяйства, который включает в себя Таблицы, Карты, Координаты.

Разработка ИС осуществляется с помощью программных продуктов: ERWin, BPWin. Для работы с БД должен использоваться язык запросов SQL в рамках стандарта ANSI SQL-92. Среда разработки Visual Studio 2015. Язык программирования C#.

Данная система предназначена для использования в трудовой деятельности ОГКУ «Ивановское лесничество»

# ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Власкина П.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[p.bolshakova37@mail.ru](mailto:p.bolshakova37@mail.ru)

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

Бизнес-процессы являются движущей силой стратегии любой экономической системы как микро-, так и макро- и мезоуровня. Описание и моделирование бизнес-процессов позволяют определить способ, по которому такая стратегия может быть реализована.

В данной работе исследуются бизнес-процессы в региональном аспекте с точки зрения четырех показателей, в отражающих различные стороны этих процессов: доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей; доля инвестиций в основной капитал к ВРП; индекс производительности труда; инновационная активность организаций. При этом ставилась задача определения групп регионов, типологически однородных относительно рассматриваемых процессов.

Разбиение регионов осуществлялось с помощью кластерного анализа, представляющего собой совокупность методов классификации многомерных наблюдений. Именно кластерный анализ позволяет построить научно обоснованные классификации, выявить внутренние связи между единицами наблюдаемой совокупности.

В качестве объектов исследования выступали 18 регионов ЦФО. Деление субъектов на кластеры в данной работе, производилось в пакете STATISTICA методом *k*-средних (*k*-meansclustering) [1]. Заранее задавалось количество кластеров (*k*), на которые необходимо разбить имеющиеся наблюдения. Наилучшее разбиение определялось исходя из выбранного критерия качества. Таким критерием качества классификации объектов служил функционал качества разбиения. Из всего множества таких критериев выбран критерий минимизации внутриклассовых дисперсий, как наиболее удобный и простой.

В результате были выделены пять значимых кластеров, из которых кластер № 1 представлен одним субъектом федерации – г. Москва, и который является безусловным лидером в протекании бизнес-процессов.

Кластер № 2, включающий Белгородскую и Липецкую области, значительно уступает Москве по производительности труда, однако является лидером по инновационной активности.

Воронежская и Тамбовская области демонстрируют наибольшее значение показателя в доле инвестиций в основной капитал к ВРП и объединены в кластер № 3.

Кластер № 4 включает 6 субъектов (Владимирская, Калужская, Московская, Рязанская, Тульская, Ярославская области), которые обладают самой высокой долей продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей.

Самая отстающая группа регионов в смысле интенсивности протекания бизнес-процессов образует кластер №5, в которой входят Брянская, Ивановская, Костромская, Курская, Орловская, Смоленская и Тверская области. Группа характеризуется низким индексом производительности труда и недостаточной инновационной активностью предприятий.

Список литературы:

1. Боровиков, В.П. Statistica – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. – М.: Горячая линия-Телеком, 2013. — 288 с. — ISBN 978-5-9912-0326-5.

# АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПАНИИ

Власова Э.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[elvirus97@mail.ru](mailto:elvirus97@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Сизова О.В. (ИГХТУ)

В настоящее время для того, чтобы остаться на рынке любая организация обязана постоянно анализировать свою деятельность, чтобы выявлять и решать все возникающие проблемы. Одним из способов анализа бизнес-процессов является применение существующих методик системного анализа [1]. В данной работе анализ бизнес-процессов телекоммуникационной компании проводился на основе методики структурного анализа SADT.

Целью работы было построение функциональной модели деятельности филиала ПАО «МТС» в городе Иваново [2].

На рисунке 1 представлена модель верхнего уровня, на которой можно увидеть основные функции организации. В ходе исследования каждая из функций была рассмотрена более подробно.

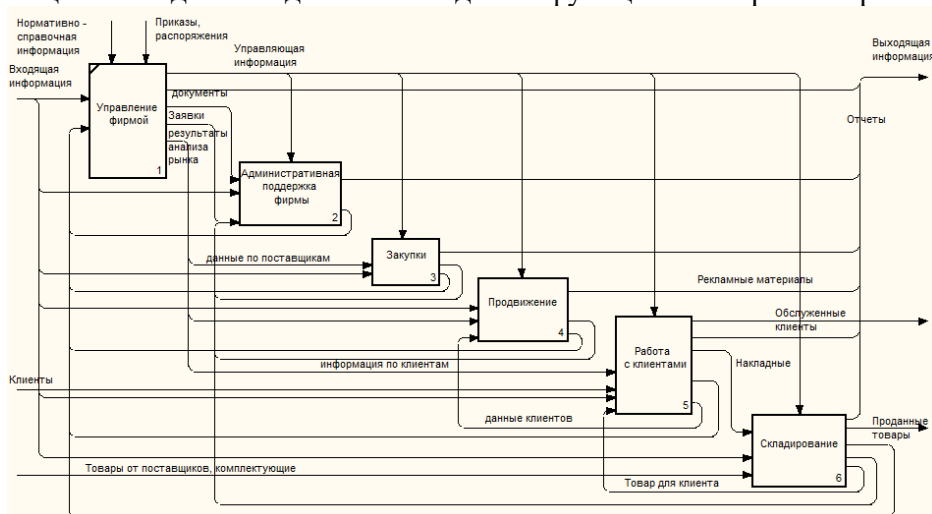


Рисунок 6. Модель бизнес-процессов МТС верхнего уровня

Модель бизнес-процессов, построенная под конкретное предприятие, позволяет разобраться в информационных потоках, выявить достоинства и недостатки и на основе этого сформулировать задачи, необходимые для дальнейшего успешного функционирования компании. Анализируя модель деятельности МТС, были сделаны выводы о том, что в каждом отделе компании имеются свои информационные системы, доступ к которым имеет сложную структуру. То есть для того, чтобы сотрудник получил доступ к информации из ИС другого отдела, он должен сначала сделать запрос на данную информацию, затем получить по электронной почте, либо в бумажном виде ответ, следовательно, это доставляет большие неудобства и временные затраты. Для того, чтобы повысить производительность труда, необходимо, чтобы специалистам было удобно и незатруднительно работать в своей сфере деятельности. Поэтому возникла идея создания единого информационного пространства с удобным интерфейсом и возможностью доступа к информации в короткие сроки с разграничением доступа.

1. Сизова О.В. Повышение эффективности деятельности салона бытовых слуг. /Сборник научных трудов вузов России «Проблемы экономики, финансов и управления производством» (вып. 40). – Иваново: ФБГОУ ВО «ИГХТУ», 2016.

2. Официальный сайт ПАО «МТС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mts.ru/> (Дата обращения:05.03.2019).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСАМИ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОБУВИ «SHOW-SHOES»

Власова Э.А., Шестова М.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),

[elvirus97@mail.ru](mailto:elvirus97@mail.ru), [llavrucha1308@yandex.ru](mailto:llavrucha1308@yandex.ru)

Научный руководитель: Власов А.П. (ИГХТУ)

Современные условия национальной экономики России кардинально изменили роль торговли. Финансовое состояние многих предприятий отрасли остается нестабильным. Проблема эффективного управления финансами и финансовым состоянием крайне актуальна для российских торговых предприятий.

Внедрение информационной системы, как правило, значительно облегчает управление деятельностью организации, оптимизирует внутренние и внешние потоки информации, ликвидирует узкие места в управлении.

Информационная система предприятия обеспечивает согласованность и оперативность действий всех служб на каждом этапе, предоставляя единую базу данных и мгновенно отображая вносимые изменения.

Актуальность работы выражается в том, что информация в настоящее время выходит на первый план среди прочих ресурсов. Это обуславливается необходимостью экономить трудовые, материальные и финансовые ресурсы.

Целью работы является анализ целесообразности внедрения собственной информационной системы на торговом предприятии.

В ходе исследования рынка информационных систем для управления небольшими и средними предприятиями, осуществляющих торговую деятельность, были выполнены следующие задачи:

1. Изучена сущность информационных систем управления предприятием;
2. Изучены финансовые процессы розничного магазина обуви «Show-Shoes»;
3. Спроектирована база данных для финансовой деятельности магазина «Show-Shoes» (Рисунок 7);
4. Проведен анализ рынка ИС в области малых и средних торговых предприятий;
5. Разработаны проектные предложения и рекомендации.

На основе проведенного анализа рынка информационных систем для повышения эффективности работы торгового предприятия сформировано предложение создания собственной информационной системы, которая позволит вести учет товаров, контролировать продажи и финансовые расходы организации, а также накапливать базу данных, создавать отчеты и принимать грамотные управленческие решения.

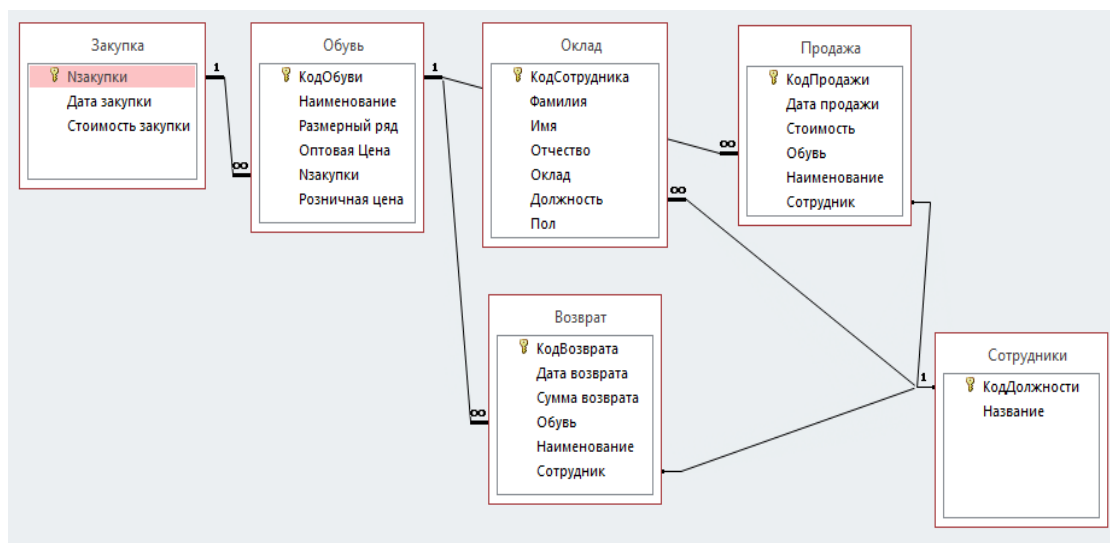


Рисунок 7. Схема базы данных финансовой деятельности магазина

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ CRM ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ С ПОТРЕБИТЕЛЯМИ

Воинова М. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[mariavoinova222@mail.ru](mailto:mariavoinova222@mail.ru)

Научный руководитель: к. э. н., доцент Абрамова Е. А. (ИГХТУ)

Термин Customer Relationship Management (CRM) переводится с английского как управление взаимоотношениями с клиентами. Суть этой бизнес-концепции заключается в том, что ядром бизнеса является покупатель, и успешное развитие компании зависит от качества его обслуживания, в том числе от грамотно выстроенных коммуникаций. Основой стратегии Customer Relationship Management является сбор информации о клиенте на каждом этапе взаимодействия с компанией, а также использование накопленных данных для реализации маркетинговых задач. В технологическом плане CRM (Customer Relationship Management) - это программное обеспечение, которое позволяет автоматизировать взаимодействия с клиентами: учитывать контакты, вести историю взаимоотношений, анализировать действия покупателей, управлять воронкой продаж. Для руководителя CRM-система - это аналитическое управление взаимоотношениями с клиентами. Специалист может отследить пути привлечения покупателей, выявить низкоэффективные рекламные каналы и оптимизировать маркетинговый бюджет. В повседневной работе программа позволяет контролировать персонал. По запросу CRM сформирует статистический отчет о работе отдела продаж или отдельного сотрудника. Также CRM-система защищает клиентскую базу от кражи информации.

В 2017 году российские агентства реализовали около 350 CRM-проектов. Среди крупнейших мировых производителей CRM на российском рынке представлены Oracle, SAP, Siebel Systems, Microsoft, SalesLogix, Terrasoft. Набирают популярность и отечественные продукты, пока востребованные в основном представителями среднего и малого бизнеса.

По мнению экспертов одним из лучших CRM является StorVerk CRM. Данный программный продукт отвечает сразу нескольким трендам рынка CRM: учет всех типов обращений клиентов, начиная от звонков и заявок с сайта, до сообщений в чат-консультант и skype; автоматизированные бизнес-процессы; инструменты для увеличения прибыли и снижения издержек, функционал коллтрекинга (call-tracking) и e-mail-рассылок; сквозная аналитика эффективности маркетинга и продаж.

Наряду с StorVerk CRM похожую оценку экспертов получила 1С:CRM.

Результат внедрения и преимущества CRM Информационные технологии управления взаимоотношениями с клиентами. Правильное применение помогает значительно повысить продуктивность компании.

Согласно приведённым исследованиям эффект от внедрения заключается в следующем: увеличение объёма продаж на 5-15%; увеличение скорости обработки обращений на 40-50%; повышение скорости обслуживания клиентов на 20-35%; снижение производственных и операционных затрат на 15-20%; увеличение ROI (возврат инвестиций в рекламу).

После внедрения данной системы можно выделить следующие долгосрочные и краткосрочные эффекты: рост продаж за счёт фокусировки на доходных/прибыльных клиентах; снижение издержек в каналах и цепочках продвижения; повышение доходов компании за счёт выявления наиболее прибыльных сегментов и предложения им лучшей потребительской ценности; повышение доходов компании за счёт повышения качества обслуживания и оптимизации организационной структуры.

Таким образом, в современном мире успех компании определяется тем, насколько она успешна в отношениях со своими клиентами. Изменения во внешней среде требуют пересмотра методологических основ менеджмента и перераспределения обязанностей внутри организации. Концепция CRM призвана сконцентрировать в себе все аспекты, влияющие на эффективность взаимодействия организации с ее клиентами; ее цель – построение долгосрочных отношений с потребителями во благо устойчивого развития компании.



# СРАВНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ И ИМИТАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СМО

Волков В.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

valerav96@gmail.com

Научный руководитель: д.т.н. профессор Бобков С.П. (ИГХТУ)

На данный момент во многих отраслях человеческой деятельности можно столкнуться с таким понятием как системы массового обслуживания. Примерами таких отраслей могут быть как примитивные очереди в магазинах или на автозаправках, так и более сложные системы, например распределение заявок в вычислительных системах.

Проектирование систем массового обслуживания, как правило, проводят на основе математического моделирования с использованием аналитических методов теории вероятностей, теории массового обслуживания, методов оптимизации и т.д., или с использованием имитационных экспериментов. Однако оба этих подхода имеют недостатки. Использование аналитических методов не в полной мере позволяет учитывать влияние таких факторов, как нестабильность потока входящих заявок и разная продолжительность обслуживания заявок (в зависимости от сложности). Кроме того, в аналитических методах считается, что система работает абсолютно надежно, т. е. не учитывается вероятность выхода из строя элементов системы. С другой стороны, при использовании только имитационных методов трудно четко сформулировать взаимодействие элементов между собой. Поэтому для проектирования реальных систем используют комбинированные методы, которые призваны избавиться от этих недостатков.

В качестве аналитического метода могут использоваться разнообразные математические методы, позволяющие получить конечный результат в явном виде или в виде математических зависимостей, решение которых может быть выполнено методами численного анализа. К числу таких методов относятся: метод средних значений, метод введения дополнительного события, диффузионная аппроксимация, элементы теории вероятности (формулы Эрланга), марковские цепи и другие. Однако использование марковских цепей является наиболее предпочтительным, т. к. современные программные средства позволяют без особых усилий решать системы линейных уравнений высокого порядка.

Для имитационного решения с помощью набора компонентов SimEvents среды Simulink математического пакета MATLAB была построена имитационная модель. Для выполнения моделирования предварительно было определено, каким законам распределения случайных величин соответствуют входящие потоки заявок. Определение закона распределения происходило в следующем порядке:

1. Определение и исключение из выборки выбросов - результатов измерений, выделяющихся из общей выборки.
2. Подбор закона распределения выборки, избавленной от выбросов.

Оба этапа выполнялись с помощью математического пакета Statistica. Определение и исключение выбросов выполнялось на основе построенных диаграмм размаха (диаграмма «ящик с усами») с границами 25-й и 75-й перцентили. Подбор закона распределения и вычисление параметров выбранного закона происходил на основе критерия хи-квадрат с помощью инструмента «Подгонка распределений» (Distribution Fitting).

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Гарина Н.А., Брайковская М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[leninapryanya@yandex.ru](mailto:leninapryanya@yandex.ru).

Научный руководитель: к.т.н, доцент Власов А.П.

Развитие информационных технологий в мире и в нашей стране происходит уже более 25 лет. Информация превратилась в один из наиболее важных ресурсов, а информационные системы стали необходимым инструментом практически во всех сферах деятельности. При автоматизации деятельности человека происходит перенос реального мира в электронный формат.

Актуальность разработки настоящей информационной системы для университета заключается в необходимости сокращения времени обработки информации и скорости обработки данных. Целью данной работы является проектирование информационной системы для ВУЗа.

Данная информационная система предназначена для образовательного учреждения ИГХТУ, которая планируют проекты на стратегическом уровне, контролирует их ведение и формирует отчетность и исполняет их.

Планируемые проекты:

1) Внутренние проекты: предоставление в аренду химического оборудования предприятиям; внедрение новой специальности.

2) Внешний проект: приглашение специалиста в области педагогики для проведения курсов преподавателям, не имевших педагогического образования.

Для реализации создаваемой системы используется программа Access.

В Access создается структурированная база данных трех проектов университета (аренда оборудования, создание новой специальности, прохождение курсов по педагогике). Также для создаваемой системы разработаны UML-диаграммы, чтобы наглядно отобразить графические обозначения абстрактной модели.

В заключении проводится корреляционно-регрессионный анализ показателей успеваемости студентов. Анализируются данные ЕГЭ и баллы окончания университета.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Глазунова М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[glazunova987654@mail.ru](mailto:glazunova987654@mail.ru)

Научный руководитель: кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных технологий и цифровой экономики Смирнова Н.В.

При оценке кадастровой стоимости производится группировка объектов недвижимости. Кадастровая стоимость объектов недвижимости определяется в рамках каждой из групп. В рамках одной группы должны быть использованы одни и те же подходы и методы, а также критерии взвешивания полученного результата. По итогам проводится анализ на достоверность и непротиворечивость. Для определения кадастровой стоимости используется несколько подходов: сравнительный, затратный и доходный.

Сравнительный подход основан на сравнении цен сделок по аналогичным объектам недвижимости. Данному подходу отдается предпочтение перед другими подходами к оценке.

Затратный подход основан на определении затрат, необходимых для приобретения, воспроизводства или замещения объекта недвижимости. Необходимы актуальные и достоверные данные в соответствующих затратах.

Доходный подход основан на определении ожидаемых доходов от использования объектов недвижимости. Рекомендуется применять данный подход при наличии надежных данных о доходах и расходах по объектам недвижимости, об общей ставке капитализации и ставке дисконтирования.

Для определения кадастровой стоимости необходимы различные данные в больших количествах, этим объясняется связь кадастровой оценки с большими данными. Большие данные – различные инструменты, подходы и методы обработки как структурированных, так и неструктурированных данных для того, чтобы их использовать для конкретных целей и задач.

Использование методов анализа больших данных при оценке кадастровой стоимости позволит снизить временные и человеческие затраты на всех этапах проведения работ, таких как ввод информации, расчет кадастровой стоимости, формирование итоговых отчетных документов, экономический анализ результатов.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Голубева А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

golubeva09@mail.ru

Научный руководитель: д.т.н., проф. Бобков С.П.

Современные исследования во всех областях науки невозможны без активного использования современных средств и подходов к математическому компьютерному моделированию. В последние годы приобретают особую популярность дискретные методы моделирования технических и технологических процессов. К таким методам относятся модели в виде систем клеточных автоматов.

Гибкая природа клеточных автоматов позволяет использовать их в самых разных исследованиях. Особенно удобно использовать их для исследования физических систем, содержащие из множества дискретных элементов в условиях их локальных взаимодействий. Литературные данные показывают, что клеточные автоматы могут быть использованы для моделирования широкого спектра физических явлений.

Данные системы принято описывать дифференциальными уравнениями в частных производных. Однако, при их решении, даже численном, возникают проблемы размерности и чувствительности к ошибкам округления. Еще большие сложности возникают при исследовании процессов в неоднородных и нелинейных средах, в объектах сложной формы, при наличии криволинейных границ. В силу своей простоты и устойчивости клеточные автоматы представляют собой альтернативу дифференциальным уравнениям с частными производными.

В этой связи актуальной становится разработка компьютерного приложения, представляющего собой среду моделирования, т.е. управляющее программное обеспечение для интерактивной демонстрации возможностей клеточных автоматов. Этот программный продукт может предназначаться для организации лабораторных практикумов и должен наглядно демонстрировать принципы работы клеточных автоматов и их реализацию в учебных целях.

При этом становится возможным увидеть реальную картину протекания процессов переноса на микроуровне, таких как теплопроводность, диффузия в различных веществах, избегая физических экспериментов. Для моделирования вышеуказанных процессов целесообразным будет использование известных физических законов, а именно закона сохранения энергии и массы, основного закона теплопроводности – закона Фурье, записанного в интегральной форме или закона Фика для диффузии.

## ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЯ СИСТЕМ К РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ

Гордова И.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[irra-gordova@mail.ru](mailto:irra-gordova@mail.ru)

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

«Теория ограничений систем» (ТОС) является одной из наиболее эффективных современных бизнес-методик, разработанная в 1984 году доктором Элияху Голдратом. Основная идея теории состоит в поиске и управлении ключевым ограничителем системы организации, предопределяющего эффективность деятельности организации в целом.

В книге «Цель» Голдрат рассматривает теорию применительно к производственному предприятию. В книге «Я так и знал!» Голдрат рассматривает применение ТОС в розничной торговле, а именно к управлению запасами. Применение принципов Теории ограничения (ТОС) в управлении запасами позволяет обеспечить наличие нужных товарных запасов в нужном месте в нужное время, не увеличивая при этом операционных затрат и параллельно снижая объём запасов.

Подход Теории Ограничений (ТОС) к управлению запасами состоит в том, что на самом деле важна не точность прогноза, а скорость пополнения запасов в конкретном месте. Суть подхода ТОС в применении к дистрибуции состоит в следующем: запас готовой продукции в любых звеньях цепи устанавливается на уровне, достаточном для удовлетворения потребности в этом запасе в течение времени его гарантированного пополнения предыдущим звеном, а пополнение запасов осуществляется в размере их фактического потребления. Горизонт прогнозирования при этом ограничивается сроком пополнения запасов, поэтому прогноз является более точным.

Например, собственная розница ООО «ПродМит» состоит из 8 магазинов, которые продают в среднем в день по 10 кг. ветчины из птицы «Традиционная», при этом с вероятностью 99% они продают не более 15 кг. ветчины, то если располагать дневные запасы в магазинах, нам потребуется 840 кг. ветчины, а если располагать запасы на региональном складе с возможностью ежедневного пополнения запасов магазинов, нам потребуется всего 11313,71 кг. ветчины.

Следует отметить, что данный подход выгоден как покупателю, так и поставщику.

Внедрение принципов работы ТОС в управлении цепями поставок позволит вам сократить время оборачиваемости товаров в 2-3 раза, избавиться от излишков товарных запасов на 30-50% и сократить объемы упущенных продаж до 95%.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЕГО БЕСПЕРЕБОЙНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ (SCM- СИСТЕМА)

Горюнова Н.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[grintashka@yandex.ru](mailto:grintashka@yandex.ru)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Абрамова Е. А. (ИГХТУ)

SCM (Supply Chain Management) - система управления цепочками поставок, которые поддерживают управление внешней логистикой компании - системой материальных потоков в сети поставщиков сырья и комплектующих.

Системы SCM предназначены для автоматизации и управления всеми этапами снабжения предприятия и для контроля всего товародвижения на предприятии. Система SCM позволяет значительно лучше удовлетворить спрос на продукцию компании и значительно снизить затраты на логистику и закупки. SCM охватывает весь цикл закупки сырья, производства и распространения товара. Исследователи, как правило, выделяют шесть основных областей, на которых сосредоточено управление цепочками поставок: производство, поставки, месторасположение, запасы, транспортировка и информация.

SCM-решения создают оптимальные планы использования существующих технологических линий, подробно расписывающие, что, когда и в какой последовательности надо изготавливать с учетом ограничений мощностей, сырья и материалов, размеров партий и необходимости переналадки оборудования на выпуск нового продукта. Это помогает добиться высокого удовлетворения спроса при минимальных затратах. По данным AMR Research и Forrester Research, с внедрением SCM компании получают такие конкурентные преимущества, как уменьшение стоимости и времени обработки заказа (на 20-40%), сокращение закупочных издержек (на 5-15%), сокращение времени выхода на рынок (на 15-30%), уменьшение складских запасов (на 20-40%), сокращение производственных затрат (на 5-15%), увеличение прибыли на 5-15%.

Функции SCM-систем заключаются в формировании структуры сети складов сырья и готовой продукции для снижения операционных логистических издержек; оптимизации схемы транспортных операций/маршрутов (с точки зрения издержек), а также в выборе производителя товара для поставки на конкретный региональный рынок и т.п.

Обеспечить достаточный уровень наличия без излишков невозможно, если применяется ручной метод управления запасами, особенно, основанный на прогнозах. Поэтому для облегчения данного процесса предприятий была создана программа управления запасами WA SCM, которая помогает снизить складские запасы в каждой точке до возможного минимума, не уменьшая уровня продаж. Это сохраняет оборотные средства предприятия, позволяет расширить ассортимент, уменьшить затраты на хранение. В условиях дефицита оборотных средств, программа WA SCM подскажет, запас каких товарных позиций можно не пополнять (и какое время) без существенного влияния на прибыль. Баланс запасов и закупок можно изменить как в сторону гарантированного наличия, так и в сторону экономии оборотных средств. WA SCM универсальна, она может обеспечивать работу дистрибуционной сети любого размера от одной до ста и более точек продаж и складов.

Таким образом, отлаженная система поставок помогает совершенствовать систему планирования, оптимизировать складские запасы, осуществлять своевременные поставки, обеспечивать соответствие предложения спросу, снижать затраты и, как следствие, увеличивать рыночную стоимость компании.

# ОБЗОР МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ

Гуничев П. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[pashagun37@gmail.com](mailto:pashagun37@gmail.com)

Научный руководитель: ст. п., Чернявская А. С.

Развитие и распространение компьютерной техники обуславливает ее широкое использование в рамках научных расчетов, а некоторые области науки и техники развиваются во многом за счет прогресса компьютерных и программных вычислительных систем. Вычислительная гидродинамика зародилась и развивалась как глубоко компьютеризированная дисциплина, один из подразделов механики сплошных сред, предназначенный для вычисления характеристик потоковых процессов. В ходе вычисления этих характеристик встает ряд задач, одна из которых – анализ вычисления, то есть отображение решения в виде графиков, таблиц, контурных, векторных схем, 3Д-моделей, которые отображают геометрию модели потока. Используемые при решении задач методы визуализации во многом определяют смысл информации, которую получили при расчете по модели. От выбора метода визуализации зависит и результат итоговой работы по решению задачи, что определяет важность визуализации в рамках всего процесса решения задачи вычислительной гидродинамики.

В ходе развития вычислительной гидродинамики процесс визуализации расчетов эволюционировал: от использования примитивной графики в 1970-ых годах, до использования детализированных 3Д-моделей в наше время. Но используемая технология и метод визуализации всегда зависит как от воли разработчика, так и от обстоятельств реализации и применения задачи, в случае ограниченных вычислительных и временных ресурсов применяются наиболее простые технологии: построение линий уровня и заливка цветом, построение линий тока. В рамках изучения отдельных физических процессов визуализация может быть получена с использованием редко применяемых методов: например, метод шпирен-визуализации отлично подходит для визуализации процесса конвекции и изменения плотности в прозрачных средах. Когда визуализация результата играет решающую роль при решении задачи, стараются использовать более продвинутые технологии визуализации, на данный момент это подробные 3Д-модели процессов и потоков, которые используют в связке с разнообразными цветовыми схемами. Одной из особенностей применения 3Д-моделирования является визуализация как потока, как основного объекта моделирования вычислительной гидродинамики, так и окружения этого потока.

Вне зависимости от выбранного метода визуализации, современная модель потокового процесса должна быть полезна ученому либо инженеру в процессе работы. Современное развитие методов визуализации и коммерческих программных пакетов визуализации потоков идет итерационно, с использованием модульного подхода, который подразумевает разработку фреймворков для расширения спектра решаемых задач и решения проблемы объединения отдельных дисциплин вычислительной гидродинамики, использующих различные численные техники.

В рамках собственной бакалаврской квалификационной работы планируется реализовать визуализацию задачи моделирования потока жидкости в объектах сложных и разнообразных геометрических форм. Для этого будет разработан модуль по визуализации модели, построенной при помощи методов решетчатых уравнений Больцмана. Исходными параметрами данной функции являются параметры жидкости в каждой ячейке клеточного автомата на каждой итерации. Для каждой ячейки клеточного автомата дано значение скорости потока и его температура как скалярная величина. На основе полученных данных можно построить визуализацию на основе линий тока, которые наглядно продемонстрируют гидродинамический процесс. Одно из преимуществ подобной визуализации – ее применимость в условиях ограниченных ресурсов слабых персональных рабочих станций. Итоговая визуализация состоит из набора кадров, которые содержат линии тока жидкости в один момент времени. Из этих кадров и строится видеоряд потокового процесса.

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПКАХ

Давиденко А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[nabinami@mail.ru](mailto:nabinami@mail.ru)

Научный руководитель: ст. преп. Ахматов Х. А.

Значение контрактной системы в последнее время возрастает. Благодаря ей осуществляется эффективное расходование бюджетных средств – финансовых ресурсов государства. На фоне практики проведения государственных закупок можно выделить некоторые проблемы, касаемо не полного соответствия практики с действующим законодательством при проведении электронных торгов.

Повышение эффективности закупочной деятельности на данный момент времени является актуальной проблемой.

В сфере федеральных и муниципальных заказов фигурируют значительные суммы. Ущерб от коррупции (не следование действующему федеральному законодательству) в сфере закупок достаточно велик, контролировать данную проблему сложно (сумма некоторых контрактов сопоставима с бюджетом небольших городов).

Далее, еще одна немало важная проблема заключается в недобросовестных поставщиках, которые должны нести ответственность за неисполнение или ненадлежащее исполнение контракта. Недобросовестные участники наносят серьезный вред интересам заказчиков, не соблюдая условия контракта. Данные участники становятся победителями конкурентных процедур, преимущественно, за счет низких цен, заявленных как стоимость исполнения контракта. Данная проблема связана с тем, что информация о подрядчике (исполнителе, поставщике), закупки не носит ретроспективный аналитический характер.

Федеральный Закон РФ №44-ФЗ сужает критерии оценки заявок. В предыдущем Федеральном законе №94-ФЗ критериев оценки было больше, то есть два основных критерия, а так же семь дополнительных. Следовало бы некоторые из них оставить в 44-ФЗ, а точнее расходы на эксплуатацию товара, расходы на техническое обслуживание товара, сроки и периоды поставки товара, выполнения работ, предоставления гарантии качества товара, работ и услуг, а так же объем предоставления гарантий качества.

Так же можно выделить недочеты в самой теории контрактной системы. Отсутствие конкретики в терминах «стимулирование инноваций», «инновационность» и «высокотехнологичность», написанных в одном из принципов контрактной системы неоднозначно толкуются субъектами правоприменения.



# МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С УЧЕТОМ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ СУБЪЕКТОВ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ К РАЗЛИЧНЫМ ЭТИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ

Евдокимов К.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

kirill16@list.ru

Научный руководитель: к.э.н., доц. Степанова Н.В. (ИГХТУ)

На всех этапах заключения сделки существуют риски принятия неверного кредитного решения. Отсутствие полной информации о заемщике составляет для банки риски. В связи с этим при оценке риска необходимо использовать количественную оценку информационной неполноты. В исследуемой предметной области в работе в качестве показателя риска ( $P_I$ ) необходимо следующее соотношение:

$$P_I = E - \frac{E_r}{E_p}, \quad (1.1)$$

где  $E_r$ ,  $E_p$  – соответственно количество реально имеющейся информации и полной информации, необходимой для осуществления качественной оценки.

В этом случае предлагается использовать пять классов по оценке принятия кредитного решения (КР), а именно:

- КР1 - «абсолютно верное», если значение предлагаемого показателя  $P_I = 0$ ;
- КР2 - «оптимальное», если  $P_I = P_k$  (где  $P_k$  - критическое, пороговое значение показателя);
- КР3 - «адекватное», если  $\frac{P_k - P_I}{P_k} \leq \varepsilon$ , при условии  $P_I \leq P_k$ . (величина  $\varepsilon$  - определяется требованиями к уровню четкости системы управления);
- КР4 - «рисковое», если  $\frac{P_k - P_I}{P_k} \leq \delta$  при условии  $P_I > P_k$ . (величина  $\delta$  - определяется требованиями к уровню нечеткости управления);
- КР5 - «недопустимое», если  $\frac{P_k - P_I}{P_k} > \delta$ , при условии  $P_I > P_k$ .

Для каждого класса оценки формируются соответствующие множества альтернативных решений в системах поддержки принятия решений.

Применительно к процессу потребительского кредитования информационный риск предлагается определять по формуле:

$$P_I = \frac{E_{\text{офици}} + E_{\text{неофици}} + E_{\text{ЭС}}}{E_{\text{требуемое}}} \quad (1.2)$$

где  $E_{\text{офици}}$ ,  $E_{\text{неофици}}$ ,  $E_{\text{ЭС}}$ ,  $E_{\text{требуемое}}$  - соответственно, количество информации, полученное официальным путем (в процессе непосредственного общения сотрудников банка с заемщиком и предоставленным им документами); неофициальным путем (полученные методами анализа группы андеррайтинга); требуемое для принятия решений, обеспечивающих рассмотренные виды оценки (кроме «недопустимого»); информация о принадлежности заемщиков к различным этическим системам.

# ПОВЫШЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПКАХ

Егоров М. О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

egorov.m.o.iv@gmail.com

Научный руководитель: ст. преп. Ахматов Х. А.

Организация и проведение государственных закупок представляет собой сложную систему, которая состоит из различных элементов, куда входят определение государственных нужд, формирование и размещение заказов, заключение государственных контрактов, исполнение договорных обязательств по поставкам товаров, выполнению работ, оказанию услуг для государственных нужд. Наиболее тяжким нарушением антимонопольного законодательства в сфере закупок является сговор участников закупки между собой, либо сговор с организаторами закупки, поскольку результатом сговора на торгах становится заключение контракта в условиях отсутствия конкуренции и снижения эффективности закупки. Необходимы меры по усилению взаимодействия и совместная целенаправленная работа контролирующих и правоохранительных органов, общественного контроля в сфере закупок по предотвращению и пресечению антиконкурентных соглашений на рынке закупок в рамках межведомственного взаимодействия. Также следует принимать дополнительные усилия по предотвращению лоббирования интересов крупных заказчиков в органах законодательной власти, ужесточить ответственность за нарушения при госзакупках, в т.ч. отстранение от должностей, лиц занимающихся организацией торгов и введения уголовной ответственности за крупные или систематические нарушения. Нужно чаще применять ротацию чиновников, работающих в сфере крупных дорогостоящих контрактов, чтобы коррупционные схемы и сговор не были такими крепкими. Отношения «поставщик-потребитель» в системе государственного заказа необходимо совершенствовать, для снижения, а в дальнейшем для исключения «привилегированных» сегментов, теневых ниш, скрывающих сговор заказчика с поставщиком. Необходимо совершенствовать методы обеспечения контрактов, создавать условия для защиты заказчика от недобросовестных поставщиков, развивать информационную систему, сопровождающую закупки.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ

Завьялов И.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[iogurt@yandex.ru](mailto:iogurt@yandex.ru)

Научный руководитель: к.ф.-м.н. доц. Осипов А.В.

В мире все может существовать лишь в двух формах - в форме концентрации или в форме распределения. Форма концентрации в системах предполагает централизацию. При этом мы видим процесс, при котором элементы системы направлены от "окружающего пространства" к "единому центру". В свою очередь при рассеивании (распределении) происходит обратный процесс - "от центра" к "окружающему пространству". Это - децентрализация.

Централизация в системе - это такая организация системы, при которой есть как минимум два уровня элементов, при котором есть неравноправное взаимодействие. В такой системе всегда есть иерархия, когда "главный" элемент, который обладает большим количеством влияния, чем остальные элементы. Такие системы имеют большую скорость реакции на действия "центра".

Децентрализация — это отсутствие единого центра контроля и единой точки отказа. Несомненно, в нынешнее время, много проектов стараются перевести те или иные сервисы от принципа Клиент-Сервер к принципу Клиент-Клиент.

Централизованную систему легко атаковать, атакую ее "центр". Человек, доверяющий централизованной системе, по факту доверяет "третьей стороне" - посреднику, который может в какой-то момент не выполнить свои обязательства. В этом случае достаточно легко организовать MITM-атаку (MITM – man in the middle) и получить полный доступ ко всей системе. Для децентрализованных систем ситуация другая – можно вывести из строя одну точку, однако при этом остальная часть системы сохранит работоспособность. Таким образом можно сделать вывод, что децентрализованные системы наиболее устойчивы к атакам и любым другим воздействиям.

Одними из важных принципов, которые используются в децентрализованных проектах — являются такие вещи как Zero-config и нулевое доверие. Другими словами — сервис можно считать полностью децентрализованным, если для его запуска достаточно просто запустить приложение без дальнейшего ввода каких-либо данных для подключения. Нулевое доверие означает, что атака типа MITM должна быть в принципе не осуществима из-за реализации протокола. (Сеть автоматически отвергнет вредоносный узел — DHT (англ. Distributed hash table распределенная хэш-таблица), сеть может функционировать если даже все узлы кроме вас и тому, кому вы передаете захвачены — I2P (анонимная зашифрованная сеть), между вами и конечным узлом можно поставить CoPM (сокращение от Система технических средств для обеспечения функций оперативно-розыскных мероприятий) на котором будет каша вместо данных, хотя он подключен к вам физически напрямую в разрыв канала — CJDNS (сетевой протокол и его реализация, с помощью которого можно создать масштабируемую, безопасную и простую в настройке сеть)).

В своей выпускной работе я спроектировал децентрализованную систему обмена сообщениями, которая обладает всеми выше описанными функциями и свойствами. Реализация подобной системы позволила передавать информацию по надёжному, защищённому каналу связи. Также некоторые архитектурные решения помогли уменьшить нагрузку на узлы системы за счет установления прямого соединения между пользователями(клиентами) системы, что позволило использовать менее мощное и более дешёвое оборудование. Таким образом использование данной системы может быть выгодно для организации любого масштаба, так как требования к техническим характеристикам узлов значительно ниже чем для централизованных систем обмена сообщениями. Ещё одним преимуществом является конфиденциальность данных – даже при атаке изнутри организации (если система используется только в локальной сети) данные не будут расшифрованы, потому что обмен сообщениями происходит по peer-to-peer защищённому каналу.

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОСТРОЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ИГРОВОМ ДВИЖКЕ UNITY

Зайцева А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[nastyaz66@mail.ru](mailto:nastyaz66@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Галиаскаров Э.Г. (ИГХТУ)

Сегодня почти у каждого человека установлено множество игр на своем смартфоне, но большинство из них не обладает достаточной степенью иммерсивности, т.е. они не позволяют глубоко погрузиться в игровой процесс. Эту проблему можно решить, используя технологии виртуальной реальности, которые предоставят возможности оказаться в новой обстановке – правдоподобной симуляции с высокой степенью детализации, что сделает игру визуально привлекательной и атмосферной.

Целью разработки является изучение этапов построения приложений виртуальной реальности с помощью игрового движка Unity, исследование проблем, возникающих в процессе его создания, применению специальных практик, выявленных сообществом VR-разработчиков, изучению способов взаимодействия пользователя с окружением (с виртуальными объектами) такими как:

- Активация элемента по наведению взгляда на него (событие «Point Enter»);
- Загрузка специальной шкалы, активирующей интерактивный элемент;
- Активация интерактивного объекта по нажатию кнопки на VR-очках (событие «Point and Click»);

Основным направлением в изучении был выбран мобильный VR, так как «десктопный», несмотря на ряд преимуществ, таких как наличие motion-контроллеров, высокого качества графики, fps (минимального количество сменяемых кадров в секунду) и расширенных возможностей по отслеживанию перемещения пользователя в пространстве, имеет множество недостатков: сложность разработки, громоздкие и дорогостоящие VR-шлемы.

Для того чтобы создать приложения под мобильный VR достаточно наличие смартфона и недорогих VR-очков (например, Cardboard). Но здесь существует ряд недостатков:

- Низкий уровень качества отображения контента (количество полигонов сведено к минимуму);
- Разрешение экрана смартфона неспособно передавать качественное изображение на каждый глаз пользователя;
- Устройство должно быть оснащено специальными датчиками: акселерометром, гироскопом, магнитным датчиком;
- Большинство приложений VR ориентировано на управление контентом с помощью наклонов головы, что быстрее вызывает усталость у пользователя;
- При перемещении в VR, пользователи сталкиваются с эффектом укачивания (VR Sickness или Motion Sickness);
- Низкая степень иммерсивности.

Использование эффекта «Slow motion», добавление статичных объектов в сцену и выбор способа перемещения персонажа (дискретное перемещение, движение в точку направления взгляда и визуализация траектории движения), позволят избежать сенсорный диссонанс в виртуальном пространстве.

Несмотря на имеющиеся недостатки, мобильный VR имеет свои перспективы развития с будущим увеличением производительности девайсов, улучшением разрешения экранов, поддержкой манипуляторов (контроллеров), отслеживанием позиции пользователя в пространстве и т.д.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕАЛИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕАЛЬНЫХ И ВИРТУАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Зайцева А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[nastyaz66@mail.ru](mailto:nastyaz66@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Галиаскаров Э.Г. (ИГХТУ)

Индустрия развлечений активно движется вперед. Новые технологии меняют ее с невероятной скоростью, поэтому предпочтения одного поколения становятся неактуальными для сегодняшнего поколения.

В последние несколько лет процесс разработки игр значительно увеличился, но не сильно изменился, геймеры также используют приставки, компьютеры (но более высокопроизводительные), смартфоны, планшеты и новые системы контроллеров. В настоящее время в игровой индустрии произошел качественный скачок, который позволил им выйти на новый уровень. Это стало возможным благодаря развитию технологий виртуальной и дополненной реальности.

Одним из лучших способов общения и совместного отдыха взрослых и детей являются игры. В настоящее время, настольные игры имеют большую популярность. Играя в настольный теннис, аэрохоккей или даже в бильярд, можно наслаждаться обществом друзей и не уставать от физической нагрузки. Применение технологии дополненной реальности будет рассмотрено на примере игры «Шахматы», позволяющей развивать наши мыслительные способности.

Привычный способ проведения игры, а именно физическое наличие доски и фигурок, давно устарел. Если взрослые еще могут сконцентрироваться на игровом процессе, то большей части молодого поколения это занятие становится неинтересным, так как у них в наличие имеются различные гаджеты со всевозможными онлайн – играми, которые позволят им соревноваться с друзьями на расстоянии.

Совмещение уже известного игрового процесса и новой компьютерной технологии обеспечит вовлеченность пользователя, активизирует его внимание и восприимчивость, и в данном случае мотивирует на занятие шахматами на профессиональном уровне.

Целью данного исследования является изучение механизмов взаимодействия между реальными и виртуальными объектами с использованием технологии дополненной реальности в настольных играх, и разработка игры «Шахматы» для нескольких пользователей, которые смогут взаимодействовать друг с другом в режиме реального времени. Для погружения в мир дополненной реальности необходим смартфон и специальные метки, которые обеспечат связь с виртуальными объектами.

Для обеспечения взаимодействия между пользователем и виртуальным объектом будет использоваться концепция, основанная на жестах. Жесты пользователя будут отслеживаться тогда, когда его рука попадет в область видимости камеры смартфона, что позволит производить различные манипуляции с виртуальным объектом, а именно следующие типы взаимодействий: перемещение, масштабирование и вращение.

Так как технология дополненной реальности базируется на системе трекинга, то при использовании данных только с датчиков смартфона можно получить неточный трекинг, поэтому в дополнении к нему будет использоваться визуальный трекинг, в котором приложение анализирует каждый кадр, который поступает в камеру и ищет точки высокого контраста.

Также используемый смартфон должен быть оснащен специальными датчиками: акселерометром (или G-сенсором), гироскопом, магнитным датчиком (пространственный трекинг). Для повышения производительности разрабатываемой игры при проектировании трехмерных моделей необходимо руководствоваться правилом «бюджета полигонов», т.е. будут использоваться ассеты и префабы, состоящие из низкополигональных моделей (low-poly), в которых количество полигонов будет достаточным для передачи формы объекта.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВКЛАДОВ И ЗАДОЛЖЕННОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ В РОССИИ

Казанина Ю.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)  
[juliakazanina777@gmail.com](mailto:juliakazanina777@gmail.com)

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

Важнейшими показателями, отражающими функционирование банковской системы страны и одновременно уровень жизни населения, являются такие социально-экономические характеристики как депозиты физических лиц, привлеченные кредитными организациями, а также задолженность по кредитам, предоставленным кредитными организациями физическим лицам.

В настоящем исследовании проводился статистический анализ данных показателей по Российской Федерации в целом, а также по двум регионам – Ивановской и Нижегородской областям. На рис. 1 представлена динамика показателей по России в целом за период 2006-2018 гг.

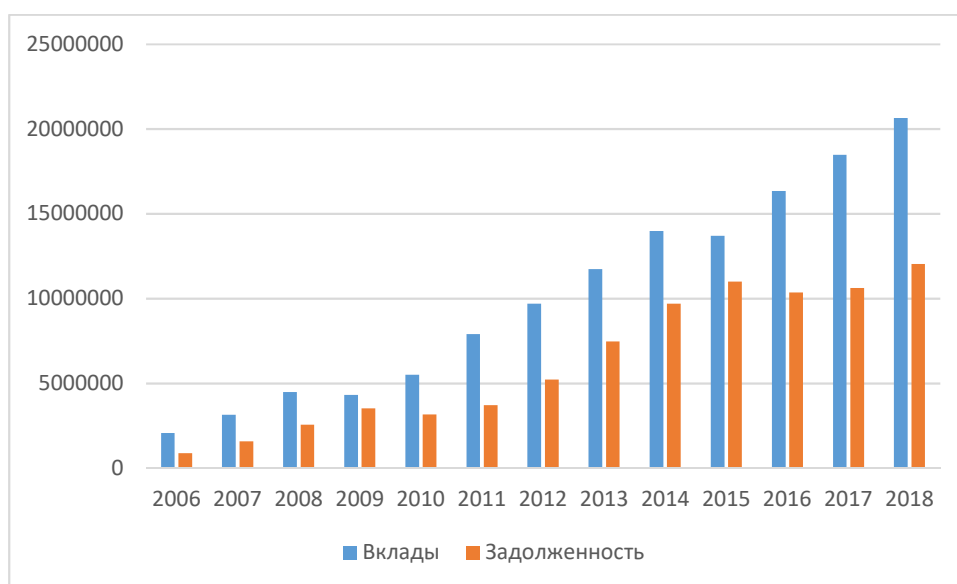


Рис.1. Динамика депозитов физических лиц и задолженностей по кредитам в РФ в период 2006-2018 гг.

Как видим, общая величина депозитов физических лиц в течение рассматриваемого периода в целом непрерывно возрастала. Исключениями явились 2009 и 2015 годы. Первое сокращение связано с мировым финансовым кризисом, а второе – с кризисом политическим, обусловленным ситуацией в Украине.

Что же касается задолженностей по кредитам, то динамика данного показателя не столь однозначна. Тем не менее можно отметить локальные максимумы, приходящиеся на те же 2009 и 2015 годы. Заметим также новую тенденцию роста в 2018 году.

В работе был проведен сравнительный анализ динамик рассматриваемых показателей по выбранным регионам, отмечены общие и специфические черты каждой из динамик.

## РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА

Казаченко А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[kazachenko\\_al2410@mail.ru](mailto:kazachenko_al2410@mail.ru)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Кутузова А.С.

Интернет-маркетинг – это комплекс мероприятий всех аспектов традиционного маркетинга в интернете, которые используют компании с целью продажи продукта или услуги покупателям и клиентам, а так же управления взаимоотношениями с ними.

Существует три значительных преимущества интернет-маркетинга от классического маркетинга – это:

- Интерактивность – можно взаимодействовать с аудиторией напрямую, поддерживать связь с покупателями и клиентами и контролировать ситуацию.
- Таргетирование – это механизм, который позволяет выделить только целевую аудиторию из всей имеющийся и взаимодействовать (показывать рекламу) только с ней.
- Веб-аналитика – помогает понять, какие действия были максимально эффективными и привлекли на сайт большее количество посетителей, которые потом конвертировались в покупки.

Целью интернет-маркетинга является рост продаж, следовательно, его стратегия должна содержать в себе определенную последовательность различных действий, которая увеличит прибыль компании. Первым шагом, с которого должна начинаться стратегия – точное определение целевой аудитории, далее осуществляется изучение конкурентов и определение своей позиции по отношению к ним, и, последним шагом является определение целей и методов их достижения.

Субъективными факторами, которые тормозят развитие интернет-маркетинга являются распространенные в нашем обществе антимаркетинговые стереотипы в восприятии его со стороны граждан или неоправданно упрощавшие его понимание и процедуры осуществления, или наоборот, излишне усложнявшие и приводившие к отказу от его использования целые сферы экономики – малый бизнес, некоммерческие виды деятельности и т.д.

Наряду с ростом электронного бизнеса одним из главных явлений стало появление интернет-маркетинга. Интернет-маркетинг можно разделить на 2 направления:

- Связано с применением инструментария Интернета для расширения системы маркетинга традиционных предприятий (организация информационного взаимодействия между сотрудниками компании, заказчиками, партнерами, а так же проведение маркетинговых исследований, организация сервисного обслуживания т.д.
- Связано с появлением новых видов моделей бизнеса, основой которых стал сам Интернет и для которых он играет главную роль (интернет-банки, электронные площадки, компании, которые оказывают услуги для участников интернет-рынка и т.д. Для таких направления интернет-маркетинг играет не только роль нового инструмента, цель которого повысить эффективность и сократить издержки, его главная задача – это повышение прибыли).

Таким образом, интернет-маркетинг оказывает на бизнес положительное влияние. В результате компании стремятся и дальше развивать этот вид коммерции, ликвидируя его недостатки и увеличивая число положительных сторон. Преимущества Интернет-маркетинга заключаются не только в том, что есть возможность четкого охвата целевой аудитории. Он предлагает гибкое управление рекламными коммуникациями. При этом даже достаточно скромный рекламный бюджет гарантирует максимальную отдачу. Для текущей экономической ситуации Интернет-маркетинг становится чуть ли не панацеей в рекламе. И это справедливо для самых различных сфер бизнеса.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Буренина Т.А. Маркетинг на базе Интернет-технологий. – М.: Благовест-В, 2005.
2. Голик В.С. Эффективность Интернет-маркетинга в бизнесе. – М.: Дикта, 2008.
3. Ральф Уилсон Планирование стратегии интернет-маркетинга / Planning Your Internet Marketing Strategy. – М.: Издательский дом Гребенникова, 2008. – с. 27.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Капралова М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[maryakapralova27@gmail.com](mailto:maryakapralova27@gmail.com)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Абрамова Е.А. (ИГХТУ)

Понятие проекта давно распространено в различных сферах человеческой деятельности, наука проектного управления создана сравнительно недавно. Автор определяет «управление проектами» как определенный тип управленческой деятельности, основанный на предварительном коллегиальном исследовании модели действий согласно поставленной цели.

Любая система деятельности рано или поздно выходит на плато своих возможностей, и наступает время для ее изменений. Практика проектного управления бизнес-процессов охватывает разные сферы деятельности и становится более значимой в связи с курсом Правительства на инновационное развитие отечественной экономики.

Управление проектной деятельностью подразумевает три ограничения (triple constraint): стоимость, продолжительность и качество проекта. Тройное ограничение подразумевает быстрое, дешевое либо качественное выполнение проекта. Сегодня клиенты не хотят выбирать наиболее важные ограничители, поэтому ориентация бизнеса на клиента обращена на поиск компромиссов. Теперь функция проектного руководителя заключается в балансировании этих ограничений, в контроле изменений содержания продукта.

Управление бизнес-процессами подразумевает их непрерывное усовершенствование и оптимизацию, по этой причине важными агрегатами управления процессами считаются комбинация и способы улучшения бизнес-процессов. Современный процесс управления предполагает два концептуальных подхода улучшение бизнес-процессов: пошаговой (по Демингу) и кардинальный (по Хаммеру и Чампи). И тот, и другой основанный на базе процессной концепции и методологии управления процессами, ориентированы на обнаружение дублирования функций, узких мест, затратных центров, качества отдельных процедур, отсутствующих данных, способности автоматизации и управления качеством.

Пошаговый подход отличный своей нацеленностью на усовершенствование фрагментарных процессов в рамках функционально-специализированных структур управления с целью их унификации и стандартизации в рамках ИСО. В подходе имеется склонность к осуществлению «от структуры к процессу». При апробировании подход сводится к перенесению функций структурных подразделений в формируемые процессные команды без изменения назначения и содержания. Другой подход подразумевает изучение самих процессов работы как комплекса процедур, обладающих значимостью для покупателей. Исследование процесса считается здесь объектом управления с дальнейшим переходом к процессно-направленной модификации управления «от процесса к структуре».

Выделяют пять ключевых методов совершенствования бизнес-процессов организации: методика быстрого анализа решения (Fast), бенчмаркинг и проектирование процесса, консультация и реинжиниринг процесса. Автор выделяет общие характерные особенности различных методов совершенствования, которые подразумевают ряд требований: улучшаемые процессы обязаны удовлетворять условиям качества, сервиса, эластичности и низкой стоимости и быть понятными; необходимо объединение нескольких работ в одну; потребитель процесса обязан выполнять изменяемый процесс и пр.

Исследование различий и установление единых положений технологии по совершенствованию бизнес-процессов демонстрирует способности их приложения, в зависимости от установленных задач дает возможность отдавать преимущество определенным методам усовершенствований и модификаций бизнес-процессов ибо их композициям.



# СБОР И АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАНКОМАТОВ

Кибирев Н.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет

nikita-kibirev@yandex.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Бобков С. П. (ИГХТУ)

В современных условиях рынка развиваться могут только универсальные коммерческие банки, средства которых вложены в различные секторы экономики и разные сферы бизнеса. На рынке банковских услуг смогут конкурировать те банки, которые грамотно управляют своими ресурсами.

При становлении и развитии в банке розничного бизнеса большую роль играет развитие сети банкоматов. Может возникнуть ситуация, когда оценка эффективности сети банкоматов банка базируется только на анализе комиссионного дохода. Однако расходы, связанные с перемещением наличности в (из) банкоматы, а также стоимость отвлеченных средств часто не учитывается. В то же время стоимость отвлеченных средств может оказаться существенной и, если еще учесть затраты на покупку банкоматов, то задача оптимизация суммы наличности в банкоматах становится актуальной.

Задачу можно сформулировать следующим образом: для каждого банкомата необходимо определить оптимальную для данного периода сумму загрузки, исходя из минимальных затрат на обслуживание потоков наличности (инкассация, пересчет и т. д.), при сохранении гарантированного уровня качества обслуживания клиентов (отсутствие перерывов в работе банкомата из-за недостатка средств).

С некоторых банкоматов были получены данные выдачи, выгрузки и загрузки денег с информацией о датах и суммах. Для построения первичной модели работы сети банкоматов можно использовать линейную модель, конечным элементом в которой является банкомат с определенными из анализа его функционирования параметрами: величина загрузки, средний процент возвращенных в банк средств и средний период инкассации.

Линейные модели описывают поведение непрерывной переменной как функции одной или нескольких переменных. Они служат для понимания и предсказания поведения сложных систем или анализа экспериментальных, финансовых и биологических данных. Линейная регрессия – это статистический метод, используемый для создания линейной модели. Модель описывает зависимость между зависимой переменной  $y$  (также называемой откликом) как функцией одной или нескольких независимых переменных  $X_i$  (называемых предикторами). Общий вид для линейной модели:

$$y = \beta_0 + \sum \beta_i x_i + \varepsilon_i$$

где  $\beta$  – вычисляемые линейные параметры и  $\varepsilon$  - остаточные члены (вектор ошибок).

Для расчёта простой параметров регрессии можно использовать универсальные математические пакеты.

Статистическая обработка исходных данных должна позволить получить математические модели для прогнозирования и оптимизации работы сети банкоматов, что, в дальнейшем, позволит сделать работу банка более эффективной.

## ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ВМР НА ПРЕДПРИЯТИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ

Климанова В.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
natalyaklimanova@mail.ru

Научный руководитель: к. э. н., доцент Абрамова Е.А. (ИГХТУ)

В связи с переходом к процессно-ориентированной организации и процессно-ориентированному менеджменту предприятия, получило распространение понятие бизнес-процесса. Бизнес-процесс (Business Process) – установленная последовательность действий, требующая определенного входа, достигающая определенного выхода и использующая определенные ресурсы, которая служит для реализации работы или услуги для клиента. В совокупности бизнес-процессы реализуют некоторую цель производственной деятельности, осуществляемой обычно в рамках заранее определенной организационной структуры, которая отражает отношения между участниками. Характерными для компаний бизнес-процессами являются выполнение заказа, разработка продукта, управление компанией, доставка продукции.

Для повышения эффективности управления бизнес-процессами, на предприятии внедряется система ВМР (Business Performance Management). Система ВМР (от англ. «Управление эффективностью бизнеса») – это набор процессов и приложений, разработанных для оптимизации исполнения бизнес-стратегии. Безусловное преимущество ВМР - это то, что данная система позволяет всем менеджерам компании быстро идентифицировать изменения и предсказывать их влияние для того, чтобы повысить эффективность работы бизнеса.

Развитие концепции ВМР предопределило набор основного инструментария и технологий, которые должны поддерживать четыре этапа управления эффективностью бизнеса: разработка стратегии (используются средства, предназначенные для создания приложения для автоматизации процессов совместной разработки корпоративной стратегии и распространения информации об исполнении поставленных целей); планирование (используются приложения, позволяющие сообщать об изменениях в планах при внесении в них реальных данных, а также приложения, использующие гипотезы, бизнес-правила и бизнес-логику для получения результатов на основе исходных данных); мониторинг и анализ (используются приложения, обеспечивающие консолидацию и объединение данных из транзакционных систем, выполнение конвертации данных и валют, устранение внутрикorporационных оборотов); управление (применяются программные продукты, предназначенные для создания и визуализации предупреждений, а также средства для создания новых плановых показателей и /или изменения значений существующих).

В ходе опросов, проведенных на саммитах Gartner Business Intelligence, управление эффективностью бизнеса занимает первое место в списке приоритетов у компаний, рассматривающих аналитические приложения.

Эффективность внедрения системы ВМР можно проиллюстрировать на следующем примере: в банке The Royal Bank of Scotland используется система ВМР для повышения эффективности работы со счетами заказчиков. Внедрение этой системы позволило сократить время открытия счета на 80%, уменьшить расходы на управленческий аппарат на 50%, повысить производительность труда на 40%.

Внедрение ВМР системы дает множество преимуществ таких как: улучшение эффективности (больше времени может уделяться на анализ данных и меньше на управление бизнес-процессами); улучшение отчетности и аналитики, что ведет к большей финансовой прозрачности; повышение скорости реагирования на изменения; уменьшение количества ошибок. Управление бизнес-процессами становится более строгим, что позволяет улучшить контроль. Компании, таким образом, могут добиться существенного сокращения издержек путем отказа от дублирующих работ и избыточных функций, не прибегая к сокращению бизнеса, и сконцентрировать усилия только на тех бизнес-процессах, которые создают ценность для заказчиков.

# РАЗРАБОТКА КОНСУЛЬТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ АБИТУРИЕНТА

Кубова А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[aknk97@mail.ru](mailto:aknk97@mail.ru)

Научный руководитель: д.т.н профессор Бобков С. П.

С каждым годом появляются новые профессии и выбор профессии является одной из актуальных проблем для современной молодежи. Многие отказываются от желаемых направлений из-за недостаточных знаний в требуемых предметных областях. Неправильно решение может негативно сказаться в будущем. Эту проблему можно решить с помощью современных цифровых технологий. Предлагается заменить человека-консультанта компьютерной программой-собеседником (чат-ботом), которая имитирует речевое поведение человека.

В начале исследований нами был проведен опрос (анкетирование) школьников, в результате которого было выявлено что при выборе профессии абитуриенты основываются на следующих критериях:

- номенклатура вступительных экзаменов;
- проходной балл на желаемое направление;
- уровень своих знаний;
- оплата за обучение (бюджет или коммерция);
- местоположение учебного заведения.

Предлагаемый проект направлен на помощь абитуриентам в определении траектории обучения в соответствии с актуальными темами национального проекта “Образование”. Его идея заключается в разработке инновационного подхода определения вектора развития ребенка с помощью цифровых технологий. В связи с майскими указами Президента РФ реализация предлагаемого проекта охватит сразу три упомянутых в нем темы:

- “Успех каждого ребенка”;
- “Цифровая образовательная среда”;
- “Новые возможности для каждого”.

В качестве платформы разработки будут использоваться чат-боты в социальных сетях. Сама система будет написана на языке C# и будет включать в себя три модуля:

- Модуль работы с социальными сетями (чат-ботами);
- Модуль сбора образовательных материалов;
- Модуль формирования индивидуального плана обучения.

Первый обеспечивает коммуникацию системы с пользователями на естественном для пользователя языке и с поддержкой контекста речи. С помощью опроса система получает набор входных данных, которые послужат формированию индивидуального плана. Второй модуль служит для сбора образовательного контента с популярных online-платформ. Третий модуль на основе собранных материалов формирует вектор обучения с помощью нейронной сети.

Для того, чтобы система наиболее точно подбирала план обучения необходимо сформировать базу знаний. В качестве источника будут служить анкетные данные студентов первых курсов ИГХТУ. Кроме того, системой будет определен уровень подготовки абитуриента предлагаемого направления по трехбалльной шкале (начальный, средний, продвинутый).

Благодаря разрабатываемой системе начинающим специалистам открываются широкие возможности в выборе профессии. С помощью данной системы они смогут лучше подготовиться к обучению по выбранному направлению, попробовать себя в желаемой профессии и даже освоить сферу деятельности, которая им недоступна в вузах из-за вступительных экзаменов.

# ИССЛЕДОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Кузнецова И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,

rina.kuzn@gmail.com

Научный руководитель: Сизова О.В.

В современном мире, где без компьютеров и смартфонов не может представить себе жизнь ни один человек, информационные технологии занимают одно из самых значимых мест. Информатизацией производства начинают заниматься абсолютно все отрасли экономики, в том числе и образование. Основным направлением информатизации образования является использование в информационно-коммуникационных технологий системе управления образованием.

С каждым годом происходит рост требований к информационно-аналитической деятельности в образовательных учреждениях, поэтому ведется активный поиск способов эффективного и качественного сбора, хранения и анализа педагогической информации. Поставленные проблемы решаются путем внедрения информационных систем и последующего их использования. Первым шагом к созданию информационной системы является анализ бизнес-процессов организации.

Целью данной работы стало моделирование бизнес-процессов МБДОУ №55 «Жемчужинка». Модель разрабатывалась с использованием методологии структурного анализа SADT.

На рисунке 1 представлена диаграмма основных функций МБДОУ №55.

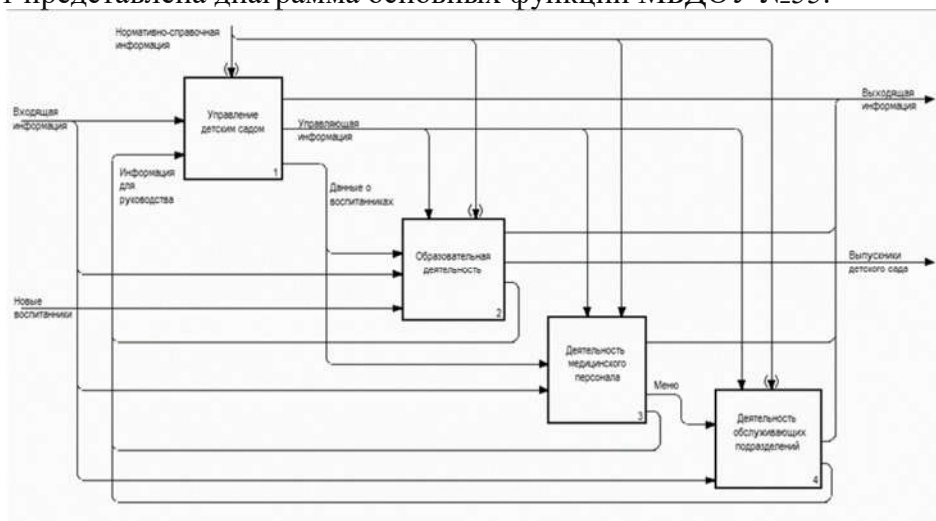


Рис. 1 Основные виды деятельности дошкольного учреждения

Проведя анализ деятельности детского сада, было решено заняться внедрением информационной системы. Помимо анализа основной деятельности предприятия, было также проведено маркетинговое исследование рынка информационных систем для дошкольных образовательных учреждений [1]. Исходя из полученных данных, было принято решение о рациональности создания своей системы, вместо покупки одной из существующих. При этом затраты на покупку и внедрение информационной системы будут в разы меньше, и она будет максимально подходить для нужд конкретного дошкольного учреждения.

1. Сизова О.В., Кузнецова И.А. Анализ рынка информационных систем для дошкольных образовательных учреждений / Сборник научных трудов вузов России «Проблемы экономики, финансов и управления производством» (вып. 41). – Иваново: ФБГОУ ВО «ИГХТУ», 2017.

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОМОЩИ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ТЕКСТА ДЛЯ СВОБОДНОГО ОБЩЕНИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ РЕШЕНИЙ

Кукушкин В.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Ni12ck@mail.ru](mailto:Ni12ck@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Галиаскаров Э. Г.

Для полноценного использования социальной сети слабовидящими людьми необходимо использовать специальные браузеры и программное обеспечение, цена которого зачастую высока. Таким образом пользователь не может использовать привычные браузеры, такой как Google Chrome, который является самым популярным в мире. Существует различное ПО, которое помогает распознать текст, такие как: Jaws professional, NVDA, Miranda IM, Windows Narrator. При этом существующее ПО, не решает проблему с распознаваниями изображений и дополнительных объектов в сообщениях, таких как эмоджи и стикеры.

Если изучить вопрос с позиции человека с ограниченными возможностями зрения, то окажется, что основная проблема заключается в распознавании слабовидящими людьми текста и изображений. Расширение поможет понять пользователю, что содержится в сообщении путём воспроизведения преобразованного контента, т.е. голосового воспроизведения текста сообщений и голосового описания изображений.

Были рассмотрены варианты решения данной проблемы:

1. создание настольного приложения, позволяющего считывать контент из веб-браузера;
2. создание плагина для уже существующих приложений, называемых «экранным диктором»;
3. создание расширения для веб-браузера, позволяющего получить доступ к контенту веб-страницы.

Мною выбран был вариант решения по созданию расширения для веб-браузера, позволяющего получить доступ к контенту на веб-странице, потому что:

- в первом случае необходимо настроить программное взаимодействие с API браузера, что влечёт к необходимости дополнительного модуля для интеграции и как следствие возможность появления дополнительных ошибок и необходимости поддерживать уровень взаимодействия с API в актуальном состоянии для каждого обновления браузера;
- в втором варианте, т.е. создания плагина я столкнулся с тем, что только несколько экранных дикторов поддерживают подобную интеграцию, при этом рассмотренное ПО обладает высокой ценой.

Выбранное решение позволяет озвучивать контент изображений, даже если изображение не имеет специального атрибута (alt attribute). Кроме того, расширение имеет направленность на работу именно с социальной сетью, что исключает проблем с восприятием контента, который может быть ошибочно прочитан экранными дикторами (например, элементы интерфейса при навигации), даже если изображение не имеет специального атрибута (alt attribute), путем анализа изображения нейронными сетями, используя платформу Microsoft Cognitive Services.

Также стоит выделить, что разрабатываемое расширение не зависит от изменений в API браузера и зависит только от инструментов для работы расширений с контентом веб-страниц, что значительно уменьшает вероятность того, что при выходе новой версии браузера нужно будет адаптировать ПО к изменившимся условиям окружения.

Стоит отметить, что расширение не является полной заменой экранному диктору. Разрабатываемое расширяет и дополняет возможность ПО для обеспечения для специальных возможностей и отлично работает с встроенными экранными дикторами.

Данное расширение уже сейчас можно использовать при работе с социальной сетью ВКонтакте. Также планируется сделать поддержку ещё для двух социальных сетей, таких как: Twitter и Facebook. Это позволит охватить большую аудиторию пользователей, которые хотят улучшить свой опыт в использовании социальных сетей.

# УЧЁТ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Кулибаба Д. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[1magnifishit@gmail.com](mailto:1magnifishit@gmail.com)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Галиаскаров Э. Г.

Цель работы: изучение методов и технологий поиска и распознавания лиц для применения их в образовательных учреждениях для учёта посещаемости студентов.

Проблема учёта посещаемости заключается в том, что преподаватель не сразу запоминает группу учащихся поименно, и ему приходится тратить время занятия на перечисление каждого студента группы, чтобы отметить отсутствующих. Так же во время проведения, к примеру, потоковых лекций, вести учёт присутствующих студентов сложно, т.к. это напрямую зависит от самих студентов. Студенты могут отметить отсутствующего ученика.

В современное время наблюдается большое количество достижений в области ИИ и когнитивных технологий, а также практически каждый имеет при себе смартфон. Применение современных технологий распознавания лиц заметно упростит и ускорит учёт посещаемости студентов, а также сделает его достоверным.

Реализовать ведение учёта с помощью технологии распознавания лиц можно несколькими способами:

- 1) Преподаватель делает несколько фото, а затем, после занятий, загружает их в программу, которая анализирует изображения и формирует необходимые для заполнения журнала данные.
- 2) Преподаватель делает фотографии напрямую через приложение, и сервис сразу ищет и распознает лица учащихся, что позволяет сразу увидеть, все ли студенты были идентифицированы.
- 3) Преподаватель снимает аудиторию с помощью видеорежима, а программа в реальном времени ищет и распознаёт лица учащихся и формирует необходимые данные.

На данный момент существует множество сервисов, которые можно было бы использовать для поиска и распознавания лиц. Таких, как Microsoft Azure, Amazon Face Recognition и др.

У данной задачи есть сложность – в аудиторных залах учащихся, сидящих на дальних рядах, очень сложно распознать. При изучении существующих сервисов была произведена экспериментальная обработка фотографий. На фотографиях, где лица людей были расположены на достаточно большом удалении, такой сервис как Amazon Azure не смог найти даже половину лиц, не говоря уже о идентификации человека.

Чтобы разрешить данную проблему, необходимо подобрать такой метод распознавания лиц, либо метод обработки фотографий, чтобы программа справлялась с должной задачей и в больших аудиторных залах.

Так же при учёте посещаемости с помощью данных технологий нужно иметь базу лиц и обновлять ее с периодичностью как минимум раз в полгода.

Данная программа может быть разработана на любом языке программирования, который позволит реализовать весь необходимый функционал. Выбор платформы очень важен, как было сказано ранее, от выбора платформы зависит вся концепция приложения.

На данный момент предпочтение отдаётся концепции, при которой преподаватель загружает фотографии в приложение, установленное на персональный компьютер. Данный вариант самый простой в разработке, а также на обработку фотографий не будет влиять производительность техники, на которую производится съёмка.

Однако самый сложный для разработки вариант с распознаванием лиц в реальном времени является самым надёжным, но очень сильно зависит от производительности смартфона/планшета, а так же качества камеры и возможности делать качественные фото на большом удалении.

В ходе выполнения работы были подробно описаны все перечисленные концепции и проанализированы существующие сервисы, которые могут быть использованы для данных задач.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕБЕНКА ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПО ЕГО РИСУНКУ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОСЕТИ

Куликов В.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[v.koulikoff@mail.ru](mailto:v.koulikoff@mail.ru)

Научный руководитель: к. ф.-м. н. доц. Осипов А.В.

Каждый человек индивидуален. У каждого из нас есть свои предпочтения, привычки, фобии, особенности характера. Обычно они формируются в детстве. Очень важно увидеть в первых внешних проявлениях маленького ребенка те особенности его характера, которые важны для его воспитания. Как это сделать, если ребенок дошкольного возраста не может сам рассказать или понять то, какими особенностями он обладает в настоящее время.

Для их определения, психологами используются различные тесты, которые помогут родителям и окружению понять особенности ребенка. Больше всего нас интересуют те из них, которые можно использовать для машинного обучения. Например, мы использовали тест «Дом-Дерево-Человек» в котором ребенок должен нарисовать поочередно дом, дерево и человека. С помощью данного теста, можно обратить внимание на такую деталь рисунка, как труба дома. Если она отсутствует, то это означает, что ребенок чувствует нехватку психологической теплоты у себя дома. Если труба почти невидима или спрятана - ребенок испытывает нежелание иметь дело с эмоциональными воздействиями.

Для решения поставленной задачи мы использовали сверточные нейронные сети. Это наиболее подходящий тип сетей для классификации изображений. Реализация была осуществлена на языке программирования Python, с использованием библиотек Keras, NumPy и других. Обучающая выборка включала в себя набор фрагментов рисунков с домом, деревом и человеком. Нейронная сеть выделяет эти объекты из исследуемого рисунка и находит их ключевые особенности. После чего программа интерпретирует набор особенностей в психологическую характеристику ребенка. В зависимости от результата предлагаются рекомендации по воспитанию ребенка для родителей и воспитателей дошкольных детских общеобразовательных учреждений.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Кунникова А. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[annazahk15@gmail.com](mailto:annazahk15@gmail.com)

Научный руководитель: доцент Сизова О.В. (ИГХТУ)

В последние десятилетия в мире стремительно развиваются информационные технологии, в связи с этим, цифровизация дает бизнесу конкурентные преимущества в его будущем развитии.

Современный бизнес переходит в «гонку технологического перевооружения». Лидеры внедрения диджитал - технологий подчеркивают, что недостаточно всего лишь внедрять новые технологии для получения преимуществ. Цифровая трансформация подразумевает кардинальное изменение работы предприятия и его взаимодействие с окружающим миром, реформирование мышления в условиях новой диджитал экономики.

Любая автоматизация, фундаментом которой являются цифровые технологии, связанная с внедрением централизованной информационной системой. Это предполагает полную автоматизацию бизнес-процессов всего предприятия.

Целью настоящей работы является проектирование информационной системы учета качества для металлургического предприятия.

На начальном этапе было проведено интервьюирование сотрудников предприятия. В ходе чего был выявлен ряд проблем, наиболее важной из которых, работники назвали отсутствие автоматизации одного из важнейших функциональных подразделений - лаборатории металлов и сварки.

На следующем этапе проводился анализ бизнес-процессов лаборатории. Для этого были построены модели на основе стандарта IDEF0 и в нотации DFD. В результате чего, были выявлены основные потоки информации и накопители лаборатории металлов и сварки.

Следующим шагом исследования была оценка уровня цифровой зрелости предприятия на основе методологии анкетирования. Было разработано две анкеты: для руководства и сотрудников. Исследование показало, что предприятие находится на начальном уровне зрелости. Для того, чтобы повысить уровень цифровой зрелости, было принято решение внедрять информационную систему для учета качества металлоизделий и материалов.

Перед внедрением информационной системы было проведено исследование существующих на рынке информационных систем учета качества металлоизделий.

В ходе исследования были проанализированы наиболее популярные информационные системы, представленные на рынке: «1С: управление производственным предприятием», «Галактика», «Парус», «MTMS», «IFS Applications».

Исходя из проведенного анализа, был сделан следующий вывод: самый выгодный вариант для автоматизации бизнес-процессов – это разработка собственной информационной системы. Так как этот вариант дает возможность получить продукт отличного качества, с высокой интеграцией, но за меньшую стоимость, чем выше перечисленные системы.

Поэтому, следующим шагом в создании собственной информационной системы стала разработка инфологической модели базы данных.



## РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА В КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ

Лапшина П.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Lapshina\\_97@mail.ru](mailto:Lapshina_97@mail.ru)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Одинцова Е.В.

Цифровая экономика основана на широком использовании передовых информационно-коммуникационных технологий. Банковская сфера, как и многие другие составляющие финансового рынка, преобразуется с учетом новых требований. На сегодняшний день цифровые технологии стали незаменимым инструментом в банковском секторе и стремительно развиваются.

Цифровые технологии, в том числе сеть Интернет, определяют, как движущую силу современного бизнеса, и они занимают особое положение в совершенствовании управления организациями различных форм собственности. В современных условиях возрастающий спрос на информационный ресурс приводит к тому, что организациям необходимы новые каналы распространения информации, которым будут доверять пользователи.

Большинство банковских организаций активно используют те или иные инструменты продвижения с помощью цифрового маркетинга. Крупнейшие банки, в зависимости от поставленных маркетинговых целей применяют традиционную контекстную и баннерную рекламу, маркетинг в социальных сетях, контент-маркетинг, поисковую оптимизацию. Но стоит отметить, что маркетинговая деятельность не всегда носит системный характер, что может привести к снижению эффективности маркетинговой стратегии, увеличению стоимости каждого нового привлеченного клиента.

Преимущество цифрового маркетинга заключается в том, что в сравнении с другими видами медиамаркетинга (печатными, радио, телевидением), цифровой маркетинг развивается очень быстрыми темпами, с каждым годом появляется все больше различных современных технологий, применяемых в цифровом маркетинге. Использование технологий цифрового маркетинга становится актуальным не только для обычных пользователей, которые хотят продвинуть свой сайт, но и для коммерческих банков. Элементы цифрового маркетинга позволяют осуществить достаточно гибкое управление рекламными коммуникациями. При этом даже достаточно скромный рекламный бюджет гарантирует максимальную отдачу.

Также использование цифровых технологий в маркетинге может принести реальную экономию и прибыль. Это связано с большими выгодами и удобствами, которые получают как клиент, так и коммерческий банк. В надвигающейся глобальной компьютеризации, наступление которой планируется на ближайшее будущее, роль цифрового маркетинга заметно вырастет.

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Лашченко И. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Lastchenko37@gmail.com

Научный руководитель: доцент Ситанов С. В.

Болезнь Альцгеймера (также сенильная деменция альцгеймеровского типа) — наиболее распространённая форма деменции, впервые описанное в 1907 году немецким психиатром Алоисом Альцгеймером. Как правило, она обнаруживается у людей старше 65 лет, но существует и ранняя болезнь Альцгеймера — редкая форма заболевания. Общемировая заболеваемость на 2006 год оценивалась в 26,6 млн человек, а к 2050 году число больных может вырасти вчетверо. К сожалению, на данный момент способов полностью излечить данную болезнь не существует. Больным с данным диагнозом врачи выписывают лекарства, которые способствуют лишь ее замедлению. Единственный эффективный способ противостоять болезни Альцгеймера - выявить ее на ранних этапах и попытаться замедлить лекарственными средствами. Для диагностики болезни врачи используют магнитно-резонансную томографию (МРТ) головного мозга, однако на данный момент у них отсутствует возможность определить ее с использованием программных средств и технологий и им приходится “на глаз” изучать снимки МРТ. Вероятность верной диагностики болезни альцгеймера на данный момент не превышает 85%.

Для решения данной проблемы можно использовать анализ МРТ снимков с помощью нейронных сетей. Но для полноценного использования этого метода, необходимо обучить сеть на большом количестве экземпляров. К счастью, в США на базе University of Southern California был создан центр изучения болезни альцгеймера (ADNI), который собирает данные больных с диагностированной болезнью в свой репозиторий. После согласования с Data Sharing and Publications Committee (DPS) я получил доступ к 1000 копии снимков МРТ пациентов объемом более 30Гб.

Для обработки всех снимков я использовал открытую библиотеку языка программирования Python под названием NiBabel, которая специализируется на работе с файлами типа .nii.

Непосредственное обучение нейронной сети будет происходить в открытой библиотеке TensorFlow, которая является одним из самых популярных средств для машинного обучения.

Одним из самых важных моментов в моей работе является выбор оптимальной архитектуры нейронной сети, после обучения которой на довольно ограниченном объеме данных в 1000 снимков будет давать минимальную погрешность при анализе МРТ.

## К ВОПРОСУ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЖИЗНИ В РЕГИОНАЛЬНОМ АСПЕКТЕ

Лебедев Н.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[elilacsa@mail.ru](mailto:elilacsa@mail.ru)

Научный руководитель: к. э. н., доцент Белоконская Е.Г. (ИГХТУ)

Уровень жизни - многогранное явление, которое находится в зависимости от большого количества разнообразных причин, включая демографические, экологические, экономические и различные социальные аспекты общественной жизни. В узком смысле слова понятие характеризует материальные возможности населения, необходимые для удовлетворения своих потребностей, в широком смысле включает в себя весь комплекс социально-экономических условий жизни общества.

В настоящее время открыт свободный доступ к огромному количеству статистических данных, которые характеризуют различные социальные, демографические, экономические показатели. Серьезной проблемой является неполнота, а часто и противоречивость данных в таких источниках, как Росстат, ФОМ, ВЦИОМ и т.д. Кроме того, определенные трудности создает применение органами государственной и ведомственной статистики как различных, а иногда и устаревших методологических подходов для обработки данных, так и слабой проработки новых показателей.

В мировой практике основным макроэкономическим показателем, оценивающим уровень жизни, является индекс человеческого развития – ИЧР (The Human Development Index – HDI). Он включает в себя три показателя, которые отражают наиболее важные аспекты уровня жизни: ожидаемая продолжительность жизни при рождении; достигнутый уровень образования; реальный объем ВВП в расчете на душу населения (в долларах США по ППС). Однако на региональном уровне данный показатель не вполне адекватно отражает различия в уровнях жизни населения субъектов федерации.

В данной работе уровень жизни исследуется в региональном аспекте с позиции различных показателей, таких как доходы населения, стоимость жизни, потребление населения, обеспечение и охват населения объектами инфраструктуры, демографические параметры. Возникает необходимость интегрировать перечисленные характеристики в единый показатель, что по сути своей сводится к решению многокритериальной задачи.

Существуют различные подходы к получению интегрального показателя. Однако большинство из них опирается на субъективные суждения исследователя о приоритетности частных показателей. Поэтому представляется актуальным построение методики оценки уровня жизни, включающей элементы математического моделирования.

На предварительном этапе был проведен корреляционный анализ значений показателей для регионов ЦФО за ряд лет. В результате были отобраны наиболее существенные показатели, а также исключены «дублирующие» показатели.

Далее применялся кластерный анализ как инструмент разбиения регионов на классы, типологически сходных по уровню жизни. Деление регионов на кластеры производилось в пакете STATISTICA методом  $k$ -средних ( $k$ -means clustering). В качестве критерия отбора числа кластеров выступал достигнутый уровень значимости по всем переменным, не превышающий 0,01.

В результате исследования были выделены три основных кластера регионов.

## ЦИФРОВОЙ СЛЕД: ИЗУЧЕНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Макаренко Д.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[darinamak777@gmail.com](mailto:darinamak777@gmail.com)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Белоконская Е. Г. (ИГХТУ)

Трудно представить современный мир без смартфонов, планшетов и прочей техники. Каждый день мы используем гаджеты для звонков, поиска и передачи информации и хранения данных. При оплате покупок банковской картой, вводе поисковых запросов и наличии подписок в социальных сетях мы, сами того не осознавая, оставляем цифровой след. И в наше время избежать этого практически невозможно, поэтому нужно четко осознавать, что конкретно его оставляет и как это может быть использовано.

Цифровой след – это совокупность информации о посещениях и вкладе пользователя во время пребывания в цифровом пространстве. Каждый след хранит в себе метаинформацию или метаданные, на основе которых мы можем делать определенные выводы, прогнозировать действия покупателя. Это и есть так называемые «Большие данные». Большое количество данных позволяет строить модели, предсказывать поведение и предпочтения потребителей, разрабатывать индивидуальные продукты и сервисы. Цифровой след обеспечивает базу данных, основанную на информации о профилях в социальных сетях, личных сообщениях, информации о посещаемых сайтах, медиафайлах и иной виртуальной активности.

Из массы информации, которую собирают о пользователях, формируется так называемая цифровая тень, то есть образ, каким видят индивида различные системы, в том числе образ покупателя, потребителя. Одним из самых объемных источников информации о человеке являются социальные сети. Анализу может подлежать все: данные из профиля, изображения, связи с другими людьми, публикации, лайки и т.д. Есть открытые системы, которые осуществляют поиск по социальным сетям, например, [yandex.ru/people](http://yandex.ru/people), в которой поиск осуществляется по нескольким соцсетям или поиск по постам в соцсетях. Сейчас данные сетей используют даже банки, которые анализируют профили в соцсетях для определения надежности клиента, его психотипа, уровня дохода, образа жизни и т.д. При помощи социальных сетей можно изучать психометрические особенности пользователей. Данный метод активно используется в сфере подбора персонала. Посредством анализа «больших данных» создается психологический портрет любого человека, с указанием его личностных качеств, предпочтений и даже уровня интеллекта.

Так как цифровой след клиента представляет собой необработанный источник данных, созданный им самим, он сам по себе является отличным инструментом для идентификации потребительского поведения и предпочтений. В сфере мобильной связи также наблюдаются тенденции изучения цифрового следа. Источниками информации служат: приложения магазинов, сервисов; банковские приложения; СМС; навигационные системы; история поиска; операционная система; почта; прочие приложения, которые имеют доступ к персональной информации. Не менее интересна финансовая дисциплина: как много тратит абонент, часто ли пополняет баланс, позволяет ли себе уходить в минус. Кроме того, операционная система от Гугл является абсолютным лидером среди систем как для смартфонов, так и для ПК. Отслеживание информации встроено на уровне самой системы. Это сделано для предоставления контекстной рекламы, но может использоваться гораздо шире. Мобильные операторы, таким образом, получают возможность, основываясь на данных своих клиентов, формировать список потребностей и запросов, а также прогнозировать их поведение. Чем полнее и «ярче» будет цифровая тень, тем более точным будет прогноз и более индивидуализированным сервис.

## К ВОПРОСУ О СТРУКТУРЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА

Малкова Д.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[darya.artyushina.2016@mail.ru](mailto:darya.artyushina.2016@mail.ru)

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

В современном мире нематериальные активы стали предметом научно исследовательских работ, потому как способность экономики безошибочно организовывать и эффективно применять интеллектуальный капитал всё в большей степени определяет процветание нации.

На сегодняшний день интеллектуальный капитал – это нечто вроде «коллективного мозга», накапливающего общенаучные и естественные знания сотрудников, приобретённый опыт, организационную структуру и имидж фирм. Главная функция нематериальных активов заключается в том, чтобы существенно ускорить прирост прибыли предприятия и обеспечить его высокоэффективную хозяйственную деятельность.

Основной целью управления интеллектуальным капиталом является интеллектуальное обеспечение бизнес-процесса компании, постоянное развитие и увеличение стоимости интеллектуальных активов.

Составными частями интеллектуального капитала, исходя, из концепции Т.Стюарта являются три основных элемента: человеческий капитал, организационный и потребительский капитал организации. Человеческий, потребительский и организационный капитал находятся в постоянном взаимодействии друг с другом. Инвестиции в каждый из них по отдельности не имеют никакого смысла. Они должны поддерживать друг друга, создавая синергетический эффект, таким образом, происходит перекрестное влияние одних видов активов на другие [1].

По результатам исследования китайских ученых Liu Chao, Li Xiao и Xu Lingyu [2], три элемента регионального интеллектуального капитала, а именно региональный человеческий капитал, региональный организационный капитал и региональный потребительский капитал, имеют положительную корреляцию с региональным инновационным капиталом. Одновременно существует тесная положительная корреляция между компонентами трех элементов интеллектуального капитала региона и региональным инновационным потенциалом.

Важным фактором является то, что структурно-логическая схема интеллектуального капитала региона определяется инфраструктурным обеспечением, поскольку именно инфраструктурные условия являются наиболее значимыми для функционирования структурных компонентов, от степени развитости инфраструктуры региона зависит также и эффективность их взаимодействия.

В целом можно сделать вывод, что работа над развитием мощного объединения ресурсов нематериального, интеллектуального характера на данный момент является жизненно существенным вопросом не только для компаний, но и для более сложных образований, а именно, региональных единиц.

### Библиографический список

1. Чухно, А. Интеллектуальный капитал: сущность, формы и закономерности развития / А. Чухно // Экономика. – 2012. – № 11. – С. 55–61.
2. Liu, Chao, Li, Xiao, Xu, Lingyu. The Influence of Regional Intellectual Capital on Regional Economic Development-Evidence from China // Science and Technology. – 2015. – Vol. 6. – P. 91–104.

## К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ СПОСОБА ВНЕДРЕНИЯ ERP-СИСТЕМЫ НА ТЕКСТИЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Махалкина Е.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
mahalkina9@mail.ru

Научный руководитель: Сизова О. В. (ИГХТУ)

На рынке существует большое количество предложений ERP систем. Поставщики предлагают как готовые решения (ERP системы крупных производителей), так и заказные разработки. В зависимости от технологии реализации, ERP системы могут базироваться на «облачных» сервисах, объектно-ориентированной архитектуре или «клиент-серверных» приложениях. Выбор системы и ее поставщика становится сложной задачей.

Целью настоящей работы являлось выявление наиболее подходящей ERP-системы российской и зарубежной компании для текстильного предприятия.

Для выбора способа внедрения ERP - системы были рассмотрены разные подходы. Затем выбран наиболее рациональный метод для рассматриваемого предприятия. На следующем этапе проводился сравнительный анализ платформ на основе которых внедряются ERP-системы, который основывался на выдвигаемых предприятием критериях.

Результаты анализа показали, что на рассматриваемом предприятии наиболее подходящим вариантом будет «частичное» внедрение, поскольку оно является наиболее простым с точки зрения внедрения. Ошибок при этом допускается меньше и результат можно уже увидеть в процессе внедрения. При анализе платформ было выявлено, что все перечисленные выше системы находятся примерно на одном уровне. У всех продуктов есть свои достоинства и недостатки. Наивысшую оценку получила ERP-система 1С: Предприятие. Простота, удобный интерфейс, гибкая система настройки под объект и высокая степень интеграции с офисными приложениями делают ее наиболее удобной в работе. Но у данной системы самая низкая степень реализации ERP-модели и она позиционирована как система для предприятий среднего уровня. Для крупных предприятий и корпораций лучше подходит продукт немецкой компании SAP. Это более дорогая система, но с наибольшей полнотой реализации ERP-модели и широкими функциональными возможностями.

1. Кизилова О.Г. Принцип анализа и сравнения ерп-систем // NovaInfo.Ru (Электронный журнал.) – 2017 г. – № 68; URL: <http://novainfo.ru/article/13755>

## КОНЦЕПЦИЯ ТЕМЫ ДЛЯ САЙТА КАФЕДРЫ

Морозов И. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Morz37@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Галиаскаров Э. Г.

Цель работы: разработать концепцию темы для сайта кафедры, базирующуюся на CMS (Content Management System) WordPress, оценить и выбрать методы реализации, для дальнейшей разработки и внедрения на сайте кафедры информационных технологий и цифровой экономики.

Что такое WordPress?

WordPress — это система управления содержимым сайта с открытым исходным кодом. Написана на PHP, в качестве базы данных использует MySQL. Сфера применения — от блогов до достаточно сложных новостных ресурсов и даже интернет-магазинов. Встроенная система «тем» и «плагинов» вместе с удачной архитектурой позволяет конструировать практически любые проекты. WordPress обеспечивает комфортный и нетрудоемкий процесс разработки сайта.

Тема Wordpress — это набор файлов, которые отвечают за внешний вид вашего блога в браузере, то, как он будет выглядеть и будет оформлен. Эти файлы дают браузеру информацию о том, каким образом, в каких местах нужно выводить информацию и каким образом ее нужно отображать.

Почему нужно разработать тему?

WordPress имеет большой магазин как платных, так и бесплатных тем, но все они не подходят под конкретное решение нашей задачи - сайт для кафедры. Именно поэтому был выбран вариант с созданием своей, уникальной темой, которая решала бы все поставленные задачи, была гибкой в настройке, понятной в использовании, и не выделялась из общего дизайна сайтов университета.

Этап разработки концепции – важнейший этап при разработке сайта. Данная концепция должна решать несколько задач:

1. Определить основные идеи и цели создания темы для сайта.
2. Найти самое оптимальное решение поставленных задач.
3. Составить «картину» будущего видения сайта.
4. Согласовать все идеи с заказчиком.
5. Получить оценку и обратную связь от будущих пользователей.

Данная задача реализована с помощью таких языков программирования, как PHP, JavaScript и языков верстки HTML и CSS. К тому же используется бесплатная версия плагина доступная в магазине WordPress – Advanced Custom Fields.

На языке PHP и JavaScript реализованы такие задачи, как вывод новостей, событий на главной странице, отображение даты и т.д.

HTML и CSS определяют, какие элементы будут на странице, какой порядок у них будет, внешний вид этих элементов и т.д.

С помощью Advanced Custom Fields мы реализовали такую задачу, как «кастомные» поля при формировании контента страницы, с помощью данного плагина мы можем создавать определенные блоки и подвергать их легкой настройке прямо из административной панели WordPress.

При написании кода, все подвергается обязательному комментированию для того, чтобы в дальнейшем у другого программиста не возникало проблем с пониманием и чтением кода.

Сложность данной задачи заключается не только в том, чтобы сделать красивую тему для сайта кафедры, но и добавить туда весь функционал для необходимой работы сайта, сделать весь интерфейс административной панели понятным для обычного обывателя, а внешний вид подходящим для сайта кафедры. Кроме того, учитывается еще и внешнее отображение данного сайта на мобильных устройствах, на мобильной версии сайта делается большой акцент, так как современный мир все больше становится мобильным и все чаще посещение подобных ресурсов становится более удобным с мобильных устройств. Эта возможность будет достигнута с помощью стандартных изменений CSS стилей на разной ширине экрана с помощью стандартных функций этого языка.

## ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ВО ВСЕ СФЕРЫ ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА

Морозова Н.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[siushkova\\_nataly@mail.ru](mailto:siushkova_nataly@mail.ru)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Н.В. Смирнова (ИГХТУ)

С начала XXI века мы все больше узнаем о формировании понятия «цифровой экономики». Она подразумевает собой формирование технологических разработок. Одной из таких разработок является искусственный интеллект.

Понятие искусственного интеллекта подразумевает область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем.

На сегодняшний момент можно говорить о существовании беспилотного автомобиля Google. В реальных условиях, без участия человека, автомобиль проехал около 1600 км полностью автономно и ещё 225 308 км с частичным участием человека.

Искусственный интеллект проник, буквально, в каждый дом. В 2018 году компания «iRobot» выпустила пылесос «Roomba», который благодаря искусственному интеллекту выстраивает 3D-модель дома. Средняя стоимость такого пылесоса составляет на данный момент около 20 000 рублей.

Финансовая отрасль проявляет серьезную заинтересованность в развитии технологий искусственного интеллекта. Современная технология «Чат-бот» представляет собой компьютерную программу, которая ведет разговор с помощью слуховых или текстовых методов.

Примерами данной технологии являются бот каршеринга «YouDrive» и бот такси «Максим». Данная технология работает на платформе Telegram и доступна в виде приложения. С момента запуска боты на  $\frac{2}{3}$  снизили число звонков в компанию.

Первым автоматическим персональным советником в России, применимым искусственный интеллект, стал «Финансовый Автопилот». Данный сервис предлагает сформировать инвестиционные портфели на основе ваших целей, возможностей и уровня риска.

Страховые компании используют искусственный интеллект для предотвращения несчастных случаев и сокращения выплат. Кейс стартапа «Care Analytics» в сфере страхования недвижимости анализирует аэрофотоснимки и передает страховым компаниям информацию о физическом состоянии страхуемого дома и о рисках, связанных с объектом.

В «Сбербанке» ИИ принимает 98% решений о кредитовании физических лиц и в 30% случаев решает вопрос о выдаче кредитов юридическим лицам.

С начала 2018 года из-за нововведения ИИ сократили 14 000 человек, что составило около 4,6% всего штата «Сбербанка».

С развитием искусственного интеллекта появляется и много новых вопросов: кто должен брать на себя ответственность, если беспилотный автомобиль попадает в аварию, а интеллектуальное медицинское устройство ошибается? Чем будут зарабатывать на жизнь люди, чьи навыки стали не нужны с появлением роботов? Вот основные проблемы XXI века.

Искусственный интеллект совершил переворот в нашем обществе, но вместе с колоссальным прогрессом появились и новые риски. «Чем больше технологии проникают в жизнь, тем более трагическими будут их ошибки».



## ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ В КОНТРАКТНУЮ СИСТЕМУ В СФЕРЕ ЗАКУПОК ТОВАРОВ, РАБОТ, УСЛУГ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ НУЖД

Нечаева А.П.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[Nyusha-headshot@mail.ru](mailto:Nyusha-headshot@mail.ru)

Научный руководитель: доц. каф. Степанова Н.В.

Проанализировав контрактную систему в сфере государственных закупок и оценив ее состояние на сегодняшний день, можно выделить следующие проблемы:

- 1) Из-за постоянных изменений в законодательстве лицам, заинтересованным в сфере госзакупок, сложно уследить за всеми поправками в статьях, к тому же трудно запомнить такой большой объем информации. Все это оказывает негативное влияние как на участников государственных закупок, так и на всю систему закупок в целом.
- 2) Самой значимой проблемой в сфере закупок товаров, работ и услуг можно выделить проблему коррупции, поскольку каждый год государство теряет огромное количество средств, выделенных на госзакупки. В большинстве случаев коррупция в госзакупках возникает из-за недостаточной неконкурентной. В 2018 году государство потеряло более 86 млрд. руб, из них потери принесли региональные закупщики – свыше 45 млрд. руб, федеральные – 35,5 млрд. руб., муниципальные – 6 млрд. руб.
- 3) После того, как все торги и закупки перевели на электронную форму в ЕИС (единая информационная система) произошел перегруз системы. Огромный объем информации о самих закупках и об их участниках привел к риску неисполнения некоторых закупок, поскольку перегруз системы привел к сбоям и отменам торгов.
- 4) «Кадровый голод» в контрактной системе государственных и муниципальных закупок связан с тем, что работники этой сферы получают заработную плату достаточно низкую, при этом на них лежит огромная ответственность с риском получения больших штрафов за несоблюдение определенных норм и правил. Например, за нарушение порядка или сроков проведения обязательного общественного обсуждения закупок либо непроведение обязательного общественного обсуждения закупок, должностное лицо получает штраф в размере 30 000руб.

## НОВЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ ТОРГОВОГО СЕКТОРА РОССИИ

Никулина А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[nastyanikulina@inbox.ru](mailto:nastyanikulina@inbox.ru)

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

Современный этап экономического и социального развития Российской Федерации соответствует особенностям формирования рыночных отношений, которые предполагают создание социально ориентированной экономики, означающей переориентацию всей хозяйственной системы на запросы потребителя. В данных условиях торговля, как одна из базовых отраслей экономики, приобретает особую значимость, являясь связующей составляющей между сферами производства и потребления и обладая гибкостью и умением быстро адаптироваться под требования современного общества.

В современном мире рынок ритейла и индустрия торгового девелопмента фактически срослись в единое целое. Внешние удары по сетевой торговле, пройдя сквозь нее, бьют и по сфере недвижимости. Так, сегодня рынок все еще ощущает последствия экономического спада 2014-2018 годов, который привел к резкому уменьшению нового строительства, как в Москве, так и в регионах.

Противоядием от этой болезни может стать переход на новые форматы ведения бизнеса, при этом необходимо учитывать новые тренды в ритейле и на их основе делать прогнозы на перспективу

Интеграционные экономические процессы сопровождаются изменением структуры российской торговли и созданием принципиально новых подходов к организации торгового процесса. Активное развитие розничной торговли с повышением роли качества обслуживания привело к возникновению принципиально новой структуры – торгового комплекса, ориентированного на предоставление широкого спектра услуг розничной торговли.

Основными и наиболее явными характеристиками, обусловившими само выделение торговых комплексов как новой формы организации торговли, являются:

значительные по своему размеру, в сравнении со стандартным магазином, площади;

быстрые сроки окупаемости и высокий уровень рентабельности на фоне внушительной стоимости строительства объектов;

расширение пространства институционально-организационной среды торгового предприятия посредством увеличения круга участников взаимодействия в структуре экономических взаимосвязей;

осуществление торговым комплексом роли рыночного регулятора спроса и предложения посредством увеличения возможных путей взаимодействия с потребителями и расширения методов воздействия на поставщиков товаров и услуг.

Новой и наиболее значимой чертой, определяющей, саму концепцию функционирования торговых комплексов, является возникновение синергетического эффекта от взаимодействия составляющих компонентов рассматриваемого объекта, который основывается на построении индивидуальной матрицы товаров и услуг, реализуемых путем объединения, взаимодополнения и правильного расположения арендаторов.

Все перечисленное обуславливает новые подходы к моделированию развития торгового сектора.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С ОБРАЩЕНИЯМИ ГРАЖДАН В ОТДЕЛЕНИИ ПФР В РАМКАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Павлова Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

katp97@mail.ru

Научный руководитель: ст. преп. Чернявская А.С. (ИГХТУ)

На сегодняшний день государственные учреждения Российской Федерации должны обеспечивать всем гражданам необходимые условия для осуществления конституционных прав, вносить в письмах и в устной форме предложения об их деятельности, критиковать недостатки в работе, обращаться с заявлениями, обжаловать действия должностных лиц, государственных и общественных органов.

Законодательство Российской Федерации предписывает, что государственные и общественные органы, а также их руководители обязаны принимать и, в соответствии с их компетенцией в установленные сроки, рассматривать предложения, заявления и жалобы граждан, давать на них ответы и принимать требуемые меры. Для осуществления своевременной обработки и передачи информации в данных государственных организациях создаются службы документационного обеспечения.

В структуре Пенсионного фонда РФ находится 84 Отделения ПФР. Любое из этих Отделений ПФР работает со всеми видами обращений, авторами которых могут быть различные государственные организации, физические и юридические лица, а также СМИ. В каждом Отделении ПФР существует свой отдел по работе с обращениями граждан, застрахованных лиц, организаций и страхователей. Данный отдел работает с письменными обращениями граждан, застрахованных лиц, организаций и страхователей. Для описания деятельности структурного подразделения мы использовали методологию бизнес-моделирования Business Process Model and Notation (BPMN), которая позволила нам построить бизнес-процесс исследуемой деятельности. Проанализировав деятельность и бизнес-процесс организации, мы выделили следующие недостатки деятельности отдела по обращениям Отделения ПФР: слишком растянутый процесс регистрации обращения; большое количество бумажных носителей информации; многократный повтор схожих по своему содержанию действий; электронной БД отдела (дополнительная база) является программа, которая написана на MS DOS, т.е. устаревшая и требует обновления.

Рассмотрим варианты устранения этих недостатков: первый вариант привлечь новых сотрудников к работе в отделе или возможен вариант с автоматизацией части функций подразделения. Первый способ значительно дороже, что делает его не привлекательным в долгосрочной перспективе и к тому же массовые, повторяющиеся операции по оформлению заявления, ведению оперативного учета относятся к числу задач, поддающихся формализации и, следовательно, автоматизации. Таким образом, возникает необходимость разработать ИС, автоматизирующую функции данного отдела Отделения ПФР. Назначение разрабатываемого программного продукта: автоматизация работы регистрации обращения от заявителя; формирование отчета по обращениям физических и юридических лиц за квартал и год; ввод и хранение данных о физических и юридических лицах и их обращениях; быстрый поиск информации о физических и юридических лицах, а также их обращениях.

В ходе выполнения квалификационной работы планируется разработать систему, которая в себе будет сочетать все сильные стороны уже существующих CRM-систем. Мы используем достаточно популярное программное обеспечение, такие как ERwin Data Modeler, MS SQL Server 2008, Microsoft.NET и Visual Studio. Выбранные нами программное обеспечение используют при разработке многих известных систем.

Разработанный бизнес-процесс и ИС могут быть внедрены в структурное подразделение ПФР, а именно в отдел по работе с обращениями в Отделение ПФР, как часть работ по повышению производительности труда сотрудников и Отделения ПФР в целом.

## АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Панченко И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[oven19711126@mail.ru](mailto:oven19711126@mail.ru)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Масленников О.В. (ИГХТУ)

Разработка и реализация инноваций в сфере страхования с учётом специфических особенностей функционирования страхового рынка позволят существенно повысить эффективность страховой деятельности в России. Так, некоторыми из них являются телеметрия и телематика. Телеметрия это дистанционное получение информации об объекте, а также контроль над ним при помощи приема, анализа данных и передачи объекту управляющих команд. Телематика же относится к изучению процессов обмена информацией при помощи коммуникаций, беспроводной связи и глобальной навигационной спутниковой системы (GNS). Таким образом, актуальность данной работы связана с тем, что использование телематики и телеметрии имеет значительный потенциал.

Целями научной работы являются анализ особенностей использования телематических устройств страховыми компаниями для мониторинга основных показателей движения застрахованного транспортного средства, а также формулирование рекомендаций по интеграции данной технологии в экосистему иншуртехса отечественного страхового рынка. Для достижения вышеуказанных целей были поставлены и решены следующие задачи:

1. Исследовать специфические черты автострахования с использованием телематических устройств на примере деятельности отечественных и иностранных страховщиков.
2. Провести анализ позитивных и негативных факторов использования телематики в автостраховании.
3. Предложить авторские рекомендации для расширения применения телематики на российском рынке автострахования.
4. Сформулировать рекомендации по созданию мобильного приложения, позволяющего страхователю отслеживать основные параметры, относящиеся к вождению и влияющие на стоимость страхования в следующем периоде.
5. Определить перспективы взаимодействия страховой компании и информационной системы типа «Финансовый маркетплейс» для оптимизации процессов цифровой дистрибуции страховых продуктов.

Объектом исследования является технологии телематики. Предмет исследования – деятельность страховщиков, основывающаяся на применении средств телематики в автостраховании.

В целом, развитие телематики позволит реализовать идеи цифровой трансформации в данной отрасли финансовых технологий, благоприятно повлияет на использования информационных и телекоммуникационных технологий в финансовом секторе, создаст предпосылки для развития новых моделей дистрибуции страховых продуктов. Широкое применение автострахования с телематикой позволит снизить аварийность и смертность на дорогах Российской Федерации, что является, на наш взгляд, наиболее существенным результатом для всего общества.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНСТВА ПО УПРАВЛЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ  
НА ПЕРИОД ДО 2018 ГОДА

Пешкова И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[Irapeshkova96@mail.ru](mailto:Irapeshkova96@mail.ru)

Научный руководитель: старший преподаватель Ахматов Х.А.

Проведя анализ перспектив развития концепции информатизации Федерального агентства по управлению государственным имуществом на период до 2018 года можно выделить следующие проблемы:

1) Подобная перспектива, как обеспечение соответствия информационно-коммуникационных технологий требованиям открытости государственных органов, в том числе реализации концепции открытых данных к концу 2018 года осуществилась в неполной мере, поскольку данные на сайте Департамента управления имуществом отражаются в неполном объеме

2) Оптимизация бюджетных расходов за счет выявления и сокращения неэффективных затрат, концентрации ресурсов на приоритетных направлениях развития и выполнении публичных обязательств проходит постепенно, но, тем не менее, неэффективные затраты до сих пор содержатся в части бюджетных расходов ввиду непреднамеренных расходов.

3) Совершенствование системы управления процессами информатизации Росимущества посредством создания эффективных механизмов нормативного и организационного обеспечения процессов информатизации происходит постепенно, что обоснованно дороговизной информационных ресурсов для этой процедуры.

4) Повышение эффективности процессов создания и использования информационно-коммуникационных технологий в Росимуществе, в том числе за счет поэтапного перехода к централизованной модели использования типовых ИТ-сервисов и единой государственной вычислительной и информационно-телекоммуникационной инфраструктуры в целом происходит. Тем не менее, если говорить о единой государственной вычислительной и информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, то для ее развития необходимо большое количество денежных средств, новейшие технические средства, а также обеспечение безопасности сети, поскольку проникновение в подобную инфраструктуру сторонних лиц может привести к сбою или отказу работы всей вычислительной сети.

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПКАХ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ

Платонова А.А.

Ивановский государственный химико – технологический университет

[alleenka@icloud.com](mailto:alleenka@icloud.com)

Научный руководитель: к.э.н Степанова Н.В.

Проблема открытости и прозрачности в контрактной системе государственных закупок остается актуальной и сейчас. С 1 июля 2018 года вся система государственных закупок перешла в электронный вид, и это должно было сделать торги более открытыми, честными и прозрачными, но проблема все еще остается актуальной.

Повышение прозрачности торгов связано, в первую очередь, с необходимостью увеличения эффективности расходования бюджетных средств при осуществлении государственных закупок. Часто, бюджетные средства государственного управления и местного управления расходуются не рационально и некачественно. Непонятно на что были потрачены бюджетные деньги и как именно они расходовались.

Для того, чтобы решить проблему открытости и прозрачности проведения торгов и закупок в контрактной системе государственных закупок, следует обратиться к системе распределенных реестров Блокчейн. Система блокчейн сама по себе является неким олицетворением открытости и прозрачности, так как она является децентрализованной. Децентрализация в системе распределенных реестров говорит о том, что все записи транзакций хранятся не на едином сервере, а у всех участников системы. Какие либо изменения в системе без ведома участников невозможны, так как любая поправка в каком либо блоке будет замечена, и все участники системы сразу же узнают, что была попытка изменения в системе.

Внедрение данной системы в сферу государственных закупок способен к дальнейшему повышению прозрачности при расходовании бюджетных средств и повышению эффективности государственных услуг. Такие изменения обладают положительными чертами для социально – экономического развития субъектов Российской Федерации.

## ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Попаз. Н. Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[poraz.97@mail.ru](mailto:poraz.97@mail.ru)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Белоконская Е. Г. (ИГХТУ)

Цифровой маркетинг – термин, который может означать всё что угодно, от продвижения товаров или брендов через одну или несколько форм электронных средств массовой информации до создания темы электронного письма и оптимизации поста в блоге для трафика поисковой программы. Цифровой маркетинг охватывает много кажущихся разрозненными тактических приёмов.

Появление цифрового, или интернет-маркетинга можно отнести к началу 1990-х годов. Именно тогда все больше информации об услугах и продукции различных компаний стали размещаться на корпоративных веб-страничках. Уже в 1990 г. интернет-маркетинг использовался для продвижения товаров.

Многие специалисты считают, что интернет-маркетинг – это реклама и продвижение товаров и услуг в Интернете. Однако, по нашему мнению, цифровой маркетинг, как и классический, гораздо шире, чем просто реклама и продвижение. Маркетинг – это не продвижение вещей, а создание того, что нужно потребителям.

Поэтому под цифровым маркетингом мы понимаем маркетинг взаимодействия, основанный на применении информационно-коммуникационных технологий для создания, коммуникации, доставки и обмена предложениями, которые имеют ценность для покупателей, пользователей, партнеров и общества в целом. С этой позиции цели интернет-маркетинга практически ничем не отличаются от целей традиционного маркетинга. Его цель – так хорошо познать и понять клиента, что товар или услуги будут точно подходить последнему и продавать себя сами.

Функции маркетинга направлены на достижение этой цели, при этом в рамках цифровизации они приобретают определенную специфику. Во-первых, это создание «цифрового портрета» потребителя на основе изучения его покупательского поведения, «цифрового следа» в интернет, социально-демографических и других характеристик в соцсетях. Во-вторых, анализ конкурентов упрощается за счет применения инструментов цифрового маркетинга при анализе сайтов, страниц и публикаций в соцсетях. В-третьих, это продвижение товаров через интернет сайты, социальные сети, мобильные приложения, смс и мессенджеры. В-четвертых, разработка продукта приобретает «кастомизированный» характер на основе применения цифровых технологий. И наконец, ценообразование на основе анализа большого количества предложений товаров и услуг в интернете.

Маркетинг, реализуемый в среде Интернет, располагает широким спектром инструментов. Это сайты, приложения, медийная, контекстная, таргетированная реклама, Seo-технологии, социальные сети. Seo-технологии - комплекс работ, направленных на раскрутку сайта, повышение его рейтинга по определенным ключевым запросам в ПО, работа с юзабилити сайта. Поисковый маркетинг сам по себе не является рекламой, однако именно он позволяет в много раз повысить ее эффективность. Основная работа поискового маркетинга заключается в привлечении заинтересованных в продуктах того или иного бизнеса клиентов. Социальные сети являются недорогим и эффективным средством установления контакта с потенциальными клиентами, лидами и потребителями. Еще одним из самых значимых для маркетинга источников являются цифровые следы. Цифровой след – это совокупность информации о посещениях и вкладе пользователя во время пребывания в цифровом пространстве. Полученные данные позволяют анализировать и прогнозировать поведение потребителей, а также разрабатывать индивидуальные продукты и сервисы.

Цифровые технологии маркетинга позволяют бизнесу расширить охват потенциальных потребителей, непрерывно исследовать клиентов и их потребности, собирать детализированную информацию, составлять портреты конечных потребителей и тем самым завоевать прочные позиции на потребительском рынке.

## РАЗВИТИЕ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Попов А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Sanek5310@mail.ru

Научный руководитель: д.э.н., доцент Смирнова Н.В.

На сегодняшний день Интернет занял позицию самого главного элемента человеческой жизни - именно посредством него между людьми происходит обмен информацией. Финансовые операции здесь также не стали исключением. Дистанционное банковское обслуживание является выгодной и удобной формой взаимодействия, как для банка, так и для его клиента.

Стоит отметить, что одной из приоритетных задач банков считается устойчивое обеспечение информационной безопасности. Для более безопасного и удобного способа аутентификации пользователя в свою учетную запись, внедрили технологию биометрической идентификации. Среди операций, проведение которых сопряжено с биометрией, выделяют такие операции, как доступ к банковскому счету, подтверждение операций по карте, снятие наличных через банкоматы, идентификация личности в телефонном разговоре с представителем банка, аутентификация при входе в мобильное приложение банка. Несмотря на очевидные преимущества биометрических технологий, существует определенная степень вероятности возникновения ошибок при аутентификации.

Можно выделить следующие категории ошибок:

1. Когда система не узнает владельца физиологических данных;
2. Когда система принимает постороннего человека за клиента.

Вероятность наступления этих событий колеблется в интервале от 0 до 0,05. Но сегодня у банков появилась возможность регулирования порога чувствительности биометрической системы. Для понижения вероятности ошибок устанавливается низкое значение ошибки ложного допуска. Для увеличения скорости идентификации разработчики биометрических систем рекомендуют установление высокого параметра чувствительности.

Биометрические технологии являются инновационными методами минимизации мошенничества и повышения доверия клиентов. Применение биометрии в банках с каждым днем становится все актуальнее в целях привлечения новых клиентов и сохранения конкурентного положения на рынке.



# КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УЧЕТА ВЫДАЧИ КЛЮЧЕЙ И УЧЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Потемкина Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[potimon97@gmail.com](mailto:potimon97@gmail.com)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Галиаскаров Э. Г.

Цель работы: изучение и концептуализация решения для оптимизации и повышения качества внутренних процессов образовательного учреждения, связанных с учётом выдачи ключей и учебного оборудования.

В данной работе будет рассматриваться выбор оптимального решения для создания информационной системы учета выдачи ключей и учебного оборудования в образовательном учреждении, с учетом всех предъявляемых требований и необходимых/доступных ресурсов для реализации.

В ходе обследования объекта и проведения анализа предметной области, было выявлено, что главным функциональным назначением системы является обеспечение учёта выдачи и возврата ключей и учебного оборудования посетителями ВУЗа (под посетителем понимается человек, обладающий правом доступа к помещениям и использованию оборудования). К системе так же предъявляются требования по поддержке таких функций, как:

- предоставление информации о статусе (занято/свободно) помещений непосредственно посетителю (с возможностью поиска по определённым критериям)
- генерация отчёта по определённым параметрам за определенный промежуток времени ответственным лицом
- ведение списка всех зарегистрированных идентификаторов (добавление/редактирование/удаление) сотрудниками управления информатизации
- подача заявки на изменение прав доступа идентификатора (для профессорско-преподавательского состава)
- рассмотрение заявок на изменения прав доступа, сотрудниками службы безопасности

Стоит заметить, что набор необходимых функций не окончателен и может изменяться в процессе работы.

Из проведённого анализа и выделенных требований был сделан вывод, что разрабатываемая информационная система должна поддерживать одновременную работу разных групп пользователей (имеющих доступ к разным функциям системы), которые кроме того удалены друг от друга на достаточно большие расстояния. При проектировании так же особое внимание было решено уделить вопросам безопасности личных данных посетителей, хранящихся в базе (предусмотренная обязательная авторизация, проверка прав доступа и иные способы).

Исходя из вышесказанного, при сравнении возможных видов реализации, наилучшим решением будет являться создание веб-приложения, в котором клиент будет взаимодействовать с сервером посредством браузера (использоваться при этом будет локальная сеть). Такое решение позволит не только обеспечить одновременную работу многих пользователей даже удалённо от учреждения, а также имеет плюс в виде независимости работы от операционной системы, установленной на рабочих станциях и мощности аппаратных средств.

Разработку системы предполагается вести с нуля.

Данные в реализуемой технологии будут храниться на сервере, там же будет решаться часть задач по обработке информации. Клиенты в свою очередь будут обращаться к серверу и обрабатывать полученную информацию, будет реализован так называемый web-клиент.

В качестве средства разработки в ходе сравнения и анализа был выбран ASP.NET – Фреймворк для создания веб-приложений и сервисов с использованием .NET и C#. А в качестве средства для работы с базами данных был выбран MS SQL Server надежная и мощная СУБД Open Source для любых веб-сайтов.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ СРЕДНЕДУШЕВЫМ ДОХОДОМ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ И РАЗМЕРОМ ДЕПОЗИТОВ

Прохоров Ю.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),

[Prohorovj96@gmail.com](mailto:Prohorovj96@gmail.com)

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

Среднедушевые средние доходы населения являются одним из важнейших факторов, влияющих на экономику страны. Исследование корреляции между различными показателями экономики страны и доходами её населения может показать степень влияния доходов на тот или иной аспект экономической деятельности и прогнозировать его развитие в будущем.

В данной работе исследуется взаимосвязь между среднедушевым доходом населения и размером вкладов физических лиц в рублях. В качестве объекта исследования выступали 18 регионов Центрального Федерального Округа Российской Федерации.

Показатели депозитов физических лиц и среднедушевых доходов для исследования были взяты за период 2001 - 2018 года [1]. Взаимоотношение между показателями было рассчитано с помощью коэффициента корреляции. Коэффициент корреляции,  $r$ , предоставляет силу и направление связи между независимой и зависимой переменными. Значения  $r$  находятся в диапазоне между  $-1.0$  и  $+1.0$ . Когда  $r$  имеет положительное значение, связь между  $x$  и  $y$  является положительной, а когда значение  $r$  отрицательно, связь также отрицательна. Коэффициент корреляции, близкий к нулевому значению, свидетельствует о том, что между  $x$  и  $y$  связи не существует график.

В результате исследования были выявлены две группы регионов: регионы с высоких душевым доходом, где увеличение среднедушевого дохода ведет к увеличению размера депозитов, и регионы с низким среднедушевым доходом, которые, при этом, имеют отрицательную корреляцию. К первой группе регионов относятся: Белгородская область, Брянская область, Владимирская область, Воронежская область, Липецкая область, Московская область, Рязанская область, Тамбовская область, Тверская область, Тульская область, Ярославская область и город Москва. Ко второй группе относятся: Ивановская область, Калужская область, Костромская область, Курская область, Орловская область, Смоленская область.

1. Среднедушевые денежные доходы по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс] / URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/population/urov/urov\\_11sub.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/urov/urov_11sub.htm) (Дата Обращения: 03.04.2019)

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Рябинин М.В.

Ивановский государственный химико-технологический институт, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[riabinin.maxim@yandex.ru](mailto:riabinin.maxim@yandex.ru)

Научный руководитель: к.х.н. доцент Галиаскаров Э.Г. (ИГХТУ)

В настоящее время сфера машинного обучения бурно развивается и вызывает высокий интерес со стороны различных компаний. Среди компаний, занимающихся оптовыми продажами, одной из стратегических задач является задача прогнозирования объемов продаж.

Для своевременной поставки товаров клиенту, вся продукция храниться на складах компании. И чем дольше она там храниться, тем дороже обходится компании. Чтобы обеспечить баланс между объемом поставок и продажами товаров, использование современных методов прогнозирования, основанных на технологиях машинного обучения, следует рассматривать как весьма перспективное направление.

В настоящий момент приблизительный объем продаж подсчитывается специалистами компании вручную на основе истории продаж за предыдущий год. Такое решение является дорогостоящим и отнимающим много времени, а прогнозы весьма приблизительны. Именно поэтому в компании считают, что было бы полезно иметь модель для прогнозирования среднего объема продаж, располагая данными о продажах за несколько лет.

На первом этапе решение задачи сводится к сбору данных, их непосредственному изучению и анализу, поиску аномалий и выбросов, исследованию временного ряда на наличие тренда и сезонностей.

После сбора всей необходимой информации начинается этап выбора алгоритма машинного обучения, процесс обучения и оценивание результатов прогноза. Для оценки результатов необходимо выбрать наиболее подходящую метрику качества. Было выбрано несколько моделей для сравнения результатов и выбора наиболее перспективной:

- Модели линейной регрессии,
- Нейронные сети,
- Arima,
- Xgboost,
- Экспоненциальное сглаживание.

При создании моделей необходимо учитывать некоторые особенности определенных групп товаров. Как выяснилось в процессе анализа данных, объем продаж некоторых групп товаров сильно зависит от сезона, в то время как продажи других групп не сильно отличаются от времени года. Для решения этой задачи были обучены несколько моделей, каждая из которых учитывает особенности конкретных групп, что позволяет делать наиболее верный прогноз для объемов продаж.

Для работы по анализу и очистке данных использовалась библиотека Pandas для языка Python, визуализации данных и построение графиков с помощью инструментов библиотеки Matplotlib. Создание моделей прогнозирования проводится с помощью функций из библиотек Scikit-Learn и TensorFlow.

## К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРАХОВАНИИ

Седых К.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

kirillovich@mail.ru

Научный руководитель: к. э. н., доцент Белоконская Е.Г.

Во многих отечественных страховых компаниях лишь совсем недавно начали серьезно задумываться о необходимости развертывания комплексных корпоративных систем. Наступил момент, когда проблема выбора и внедрения эффективной системы встала во всей остроте – страховые компании развиваются, растет численность их клиентуры, обостряется внутренняя и внешняя конкуренция, появляется необходимость введения новых услуг.

Сфера страхового бизнеса в России моложе многих остальных отраслей экономики, отчасти поэтому здесь сегодня ощущается недостаток готовых решений. Однако страховые компании развиваются, это требует совершенствования управления и обеспечения прозрачности бизнеса, что в современных условиях недостижимо без опоры на информационные технологии.

Страхование относится к сфере финансов. При этом в силу разных причин страховые компании несколько запаздывают в части внедрения технических новинок, чем, например, банки или инвестиционные компании. Но стоит заметить, что в настоящее время как за рубежом, так и в нашей стране проявляется интерес к переводу всех видов информации в цифровую форму.

Подтверждением этого служит появление термина «InsurTech», обозначающего реализацию современных цифровых технологий в области страхования. Формирующийся в настоящее время InsurTech, несмотря на некоторое отставание от банковских технологий, в отдельных моментах привлекает для решения страховых проблем достаточно широкий спектр технических новшеств (космические спутники, беспилотные летательные аппараты, телеметрические устройства и т.д.). Разнообразие применения новых средств и методик в страховании существенно затрудняет сравнение и поиск наиболее перспективных направлений развития. Поэтому актуальной становится проблема систематизации инструментов InsurTech.

Одним из подходов к классификации современных технологий является функциональный. С этой точки зрения можно выделить основные задачи, которые решаются с помощью InsurTech:

- 1) получение информации из реального мира;
- 2) сохранение и классификация цифровой информации;
- 3) обеспечение доступа к информации;
- 4) обработка и анализ данных и формулировка выводов и прогнозов;
- 5) возможность совершать в реальном мире определенные действия без участия человека или с его минимальным участием.

С целью решения обозначенных задач возможно применение независимых технических устройств регистрации и контроля (телеметрические устройства, камеры видеофиксации, спутники, дроны и т.д.), технологий хранения и систематизации информации (специализированные базы данных, технология блокчейн); технологий обработки информации (когнитивные технологии, машинное обучение, большие данные).

Таким образом, страховой рынок России также подвержен внедрению новых технологий цифровой экономики. Можно ожидать, что в результате использования цифровых технологий в страховой деятельности повысится рентабельность страховой деятельности, появятся новые страховые услуги и продукты; изменится рынок труда в сфере страхования по причине автоматизации систем управления и замещения роботами части страховых агентов.

# ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ CALS ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ

Семенова А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

AnnaSemenova821@mail.ru

Научный руководитель: к. э. н., доцент Абрамова Е. А. (ИГХТУ)

Разработки по созданию интегрированных систем, поддерживающих жизненный цикл продукции (CALS), впервые были начаты в 80-х годах в оборонном комплексе США. Представленная концепция, доказав свою эффективность, совершенствовалась, дополнялась и, сохранив аббревиатуру (CALS), получила более широкую трактовку – Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывные поставки и информационная поддержка жизненного цикла продукции.

Современные CALS-технологии призваны служить средством, интегрирующим промышленные автоматизированные системы в единую многофункциональную систему.

Концепцию CALS, принципиально отличают от других инвариантные понятия (базовые принципы CALS; базовые управленческие технологии; базовые технологии управления данными), которые реализуются (полностью или частично) в течение жизненного цикла (ЖЦ) продукции, рис. 1.

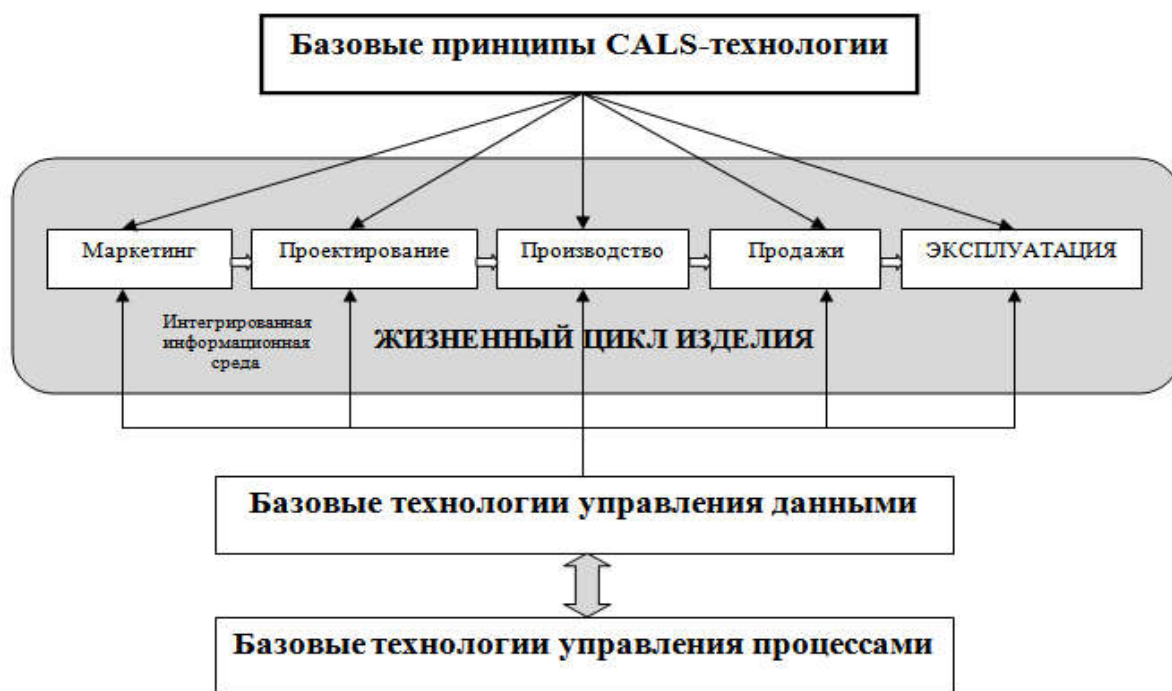


Рис.1 Общее содержание концепции CALS

Системная информационная поддержка и сопровождение ЖЦ продукции, в рамках CALS, осуществляется в интегрированной информационной среде (ИИС), рис. 1. ИИС в данном контексте определяется как «совокупность распределенных баз данных, содержащих сведения о продукции, производственной среде, ресурсах и процессах предприятия, обеспечивающая корректность, актуальность, сохранность и доступность данных субъектам, участвующим в производственно-хозяйственной деятельности и осуществлении ЖЦ продукции».

Актуальность применения концепция CALS для современных предприятий заключается в последовательном, непрерывном изменении и совершенствовании бизнес-процессов разработки, проектирования, производства и эксплуатации продукции.

1. Норенков, И. П. Информационная поддержка наукоемких изделий (CALS-технологии) / И.П. Норенков, П.К. Кузьмик. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 217 с.

# ПРОЦЕСС ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Серкис А.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет

aserkis@bk.ru

Научный руководитель: к.э.н., доцент Абрамова Е.А. (ИГХТУ)

Моделирование бизнес-процессов является важной составной частью проектов по реинжинирингу бизнес-процессов и созданию крупномасштабных систем программного обеспечения. Отсутствие таких моделей является одной из главных причин неудач многих проектов. Однако даже наличие моделей не гарантирует успеха.

Цели моделирования бизнес-процессов обычно представляются следующим образом:

- Обеспечить понимание структуры организации и динамики происходящих в ней процессов;
- Обеспечить понимание текущих проблем организации и возможностей их решения;
- Убедиться, что заказчики, пользователи и разработчики одинаково понимают цели и задачи организации.

Также стоит отметить, что модели бизнес-процессов представляют собой самостоятельный результат, имеющий большое практическое значение, следующее из целей их построения.

К числу наиболее распространённых методов регламентации бизнес-процессов относятся:

- Метод функционального моделирования SADT (IDEF0);
- Метод моделирования процессов IDEF3;
- Метод ARIS.

Основным преимуществом внедрения нотаций является формализация деятельности, обеспечение единого понимания требований сотрудниками. К недостаткам можно отнести значительные затраты на регламентацию, дополнительная нагрузка на персонал, разрушение сложившейся команды руководителей.

В настоящее время сложились два основных подхода к оценке экономической эффективности от внедрения нотаций:

- На основе данных о результатах производственно-хозяйственной и финансовой деятельности после внедрения нотаций в аналогичных компаниях;
- На основе прогноза показателей производственно-хозяйственной и финансовой деятельности конкретного предприятия после внедрения нотации.

Наиболее часто используемым методом оценки эффективности внедрения нотации является анализ рентабельности, для которого рассчитывается коэффициент отдачи от инвестиций. В расчёте данного показателя используются совокупная стоимость проведения бизнес-процессов и выгода от внедрения нотаций. Совокупная стоимость проведения бизнес-процессов может выступать в роли самостоятельного показателя, с помощью этой методики возможно достаточно полно проанализировать эффективность каких-то отдельных подсистем, функций или набора функций. Однако вышеупомянутый метод не учитывает риски и не позволяет соотнести технологию со стратегическими целями компании и решением задачи повышения конкурентоспособности продукции на рынке. Помимо перечисленных методов оценки используют и привычные инструменты инвестиционного анализа - показатели NPV, которые также рассчитываются по определённому алгоритму: нужно оценить первоначальные вложения и ожидаемые поступления денежных средств в будущем; определяется ставка дисконтирования; дисконтируются все денежные потоки, далее идёт суммирование всех продисконтированных денежных потоков. Также могут использоваться и традиционные методики PEST/COST-анализа, которые можно разбить на этапы: определение причин, влияющие на реализацию, и прибыль компании; сбор информации по динамике каждого фактора; анализ значимости и степень воздействия каждого фактора; составление сводной таблицы PEST-анализа. Таким образом, вышеперечисленные методы являются наиболее успешными и часто используемыми в процессе оценивания эффективности внедрения инновационно – технических систем на предприятии.

# АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НА МАЛОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

Силкова А.Т., Даньшина Е.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[trapanastasia@gmail.com](mailto:trapanastasia@gmail.com), [faust296@gmail.com](mailto:faust296@gmail.com)

Научный руководитель: Константинов Е.С.

Большинство видов хозяйственной деятельности сопряжено с созданием запасов, для содержания которых необходимы склады. Организация складирования, на первый взгляд, кажется сравнительно не сложной функцией, которую можно реализовать, руководствуясь лишь здравым смыслом. Однако, данное суждение в определенной степени справедливо лишь для мелких складов. Проектируя товародвижение необходимо решить, пользоваться ли наемным складом или создавать собственное складское хозяйство, где его размещать, сколько иметь складов. Организация собственного склада влечет за собой необходимость определения состава и размера его помещений и технологических зон, определения потребности в оборудовании, необходимость разработки рациональной технологии и системы организации труда, а также решения ряда других задач, связанных с эксплуатацией склада.

Внедрение информационной системы, как правило, значительно облегчает управление деятельностью организации, оптимизирует внутренние и внешние потоки информации, ликвидирует узкие места в управлении. Актуальность работы выражается в том, что информация и скорость в настоящее время выходит на первый план среди прочих ресурсов. Это обуславливает необходимость экономить трудовые, материальные и финансовые ресурсы. Первым шагом к созданию информационной системы является анализ готовых информационных систем, уже имеющихся на рынке.

Целью работы является анализ того, какую систему целесообразнее внедрить на торговом предприятии. Объект исследования – информационная система для управления небольшими и средними предприятиями, осуществляющие складскую и торговую деятельности. Предметом данной курсовой работы выступает складская деятельность компании по производству шарнирных кукол «Haboroll»

На рисунке 1 представлена диаграмма основных функций предприятия «Haboroll». На рисунке 2 представлена диаграмма основных компонентов использования системы.



Рис. 1 Основные виды деятельности предприятия



Рис. 2 Основные компоненты использования

Проведя анализ деятельности предприятия и рассмотрения имеющихся на рынке готовых решений можно сказать, что сама автоматизация процесса складирования на предприятии «Haboroll» целесообразна. Автоматизация процессов учета, хранения и выдачи позволят облегчить работу работника склада, а также улучшить контроль запасов на самом предприятии. Однако, свой продукт для предприятия, которое только появилось на свет — достаточно сложная задача, требующая больших финансовых вложений на самом начальном этапе. Поэтому был выбран уже готовый программный продукт, позволяющий автоматизировать все эти процессы. В дальнейшем, если предприятие разовьется и будет вести успешно свою деятельность — можно разработать свою ИС

1. Одинцов, Б.Е. Информационные системы управления эффективностью бизнеса: Учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Б.Е. Одинцов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 206 с.;
2. Венделева, М.А. Информационные технологии в управлении: Учебное пособие для бакалавров / М.А. Венделева, Ю.В. Вертакова. — М.: Юрайт, 2013. — 462 с.

# ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Смирнов Д.А.

Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет

[dzeke078@yandex.ru](mailto:dzeke078@yandex.ru)

Научный руководитель: к.э.н., доцент Абрамова Е. А.

Успешная деятельность любой современной компании, а так же ее развитие в условиях острой конкуренции в наибольшей степени зависят от того, какие информационные технологии (ИТ) она применяет, а так же как она обеспечивает свою информационную безопасность (ИБ). Каждое предприятие имеет в своем распоряжении различные виды информации, которые могут представлять интерес для злоумышленников или конкурентов. В первую очередь, это коммерческие и конфиденциальные данные и информация, являющаяся интеллектуальной собственностью предприятия.

Информационная безопасность на предприятии - это совокупность специальных программных средств защиты и разработанной на предприятии политики безопасности для защиты конфиденциальности и целостности различных видов информации от несанкционированного доступа.

Согласно ISO 27001 политику информационной безопасности можно охарактеризовать как документ устанавливающий общее направление и принципы деятельности по отношению к ИБ, учитывающей требования непрерывности бизнес-процессов, оценку рисков, законодательную базу и т.д.

В идеале политика безопасности должна быть реалистичной и выполнимой, краткой и понятной. Политика безопасности должна содержать основные цели и задачи организации режима информационной безопасности, четкое описание области действия, а также указывать на ответственных лиц и их обязанности.

Можно выделить следующие основные этапы разработки политики информационной безопасности для малого предприятия:

1. обследование информационной среды и информационной безопасности предприятия (аудит имеющихся систем безопасности);
2. анализ полученных сведений;
3. формирование плана работ по разработке политики информационной безопасности;
4. разработка политики информационной безопасности предприятия.

Пакет организационно-распорядительных документов по вопросам обеспечения информационной безопасности включает следующие типы документов (четыре уровня):

1. политика информационной безопасности предприятия - высокоуровневый документ, описывающий основные принципы и правила;
2. регламенты информационной безопасности, раскрывающие более подробно процедуры и методы обеспечения информационной безопасности;
3. инструкции по обеспечению информационной безопасности для должностных лиц предприятия с учетом требований политики и регламентов;
4. прочие документы.

Хочется отметить, что при написании политик информационной безопасности для безопасного хранения и использования информации необходимо соблюдать разумный баланс между безопасностью и эффективностью бизнес-процессов. Жесткие политики ИБ будут проигнорированы сотрудниками предприятия, создавать препятствия основному бизнесу, а либеральные не помогут предотвратить утечки информации.

Хорошо написанные политики безопасности должны позволять балансировать между достигаемым уровнем безопасности и получаемым уровнем производительности информационных систем предприятия.

1. Петренко, С.А. Политики безопасности компании при работе в Интернет/С.А. Петренко, В. А. Курбатов. - М.: ДМК Пресс, 2012.



## КОНЦЕПЦИЯ НОВОГО САЙТА КАФЕДРЫ

Смирнов Д.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[honda581559581@gmail.com](mailto:honda581559581@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Галиаскаров Э.Г.

Цель работы: разработать концепцию и информационную архитектуру сайта кафедры, исследовать, оценить и выбрать методы реализации для дальнейшей разработки и внедрения сайта на кафедре информационных технологий и цифровой экономики.

Веб-разработка - процесс создания веб-сайта или веб-приложения. Основными этапами данного процесса являются дизайн, верстка, программирование, а также конфигурирование веб-сервера. В данной работе будет рассматриваться веб-разработка сайта кафедры информационных технологий и цифровой экономики и личного кабинета преподавателя для самостоятельного ведения своего портфолио.

Новый сайт необходим по ряду причин: привлечение абитуриентов и их родителей, а также сторонних пользователей сайта, обеспечение более простой и понятной навигации, привнесения современные тенденции веб-разработки.

Этап разработки концепции - важнейший этап разработки сайта [1]. Концепция помогает решить три задачи:

- Определить основные идеи и направления развития и согласовать их с клиентом
- Получить оценку идей от будущих пользователей
- Сформировать идеологическую базу, единое видение проекта у всех участников.

На этапе разработки концепции очень важно изучить потребности целевых аудиторий сайта. Целевые аудитории - потенциальные пользователи сайта, которые преследуют разные цели и имеют различные потребности. В нашем случае было выделено несколько целевых аудиторий: абитуриенты, родители абитуриентов, студенты, родители студентов, сотрудники кафедры, потенциальные работодатели, сторонние пользователи (гости сайта).

Были изучены актуальные на сегодняшний день подходы к веб-дизайну и веб-разработке, проведен опрос целевых аудиторий и изучены потребности. Изучалось, как лучше пользователи будут воспринимать информацию.

Исходя из изученных материалов был сделан вывод, что основной упор необходимо делать на современный подход Landing Page. Landing Page - главная страница, основной функцией которой является привлечение новой аудитории, в нашем случае абитуриентов, и максимально лаконичное и эффективное донесение информации о чем-либо, в нашем случае информации о кафедре, её возможностях и перспективах поступления. Такое решение было сделано в связи с тем, что акцент ставится на целевую аудиторию абитуриентов и их родителей для привлечения внимания.

Для реализации данной задачи была выбрана другая система управления содержимым (CMS). CMS - программное обеспечение, предназначенное для создания, организации структуры, редактирования веб-сайта и управления им.

Инструментарий выбирался с помощью экспертного мнения и тестировался лично. Изначально проект планировался на Joomla, той CMS, на которой был построен старый сайт, планировалось обновить CMS до более новой версии и перенести данные. Однако в ходе работы обнаружилось, что перенос данных с большим интервалом версий либо очень сложен, или невозможен вовсе. А также, Joomla сложнее и имеет менее гибкую возможность настройки. Для решения данной задачи в качестве новой CMS выбор был сделан в пользу WordPress, которая заменит CMS Joomla. Обоснованием такого решения можно назвать более простой и понятный интерфейс для администратора, простота установки, а также высокая гибкость настройки и большое количество плагинов для решения необходимых задач сейчас и в будущем.

Литература:

1. Концепция сайта: как и зачем её создавать // Хабрахабр: сайт. 15 июня 2011. URL: <https://habr.com/ru/post/121895/>

# ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТАХ

Сунцов А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[alexei.suntsov@mail.ru](mailto:alexei.suntsov@mail.ru)

Научный руководитель: д.т.н., проф. Бобков С.П. (ИГХТУ)

При моделировании химико-технологических процессов, таких как, перенос массы теплоты, энергии, возникает проблема описания движения сплошно среды. Описание макроскопического вещества необходимо для правильного расчёта исследуемых процессов в реальной аппаратуре. В настоящее время сложилось два подхода к описанию гидродинамики в аппаратах. Первый из них предполагает использование моделей переноса в форме дифференциальных уравнений с частными производными. Однако этот подход характеризуется сложностями в постановке дополнительных условий – граничных и начальных. Эти сложности существенно возрастают при исследовании потоков в объектах сложной формы.

Другим подходом может служить применение идеализированных моделей потоков в аппарате – идеального вытеснения и идеального смешивания. Однако здесь часто наблюдается нарушение адекватности модели вследствие принятия упрощающих допущений.

Цель нашей работы состоит в исследовании потоков в реальных аппаратах с помощью клеточного автомата.

Клеточные автоматы — динамическая система, представляющая собой совокупность одинаковых клеток, определенным образом соединенных между собой. Все клетки образуют так называемую решетку клеточного автомата (клеточно-автоматное поле). Каждая клетка может иметь своё состояние, определяемое дискретным множеством возможных состояний. Именно состояние клетки позволяет смоделировать конкретный физический процесс. Например, при моделировании тепловых процессов состоянием можно считать температуру клетки, а при моделировании технических процессов – скорость клетки.

Каждую клетку можно рассматривать как отдельный автомат, получая сигнал на входе, клетка меняет своё состояние и отправляет сигнал на выход, соседним клеткам. Изменение состояний можно описать функцией переходов. Эта функция зависит от текущего состояния клетки и состояния её соседей вида  $Z(t_{k+1}) = Z(t_k) + \sum X_i(t_k)$ , где  $Z(t_{k+1})$  – новое состояние клеток,  $Z(t_k)$  – предыдущее состояние клеток,  $\sum X_i(t_k)$  – сумма входных сигналов от соседних клеток. Для внутренних клеток системы формулы переходов одинаковы, для находящихся по краям другие, так как они не имеют соседей. Смена состояний происходит синхронно для всех клеток.

На данный момент времени разработан программный модуль для исследования и визуализации потоков сплошных сред в аппаратах различной конфигурации. Двухмерная модель аппарата создается из массива клеток. Алгоритм функции переходов был основан на модели идеального смешивания. Программа реализует визуальное представление потоков в аппарате.

Результаты могут быть использованы для оптимизации работы аппарата путём анализа данных, также могут быть использованы для расчёта геометрической формы ёмкостей.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА КОНСТАНТ РАВНОВЕСИЯ

Хватков В.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[79109927582@yandex.ru](mailto:79109927582@yandex.ru)

Научный руководитель: ст.п. Чернявская А.С. (ИГХТУ)

При изучении равновесий в растворах определяют стехиометрический состав присутствующих в нем соединений (равновесных форм) и термодинамические параметры реакций их образования: константы равновесия ( $K$ ), стандартные изменения энергии Гиббса ( $\Delta_r G^\circ$ ), изменения энтальпии ( $\Delta_r H$ ) и энтропии ( $\Delta_r S$ ). Определение термодинамических параметров реакций в сложных системах без применения компьютерных методов обработки экспериментальных данных чаще всего невозможно. Наиболее универсальным способом обработки данных является расчет по статистическому принципу максимального правдоподобия.

Суть этого способа состоит в следующем. При изучении равновесной системы исследователь в зависимости от ее индивидуальных особенностей и метода изучения получает информацию о равновесной концентрации какой-либо частицы в растворе или о свойстве, аддитивно зависящем от равновесного состава.

При изучении системы измеряют какое-либо физико-химическое свойство ( $G$ ) в зависимости от соотношения общих концентраций компонентов. В качестве  $G$  может использоваться  $\Delta E$  (ЭДС цепи) или  $\Delta_r H$  раствора,  $\Delta D$  (оптическая плотность) и  $\Delta H$  (тепловой эффект). При обработке данных задают модель системы: число и стехиометрия реакций, значения констант равновесия, также общие молярные концентрации компонентов. Рассчитывают равновесные составы растворов и измеряемое физико-химическое свойство. Определение неизвестных параметров по принципу максимального правдоподобия сводится к отысканию минимума функции  $F$ , отражающих отклонение экспериментальных величин измеряемого свойства ( $G_{\text{э.}}$ ) от рассчитанных ( $G_{\text{р.}}$ ), в пространстве искомых параметров. В качестве функции  $F$  могут выступать:  $\Delta E$  или  $\Delta_r H$  раствора, оптическая плотность ( $\Delta D$ ) раствора и тепловой эффект ( $\Delta H$ ) реакции.

В настоящий момент расчеты автоматизированы и ведутся с помощью следующих программных средств: RRSU, PHMETR, HEAT и FTMT. Главным недостатком данных программных продуктов является их устаревший интерфейс: для корректного ввода исходных данных необходимо готовить файлы вручную и строго соблюдать формат языка Фортран. Формат вывода также слабо пригоден для дальнейшей обработки результатов расчета. Вторым недостатком названных приложений является их несовместимость с современными операционными системами.

Таким образом, учитывая недостатки существующих программных продуктов, перед нами была поставлена задача по созданию нового единого приложения, которое позволит быстро производить расчет констант равновесий для различных видов измерений:

- потенциометрических измерений;
- спектрофотометрических измерений;
- калориметрических измерений.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКЕ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Чесалов С.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), Семен  
[semen.anatolevich@yandex.ru](mailto:semen.anatolevich@yandex.ru)

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

Результаты деятельности коммерческих банков во многом зависят от правильности принятия различных управленческих решений. При этом особое значение имеет обеспечение минимизации рисков при проведении кредитной политики. Таким образом, перед управленческими кадрами банка постоянно возникает задача оптимизации договорных отношений с потенциальными заемщиками.

Проблема оценки финансового состояния заемщика существует достаточно давно. Ранее уже были разработаны математические модели, такие как модели Е. Альтмана, Тоффлера и Тисшоу, Чессера, Г.В. Давыдовой и А.Ю. Беликова и т.д. Мы предлагаем классификацию существующих математических методик по следующим группам методов: методы МСА (многомерного статистического анализа), НС нейронные сети, нечётко-производственные системы (см., например, [1]).

К математическим моделям оценки состояния предприятия можно отнести следующие типы: классические, статистические, нейросетевые, нечеткие, количественные, качественные, дискриминантные, регрессионные, кластерные, факторные, нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткие, производственные, нейро-нечеткие [2].

Каждая из этих групп в свою очередь делится на подгруппы методов. Так, например, многомерный дискриминантный анализ данных, является составной частью методов МСА, а также используется при расчете коэффициентов моделей Альтмана, а генетические алгоритмы могут использоваться либо для оптимизации работы нейронных сетей, либо самостоятельно.

На основании аналитического обзора работ, посвященных математическим моделям оценки, анализа и прогноза финансового состояния заемщика нами было показано, что достоверность интегрированной оценки такого состояния классическими методами недостаточна. Таким образом, наряду с классическим аппаратом, встает необходимость разработки и использования новых математических и инструментальных средств анализа.

В качестве математической модели оценки финансово-экономического состояния заемщика мы предлагаем использовать нечёткие производственные системы. В качестве среды компьютерного моделирования предлагается использовать Matlab с пакетами нечеткой логики Fuzzy и гибридных сетей Anfis, что позволяет проводить комплексную оценку, анализ и прогноз финансового состояния заемщика с использованием как качественных, так и количественных показателей.

1. Акопов А.С. Системно-динамическое моделирование стратегии банковской группы // Бизнес – информатика №2 (20) – 2012 г. С. 10-19.

2. Шевченко И.В., Кармазин В.Н., Коваленко А.В. Комплексная оценка кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса с помощью нечеткой производственной системы // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2008. № 2. С. 81-86.

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИМИТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ

Шамонов Д.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[120297dmitrii@mail.ru](mailto:120297dmitrii@mail.ru)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Бобков С.П. (ИГХТУ)

На сегодняшний день тепловые процессы являются самыми распространенными как в быту так и на производстве. Если в быту температура при таких процессах относительно мала, то на производстве температуры могут достигать до 1000, а то и до 2000°C в аппаратах и установках. Для пуска нового оборудования на предприятиях крупного масштаба существует необходимость проверить его работоспособность и надежность. Так как проводить испытания на реальных установках это довольно таки затратно, да и к тому же опасно для жизни и здоровья, их проводят на компьютере. Все процессы в промышленных установках моделируют в программах и только после положительных результатов можно приступать к строительству аппаратов и установок. В связи с этим цель моей магистерской диссертации - разработать программное приложение, с помощью которого можно проводить имитационные эксперименты с тепловым оборудованием.

В современных условиях для имитации реальных процессов только математического моделирования недостаточно. Имеется большая потребность в визуализации процесса, что делает имитацию наглядной.

Одним из инструментов для создания имитационных программ являются модели в виде систем клеточных автоматов. Они представляют собой динамическую систему, состоящую из массива элементов (ячеек), функционирующую по принципам работы элементарного автомата. Элементы имеют одинаковые правила поведения, что существенно облегчает создание модели и управление ею. Кроме того, результаты моделирования достаточно удобно визуализировать.

Данный подход позволяет:

- моделировать любые процессы в любых аппаратах;
- снизить затраты на исследования и проведение опытов на реальных установках;
- снизить уровень опасности при исследовании работы промышленных установок;
- при необходимости в любой момент менять условия проведения виртуального опыта.

В настоящее время проводится работа по созданию первых вариантов моделей тепловых установок и их идентификации.

## АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Шестова М.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),

Шlavrucha1308@yandex.ru

Научный руководитель: Сизова О.В. (ИГХТУ)

В настоящее время информационные ресурсы являются неотъемлемой частью любой компании. Это связано с появлением на рынке сложных программных продуктов, предназначенных для комплексной автоматизации управления предприятием. Использование таких систем подразумевают проведение глубокого анализа деятельности организации.

Применение универсальных графических языков бизнес-моделирования обеспечивает логическую целостность и полноту описания, необходимую для достижения точных и непротиворечивых результатов.

Целью работы является анализ информационных ресурсов танцевальной студии. Это поможет грамотно автоматизировать управленческую деятельность для повышения её эффективности.

В ходе исследования функций и информационных потоков МАУ ДО ЦРДТиЮ «Танцы+» была построена модель диаграммы потоков данных.

Данная модель послужила выявлению недостатков и разработке проектных решений, а именно оптимизация работы управленческого звена по контролю и принятию управленческих решений путем проектирования информационной системы по учету коммерческих клиентов.

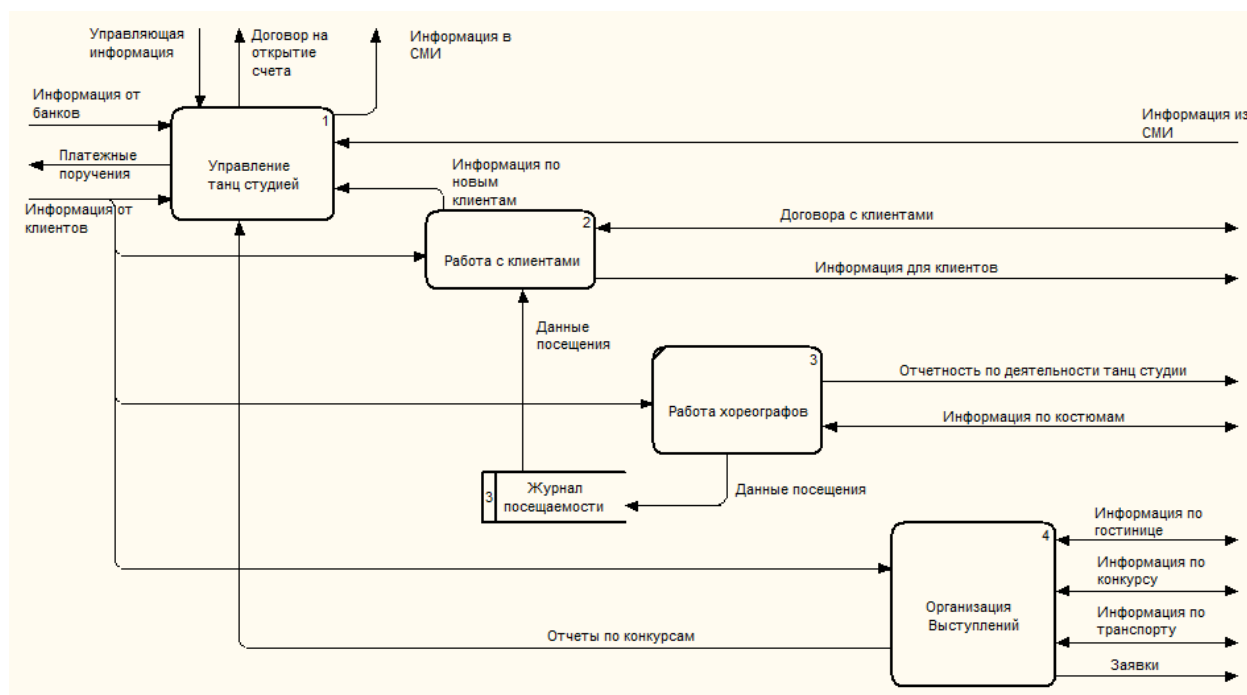


Рисунок 8. Документооборот между основными бизнес-процессами

1. Официальный сайт МАУ ДО ЦРДТиЮ «Танцы+» - электронный ресурс - <http://www.dances-ivanovo.ru/>
2. Методология функционального моделирования IDEF0. Руководящий документ РД IDEF0–2000 М.: Госстандарт России, 2000.
3. Сизова, О. В. Моделирование бизнес-процессов: учеб. пособие/ О. В. Сизова; Иван. гос. хим.-технол. ун-т – Иваново, 2016. – 90

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКОНОМИКИ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО СБЫТА ПРОДУКЦИИ

Шпаковская М.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) ([reshetnikovamasha@yandex.ru](mailto:reshetnikovamasha@yandex.ru))

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

Одним из активно развивающихся направлений экономической науки является так называемая пространственная экономика, рассматривающая вопросы эффективного размещения ограниченных ресурсов в пространстве. Пространственная экономика представляет собой некую модель развития экономики, при которой процесс хозяйствования разных объектов происходит в форме взаимодействия и распределения обязанностей между ними. Следует отметить, что характерной чертой для пространственной экономики в отличие от региональной является стирание границ между центрами развития (свобода передвижения капитала, трудовых ресурсов, услуг и товаров).

Пространственная экономика позволяет исследовать различные вопросы, связанные с распределением ресурсов в пространстве. При этом пространство трактуется не только как территория, но и как пространство продукции, то есть как множество разновидностей продукции, в котором для каждой разновидности определены потребительские предпочтения.

Рынок реализации или сбыта продукции можно представить как некое экономическое пространство, где производители представляют свои товары и услуги, а потребители могут их приобрести. В контексте рассматриваемой теории нами была разработана модель оптимизации распределения продукции некоторого промышленного предприятия по регионам. Модель включает несколько этапов, ключевыми из которых являются: оценка емкости потенциальных регионов-потребителей; анализ возможностей предприятий-конкурентов; построение матрицы расстояний от места производства продукции до мест ее потенциального потребления; расчет коэффициента потребительской привлекательности региона (сначала без учета, а затем с учетом конкурентов); определение оптимальной структуры распределения продукции.

Разработанная модель была численно апробирована для одной ассортиментной группы товаров предприятия, производящего молочную продукцию. В свою очередь можно отметить, что модель носит универсальный характер и может быть применена к любому предприятию и любому виду продукции.





## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕРАФИНИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Абросимова О. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[www.oksana1996@yandex.ru](mailto:www.oksana1996@yandex.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Кудрик Е.В. (ИГХТУ)

Одной из актуальных проблем пищевой технологии является очистка нерафинированных растительных масел. Достаточно большое количество работ в данном направлении посвящено использованию глин (работы Разговорова П. Б.). Определенным недостатком данного направления являются сложности связанные с необходимостью использования большого количества сорбентов ввиду их низкой удельной поверхности. Кроме того, глины, в своем составе, могут содержать катионы переходных металлов, а также алюминия, который, как доказано современной медицинской наукой может провоцировать болезнь Альцгеймера. Иногда для очистки растительных масел используются органические растворители, в том числе хлорсодержащие, которые являются токсичными. В связи с этим разработка методов модификации нерафинированных растительных масел с использованием нетоксичных соединений представляется актуальным. Нами предложено использование активированного угля для осветления и деодорирования нерафинированного растительного подсолнечного масла. Показано, что в этом случае активированный уголь сорбируют вещества, придающие ему окраску - прежде всего каротиноиды и благоприятно влияют на его запах. Изучена зависимость количества сорбента на цветность, кислотность и перекисное число растительного масла. Важным является и тот фактор что обогащенный каротиноидами активированный уголь может служить ценной добавкой для кормления скота и птицы.

В дальнейшем планируется продолжить работы в указанном направлении с другим видом масел, например, льняного и более детально оценить жирнокислотный состав масел до и после обработки активированным углем.

## ВЛИЯНИЕ ЦИСТЕИНА НА ВОССТАНОВИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ДИОКСИДА ТИОМОЧЕВИНЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Аманова А. В, Покровская Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
anastasiya-amanova@mail.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Макаров С. В., к.х.н., доцент Сальников Д.С.

Одним из самых широко используемых серосодержащих восстановителей является диоксид тиомочевина (ДОТМ)  $(\text{NH}_2)_2\text{CSO}_2$ . Он применяется во многих областях химии и химической технологии, поскольку обладает высокой восстановительной активностью и стабильностью. В последние годы сфера применения ДОТМ заметно расширилась. ДОТМ используют в синтезе серо-, селено-, теллуросодержащих соединений, а также в качестве органокатализатора при окислении кумаринов и ряда азотсодержащих гетероциклов [1].

В работе [2] изучено взаимодействие ДОТМ с глицином, исследованы свойства глицинового производного ДОТМ. Однако взаимодействие ДОТМ с цистеином и свойства цистеинового производного ДОТМ до сих пор не обсуждались. Целью данной работы является исследование взаимодействия ДОТМ с аминокислотой L-цистеином в водных растворах. L-цистеин – серосодержащая аминокислота, благодаря наличию тиольной группы она может участвовать в процессах, связанных с переносом электрона и реакциях с отщеплением водорода

Восстановительная активность цистеинового производного диоксида тиомочевина изучена на примере реакции с красителем Orange II с использованием спектрофотометрического метода. Исследовано влияние рН, температуры, концентрации реагентов, определены кинетические и активационные параметры реакции. Полученные данные сопоставлены с результатами, полученными ранее для реакции ДОТМ и его глицинового производного с красителем Orange II. Показано, что цистеиновое производное диоксида тиомочевина обладает значительно большей восстановительной активностью в слабокислой среде, чем ДОТМ.

1. S. V. Makarov, A. K. Horvath, R. Silaghi-Dumitrescu, Q. Gao, Sodium Dithionite, Rongalite and Thiourea Oxides. Chemistry and Application, World Scientific, London-Singapore, 2016.
2. Макаров С.В., Кузнецова А.А., Сальников Д.С., Киселева А.Г. Влияние глицина и моноэтаноламина на стабильность и восстановительную активность диоксида тиомочевина в водных растворах / С.В. Макаров, А.А. Кузнецова, Д.С. Сальников, А.Г. Киселева // Журнал общей химии. – 2018. – Т.88. – С. 561-565.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ С ПЕРСУЛЬФАТОМ КАЛИЯ В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Баяндина М.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[b.marie.sr@gmail.com](mailto:b.marie.sr@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Сальников Д. С. (ИГХТУ)

Аскорбиновая кислота – органическое соединение, родственное глюкозе, является одним из основных веществ в рационе человека, которое необходимо для нормального функционирования соединительной и костной ткани. Выполняет биологические функции восстановителя и кофермента некоторых метаболических процессов, является антиоксидантом. Биологически активен только один из изомеров - *L*-аскорбиновая кислота, который называют витамином С (рис. 1). Основным источником витамина С для человека является пища. Наибольшее количество аскорбиновой кислоты содержится в растительном сырье (например, фруктах и овощах) [1].

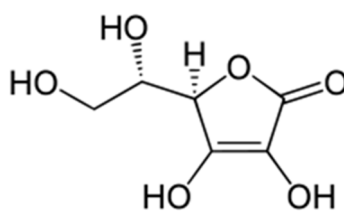


рис. 1. Структура *L*-аскорбиновой кислоты

Для отбеливания муки, как известно, используется пищевая добавка (Е 922) - персульфат калия ( $K_2S_2O_8$ ). Это неорганическое соединение, соль щелочного металла калия и пероксодисерной кислоты [2]. Персульфат калия является сильным окислителем и способен разрушать органические вещества. В литературе взаимодействие аскорбиновой кислоты с персульфатом калия описано недостаточно полно.

В настоящей работе спектрофотометрическим методом изучена кинетика реакции аскорбиновой кислоты с персульфатом калия в водных растворах.

Показано, что аскорбиновая кислота расходуется при взаимодействии с персульфатом калия. Определены кинетические параметры процесса в водных растворах различной рН, температуры, концентрации персульфата калия. Установлено, что скорость разрушения аскорбиновой кислоты линейно возрастает с ростом концентрации  $K_2S_2O_8$ .

## Список литературы

1. Определение аскорбиновой кислоты в лекарственных препаратах методами капиллярного зонного электрофореза и мицеллярной электрокинетической хроматографии / Е.В. Зыкова, Н.Г. Сандецкая, В.Е. Веровский., О.В. Островский // Химико-фармацевтический журнал. – 2010. – Т.44, №8. – С. 39-41.
2. Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И.Л. и др. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – Т. 2. – 671 с. – ISBN 5-82270-035-5.

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ОЧИСТКИ СЛАБОУАКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Вакарюк Д., Горбунова Д.Г., Кравченко М.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

da—sha@mail.ru

Научный руководитель: к.х.н., доцент Найдено Е.В.

Проблема разработки эффективных адсорбентов для очистки различных пищевых растворов, эмульсий и суспензий весьма актуальна. Пищевые продукты в натуральном виде содержат различные примеси, которые негативно влияют на качество готового продукта. Большое распространение в качестве адсорбентов получили сравнительно дешевые и доступные природные алюмосиликаты, в частности каолиновые глины, активированный уголь, а также цеолиты. Однако их недостатками являются низкая удельная поверхность и непостоянство химического состава.

Вино – это слабоалкогольный напиток, получаемый полным или частичным сбраживанием виноградного сока. Растительные масла - это продукты, извлекаемые из растительного сырья и состоящие из триглицеридов жирных кислот и сопутствующих им веществ, являются необходимой составной частью сбалансированного рациона питания человека.

В качестве перспективной основы для создания новых адсорбентов могут быть использованы металлоорганические каркасные структуры (МОКС). МОКС - новый класс пористых материалов, которые имеют высокую удельную поверхность, низкую плотность, большой размер и объем пор, который можно регулировать. Установлено, что МОКС сохраняют высокую сорбционную активность в течение не менее пяти циклов после регенерации путем обработки 3 % раствором пероксида водорода. Также необходимо отметить, что данные соединения практически нетоксичны, и существуют богатые возможности модификации составных частей их каркаса[1].

Целью данной работы являлся синтез и исследование практического применения металлоорганических каркасных структур на основе терефталевой, пиромеллитовой и 1,3,5-бензолтрикарбоновой кислот, для улучшения физико-химических и органолептических свойств, а также для увеличения сроков хранения пищевых продуктов.

В настоящей работе были проанализированы физико-химические свойства МОКС: рентгенофазовый, термогравиметрический анализы, а также метод электронной микроскопии. Полученные материалы относятся к мезопористым каркасным соединениям и имеют высокую термическую стабильность. В ходе эксперимента была определена возможность их использования в качестве адсорбентов для очистки в масложировой и винной промышленности. Установлено, что МОКС на основе данных кислот проявляют высокую сорбционную активность.

В отношении растительных нерафинированных масел показано, что с течением времени и с ростом концентрации МОКС значения кислотного и перекисного чисел всех растительных масел уменьшаются, т.е. сорбция примесных ингредиентов протекает более полно. Также выявлено, что металлоорганические каркасные соединения улучшают физико-химические и органолептические показатели качества вина.

Полученные результаты работы свидетельствуют о перспективности использования металлоорганических каркасных структур в масложировой и винной промышленности в качестве эффективных и легко регенерируемых сорбентов для очистки растительных масел от свободных жирных кислот и перекисных соединений, а также сорбционной обработки вина.

Литература:

1. Metal–Organic Frameworks for Cell and Virus Biology: A Perspective / R. Ricco, W. Liang, S. Li et al. // *ASC Nano*. – 2018. – № 9. – P. 13 – 23.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2,3-ДИМЕРКАПТОПРОПАНСУЛЬФОНАТА НАТРИЯ С ДЕГИДРОАСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТОЙ

Виноградова А. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[vinogradova\\_961996@mail.ru](mailto:vinogradova_961996@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Сальников Д. С. (ИГХТУ)

Димеркаптопропансульфонат натрия (унитиол, ДМПС) (рис. 1) является водорастворимым дитиолом [1]. Данное вещество используется как антидот при отравлении свинцом, ртутью и мышьяком [2]. ДМПС так же образует комплексы с биологически важными ионами металлов: цинк и медь. Благодаря данным свойствам ДМПС может рассматриваться как лекарство при лечении болезни Вилсона. Авторы работы [3] предложили использовать ДМПС в качестве универсального препарата для коррекции избытка свободнорадикальных реакций наравне с L-аскорбиновой кислотой (АК, витамин С).

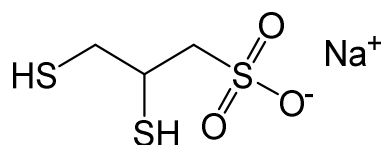


Рис. 1. Структура димеркаптопропансульфоната натрия

Витамин С действует как антиоксидант, задерживая или ингибируя процессы окисления за счет снижения концентрации свободных радикалов в организме. Продуктом 2-х электронного окисления L-аскорбиновой кислоты является L-дегидроаскорбиновая кислота (ДГА) (рис. 2).

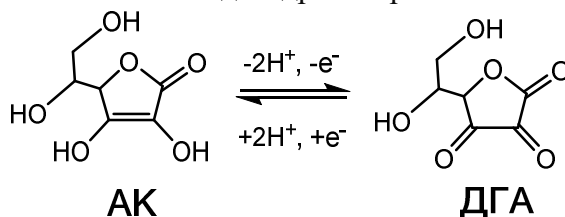


Рис. 2. Равновесие между аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислотами

Известно, что тиолы восстанавливают ДГА до АК и таким образом оказывают влияние на их уровень в организме человека. Однако взаимодействие ДМПС с ДГА и АК недостаточно полностью изучено. С целью заполнить данный пробел в настоящей работе выполнено исследование взаимодействия ДМПС с ДГА в водных растворах в широком диапазоне рН. Установлено, что ДМПС по отношению к ДГА является источником 2х электронов и обе тиольные группы являются редокс активными. Продуктами исследуемой реакции являются окисленный ДМПС и аскорбиновая кислота. Кинетические исследования показали, что накопление аскорбиновой кислоты, как и в случае других тиолов, происходит с образованием интермедиата – комплекса между ДГА и молекулой ДМПС. Отметим, что ДМПС восстанавливает дегидроаскорбиновую кислоту более чем в 100 раз быстрее по сравнению с L-ацетилцистеином, цистеином и глутатионом.

1. Bjørklund G., Mutter J., Aaseth J. // Arch Toxicol. – 2017. – V. 91. – № 12 – P. 3787 - 3797.
2. Aposhian H. V. // Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. – 1983. – V.23. – P. 193.
3. Юдин М. А., Ардабьева Т. В., Чепур С. В., Быков В. Н., Никифоров А. С. // Экспериментальная и клиническая фармакология – 2011. –Т. 74. – № 7. – С. 30.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОКСИЛИРОВАНИЯ ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ В АЭРОБНЫХ РАСТВОРАХ СОЕДИНЕНИЙ СЕЛЕНА И БИОЛОГИЧЕСКИХ ТИОЛОВ

Волков К. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Rollik0397@mail.ru](mailto:Rollik0397@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Деревеньков И. А. (ИГХТУ)

Селен является ультрамикроэлементом, вовлеченным в ряд биологических процессов. Почва содержит селен в неорганической форме (в форме селенитов и селенатов), который накапливается и превращается в органические соединения, главным образом в селеноцистеин и селенометионин.

В организме человека селен имеет широкий спектр воздействий действий: антиоксидантное, кардиопротекторное, антиканцерогенное, иммуностимулирующее, защиту от инфекционных заболеваний, улучшение репродуктивной системы, улучшение усвоения иода, выведение тяжелых металлов из организма, улучшение зрения, улучшение работы мозга, замедление процессов старения. Он входит в состав ферментов – глутатионпероксидазы, тиоредоксинредуктазы, иодотирониндеиодиназы, метионинсульфоксидредуктазы и др. [1]. Несмотря на ряд полезных эффектов, селен и его соединения ядовиты, по характеру действия несколько напоминает мышьяк. Они обладают политропным действием с преимущественным поражением печени, почек и центральной нервной системы. Одним из объяснений токсичности соединений селена являются их выраженные прооксидантные свойства [2].

В данной работе изучено образование гидроксильного радикала в водных аэробных растворах, содержащих соединения селена (селеноцистин и селенит) и биологические тиолы (глутатион и цистеин) спектрофлуориметрическим методом. В качестве ловушки гидроксильного радикала выбрана терефталевая кислота, преобразующаяся в ходе гидроксирования в высокофлуоресцентную гидрокситерефталевую кислоту.

Установлено, что образование гидрокситерефталевой кислоты происходит в аэробных условиях в присутствии тиолов либо в смесях тиолов с селенитом или селеноцистином. В случае растворов тиолов либо их смесей с селеноцистином накопление гидрокситерефталевой кислоты протекает с низкой скоростью (в течение нескольких дней). В данных условиях гидроксирование протекает медленнее чем окисление тиолов и образующихся в растворе селенолов. Однако в случае смесей селенита с тиолами накопление гидрокситерефталевой кислоты протекает в присутствии кислорода в течение нескольких часов, что указывает на участие в образовании гидроксильного радикала интермедиатов, образующихся в ходе реакции селенита с тиолами.

1. Labunskyy V.M., Hatfield D.L., Gladyshev V.N. Selenoproteins: Molecular Pathways and Physiological Roles // *Physiol. Rev.* – 2014. – Vol. 94. – P. 739-777.
2. Lee K.H., Jeong D. Bimodal actions of selenium essential for antioxidant and toxic pro-oxidant activities: the selenium paradox // *Mol. Med. Rep.* – 2012. – Vol. 5. – P. 299-304.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Воробьева А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
nastia.vorobieva.9826@gmail.com

Руководитель: старший преподаватель Афонин С.Б. (ИГХТУ)

В настоящей работе был проведен анализ существенных конструктивных теплообменников. Рассмотрены их достоинства и недостатки. Далее рассмотрели примеры конструктивных теплообменников для применения в технологической схеме производства сахара-сырца. Наиболее применяемый и подходящий для моей технологической схемы оказался кожухотрубный теплообменник, который предназначен для нагрева сока после сатурации и для дальнейшего поступления в выпарной аппарат. В связи с тем, что работаем с пищевым производством будет применяться сталь марки 12Х18Н10Т. Температура сока-126°С, внутреннее давление-0,6 Мпа.

Кожухотрубный вертикальный теплообменник с неподвижными трубными решетками состоит из цилиндрического корпуса, который с двух сторон ограничен приваренными к нему трубными решетками с закрепленными в них греющими трубами, концы которых закреплены в специальных трубных решетках путем развальцовки, сварки, пайки. Пучок труб делит весь объем корпуса теплообменника на трубное пространство, заключенное внутри греющих труб, и межтрубное. К корпусу прикреплены с помощью болтового соединения два днища. Для ввода и вывода теплоносителей корпус и днища имеют патрубки.

В дальнейшем предусмотрен расчет габаритных размеров аппарата, прочностной расчет теплообменника, как аппарат работает под внутренним давлением, с необходимой проверкой на линзовый компенсатор и проверка на прочность отдельных элементов конструкции. Также предусмотрено рассмотрение вопросов монтажа и ремонта данной конструкции, исходя из опыта эксплуатации данного аппарата.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА СВЕТЛОГО НЕФИЛЬТРОВАННОГО ПИВА

Горбунова Д. Г., Попова В. Д., Вакарюк Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[darya.gorbunova@mail.ru](mailto:darya.gorbunova@mail.ru)

Научные руководители к.х.н., доцент Найденко Е. В., к.х.н., доцент Власова Е. А. (ИГХТУ)

Пиво – один из самых распространенных во множестве стран мира слабоалкогольных напитков благодаря своим вкусовым качествам и аромату.

Значительная часть веществ пива, обуславливающих его характерные особенности: вкус, прозрачность, способность к пенообразованию, игристость и т. п., находится в коллоидном состоянии. Для сохранения этих свойств пива до момента потребления необходимо, чтобы коллоидные системы находились в стабильном состоянии. При длительном хранении пива или его охлаждении до 0 °С в нем в результате нарушения физико-химического равновесия коллоидных компонентов образуется коллоидное помутнение или даже осадок. Образование последних сопровождается вкусовыми изменениями. Считается, что даже слабое коллоидное помутнение является признаком плохого качества пива.

Одной из основных задач пивоваренной промышленности является повышение коллоидной стойкости пива - показателя, напрямую влияющего на качество напитка.

Цель настоящей работы - синтез и изучение возможности применения цинк- и алюмосодержащих каркасных структур на основе пиромеллитовой и терефталевой кислот (Zn-МОКС и Al-МОКС соответственно) в качестве сорбентов для очистки светлого нефильтрованного пива. Проведена сравнительная оценка сорбционной активности указанных видов МОКС в отношении светлого нефильтрованного пива.

Установлено, что МОКС на основе терефталевой кислоты имеют более высокую сорбционную активность по сравнению с МОКС на основе пиромеллитовой кислоты.

После обработки светлого нефильтрованного пива каркасными соединениями на основе терефталевой кислоты (в концентрации 0,15%) напиток сохраняет свои высокие потребительские свойства в течении 5 дней, в то время как качество пива без обработки каркасными структурами снижается уже на 2 день. При использовании МОКС на основе пиромеллитовой кислоты наблюдается ухудшение качественных показателей пива на 4 день.

Выявленный положительный эффект МОКС на качество нефильтрованного пива обусловлен, по-видимому, связыванием полифенолов – потенциальных образователей мути.

Результаты работы свидетельствуют о перспективности использования МОКС в пивоваренной промышленности для повышения качества напитков.

1. Wang Z., Cohen S.M. Postsynthetic modification of metal–organic frameworks // *Chemical Society Reviews*. – 2009. No 38 (5). P. 1315–1329.



## РАЗРАБОТКА СУСЛОВАРОЧНОГО КОТЛА В ПИВОВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Гусев Н.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

p.niki1997@bk.ru

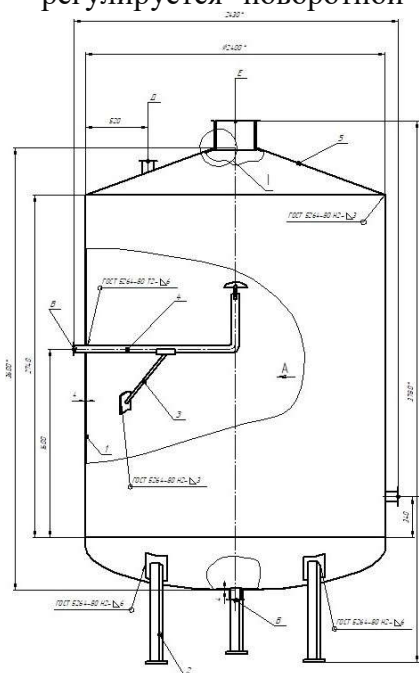
Научный руководитель: Афонин С. Б.

В сусловарочном котле происходит кипячение сусла с хмелем для стерилизации сусла, стабилизации и ароматизации его состава горькими веществами хмеля. Сусловарочный котел представляет собой цилиндрический сосуд с двойным сферическим днищем, образующим паровую рубашку, предназначенную для нагревания и кипячения сусла. Греющий пар проводится в рубашку в нескольких местах из кольцевого паропровода; конденсат отводится из рубашки также в нескольких местах в конденсатоотвод. Неконденсирующиеся газы из рубашки периодически удаляются в атмосферу по трубке.

На куполообразной крышке имеется вытяжная трубка с кольцевым желобком и трубкой для сбора и отвода в канализацию конденсата, образующегося в вытяжной трубе. Тяга в вытяжной трубе регулируется поворотной заслонкой посредством лебедки. На крышке котла имеется также смотровой люк с раздвижными дверцами. Пропеллерная мешалка приводится в движение электродвигателем через редуктор.

Сусловарочный котел имеет существенный недостаток: получаемый в нем при кипячении сусла вторичный пар не используется и удаляется в атмосферу через вытяжную трубу. Теплосодержание же вторичного пара очень мало отличается от теплосодержания греющего пара, поэтому экономичность сусловарочного котла очень низка.

Но, при этом сусловарочный котел бережно готовит продукты: сохраняет больше витаминов, минеральных и органических веществ, нагревает содержимое рабочего бака, равномерно нагревает внутреннюю ёмкость, поэтому густые растворы не пригорают.



# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТАБИЛЬНОГО ЖЕЛТОГО КОРРИНОИДА С АМИНОКИСЛОТАМИ

Денисова Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [hcc@isuct.ru](mailto:hcc@isuct.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Сальников Д. С. (ИГХТУ)

Витамин В<sub>12</sub> – группа кобальтсодержащих биологически активных веществ, называемых кобаламинами. Это соединение получило название *кобаламин* благодаря присутствию в его молекуле иона кобальта и амидного азота [1]. Производными витамина В<sub>12</sub> являются стабильные желтые корриноиды, свойства которых практически не изучены. Нами синтезировано одно из указанных соединений (рис. 1).

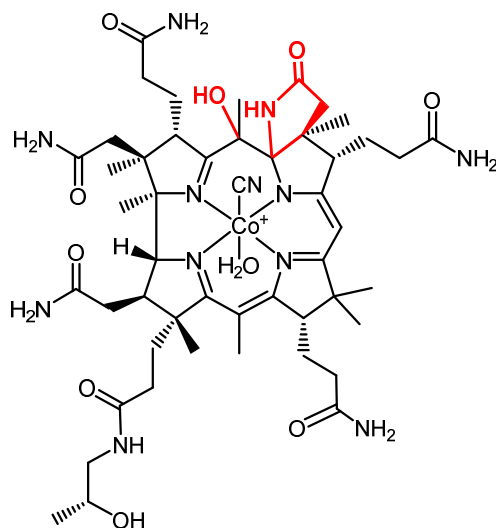


Рис. 1 - Химическое строение стабильного желтого корриноида (СЖК)

Установлено, что синтезированный СЖК стабилен в диапазоне рН 4 – 12 в течение 12 часов при комнатной температуре в аэробных условиях. Изучено взаимодействие СЖК с алифатическими (глицин, глутамин) и серосодержащими (цистеин) аминокислотами. При рН > 9,2 образуется комплекс стабильного желтого корриноида с алифатическими аминокислотами, который распадается с образованием исходных веществ при снижении рН до 7,0. Реакция с цистеином также сопровождается образованием комплекса стабильного желтого корриноида с данной аминокислотой при рН > 4. Однако такой комплекс не стабилен и распадается с образованием восстановленного стабильного желтого корриноида и цистина.

1. Березовский, В.М. Химия витаминов / Березовский, В.М; под общ. ред. Калменса Р.И., Беликовой Л.С. – 2-е изд. – М. : Пищевая промышленность 1973. – 634 с.

# СОРБЦИЯ ИОНОВ Cu(II) ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Дзюбина А. А., Смирнова Н.Э.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
kent4\_95@mail.ru

Научный руководитель: д.х.н., профессор Никифорова Т. Е. (ИГХТУ)

Состояние окружающей среды – одна из самых актуальных общемировых проблем современности. Влияние человеческой деятельности на окружающую среду необычайно возросло. Загрязнение почв, воздушного и водного бассейнов, а также ущерб, наносимый животному и растительному миру, вызывают серьезную озабоченность у ученых, прежде всего потому, что все эти нарушения вызывают неблагоприятные изменения в окружающей среде, что в свою очередь, ведет к проблеме обеспечения человека безопасными продуктами питания и питьевой водой. Удаление ионов тяжелых металлов из сточных вод имеет особое значение из-за их экстремального воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

Целью данной работы является модифицирование хлопковой целлюлозы для получения целлюлозосодержащего сорбента, обладающего высокими сорбционными характеристиками для эффективной очистки водных сред от ионов тяжелых металлов.

Проведено исследование влияния модифицирования на сорбционные характеристики полученного сорбента. Модифицированию подвергалась хлопковая целлюлоза, в роли модифицирующих агентов выступали эпихлоргидрин и диэтилентриамин.

Определение концентрации ионов Cu(II) до и после сорбции в растворах определялось на атомно-абсорбционном спектрометре 210VGP. Кинетику сорбции ионов Cu(II) исследовали в статических условиях при перемешивании методом ограниченного объема раствора. Для установления времени достижения сорбционного равновесия были сняты кинетические кривые сорбции ионов металла из водного раствора сульфата меди нативной и модифицированной целлюлозой. Обнаружено, что время достижения сорбционного равновесия в гетерогенной системе «водный раствор CuSO<sub>4</sub> – модифицированный сорбент» сократилось по сравнению с исходным образцом целлюлозы и составило 15 минут. Для определения порядка реакции экспериментальные данные были обработаны с использованием кинетических моделей, наиболее часто применяемых исследователями при анализе кинетических данных – моделей кинетики псевдо-первого и псевдо-второго порядков. Обнаружено, что модель кинетики сорбции псевдо-второго порядка более точно (с коэффициентом корреляции 0,99) описывает процесс сорбции ионов меди. Для определения предельной сорбционной емкости ( $A_{\infty}$ ) исходной и модифицированной целлюлозы в гетерогенной системе «водный раствор – сорбент» были получены изотермы сорбции ионов Cu(II) из водного раствора CuSO<sub>4</sub> при 293 К. При сравнении значений  $A_{\infty}$  для нативной и модифицированной целлюлозы, можно сделать вывод, что модификация хлопковой целлюлозы эпихлоргидрином и диэтилентриамином привела к заметным изменениям целлюлозы и появлению в ее структуре новых сорбционно активных NH<sub>2</sub>- групп. Для подтверждения произошедших изменений выполнен элементный анализ, а также получены ИК- спектры образцов нативной и модифицированной целлюлозы, которые подтверждают, что в результате модифицирования происходит появление аминогрупп в структуре волокон.

Таким образом, целлюлоза, модифицированная эпихлоргидрином и диэтилентриамином, обладает хорошими равновесно-кинетическими характеристиками и может быть использована для очистки воды от ионов тяжелых металлов.

*Статья выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-03-00221.*

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

## ГИДРОЛИЗ ЛЬНЯНОГО МАСЛА ПРЕПАРАТОМ "LIPEX 100 T"

Ещенко А. Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[eshchenko.nastya@mail.ru](mailto:eshchenko.nastya@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Петрова С. Н.

Растительные масла и продукты их синтеза используются во многих отраслях промышленности. Практически важным процессом переработки растительных масел является их ферментативный гидролиз. Энзимный гидролиз, в отличие от химического, позволяет получать свободные жирные кислоты, моноацилглицериды, диацилглицериды, а также проводить модификацию масел с целью повышения их биологической эффективности при более мягких условиях [1]. В зависимости от природы масла образуются как насыщенные, так и различные ненасыщенные жирные кислоты. Большую ценность для организма человека представляют омега-3 жирные кислоты, в частности  $\alpha$ -линоленовая кислота, которая не синтезируется в организме человека [2]. Экологичным и недорогим источником линоленовой кислоты служит льняное масло, содержание  $\omega$ -3-ПНЖК ( $\alpha$ -линоленовой кислоты) в котором составляет 35 – 65 % к сумме кислот [3].

Цель данной работы состояла в проведении энзимного гидролиза льняного масла в системе "масло:вода" в отсутствие химических эмульгаторов. В качестве катализатора использовался коммерческий ферментативный препарат липазы из *Candida rugosa* "Lipex 100 T". В процессе работы было изучено влияние количества вносимого фермента на кинетические характеристики гидролитического процесса. Условия проведения процесса: температура 37 °С, массовое соотношение "масло:вода" 1:1, скорость перемешивания 100 об/мин. Обнаружено, что глубина протекания гидролиза возрастает с увеличением концентрации фермента в реакционной смеси. Наибольший выход гидролиза отмечен при концентрации фермента 3,0 мг.

Работа направлена на решение проблемы модификации растительных жиров с целью повышения их пищевой и биологической ценности путем регулирования их жирно-кислотного состава. Полученные результаты могут быть использованы при получении  $\alpha$ -линоленовой кислоты и других продуктов ферментативного гидролиза льняного масла, которые широко используются в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности в виде нутрицевтиков, пищевых добавок и эмульгаторов.

1. Зиновьева М. Е., Гамаюрова В. С., Шнайдер К. Л. Гидролиз оливкового масла, осуществляемый липазой в бездетергентных эмульсиях. Сборник науч. трудов "Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов"; под ред. В. А. Полякова, Л. В. Римаревой. М.: ВНИИПБТ. – 2016. – С.164 – 168.

2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации 2.3.1.2432–08. М., – 2008. – 40 с.

3. Castejon N., Moreno-Perez S., Silveira E. A. Synthesis of omega-3 ethyl esters from chia oil catalyzed by polyethylene glycol-modified lipases with improved stability // Food Chemistry. – 2019. – P. 433 – 439.

# СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОКТАПИРИДИЛЗАМЕЩЕННОГО КОМПЛЕКСА КОРРОЛАЗИНА С P(V)

Кадыкова Д.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
dashadaryafly@gmail.com

Научный руководитель: к.х.н. Иванова С.С., к.х.н. Сальников Д.С.

Корролазины (триазакорролы), Cz, – «сжатые» аналоги порфиразинов (Pz), в которых отсутствует один из *мезо*-атомов азота. Более высокая валентность и меньший по сравнению с Pz размер координационной полости позволяют корролазинам образовывать устойчивые комплексы с элементами высшей степени окисления [MCz] (M=Mn<sup>V</sup>O, Cu<sup>III</sup>, Fe<sup>IV</sup>, P<sup>V</sup> *etc.*). По сравнению с Pz аналогами, комплексы (тетрабензо)корролазинов более эффективны в качестве фотосенсибилизаторов, материалов органической фотовольтаики, нелинейной оптики и др. [1]. Они могут рассматриваться как модельные соединения природных Oх-Red ферментов, например, принимающих участие в реакциях переноса O- и H-атомов [2].

В данной работе нами был получен фосфорный комплекс октакис(2-пиридил)корролазина P<sub>у8</sub>CzP(OH)<sub>2</sub> при взаимодействии безметалльного октапиридилпорфиразина P<sub>у8</sub>PzH<sub>2</sub> с PBr<sub>3</sub> в кипящем пиридине. Полученный комплекс был очищен методом колоночной хроматографии, охарактеризован спектральными методами, изучена его способность к флуоресценции.

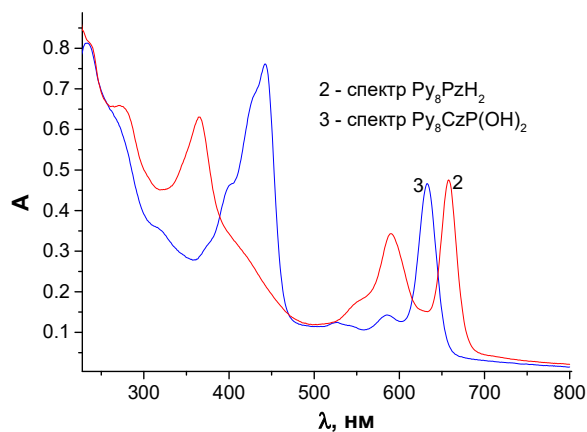
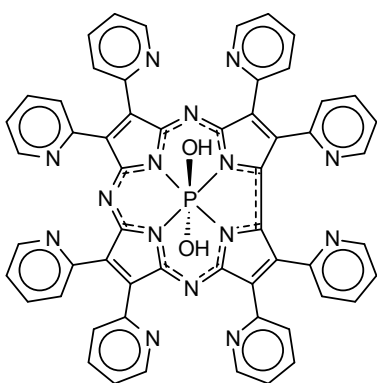


Рис. 1. ЭСП октапиридилпорфиразина и комплекса октапиридилкорролазина с P(V) в пиридине.

1. Zhang X.-F. Coord. Chem. Rev. 2015, 285, 52-64.
2. Joslin E.E., Zaragoza J.P.T., Baglia R.A., Siegler M.A., Goldberg D.P. Inorg Chem., 2016, 55, 8646-8660.

Авторы благодарят РФФ за финансовую поддержку исследований (грант № 17-15-01522). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЙОДА В ОБОГАЩЕННЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ

Кулакова Е.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[katrin.kulakova@yandex.ru](mailto:katrin.kulakova@yandex.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Иванова С.С. (каф. ТПП и БТ)

Йододефицит – расстройства, вызванные нехваткой йода в организме. Йододефицитные заболевания рассматриваются Всемирной организацией здравоохранения как наиболее распространенные во всем мире заболевания неинфекционного характера. Особо опасен йодный дефицит для интеллектуального развития детей. В связи с этим, разработка продуктов, обогащенных йодом, становится довольно актуальной.

Цель нашей работы – разработать рецептуру сахарного печенья, обогащенного йодом, и проанализировать стабильность йода в условиях хранения.

В качестве источников йода использовались йодированные казеины («органический» йод) и порошок ламинарии. Органолептические показатели полученных образцов печенья в целом удовлетворяют требованиям стандарта, однако введение морской капусты придает изделиям специфический аромат и вкус.

В качестве метода измерения массовой доли йода был выбран метод катодной инверсионной вольтамперометрии. Полученные образцы содержали йод в количестве до 2 мг/кг (100 г печенья удовлетворяет суточную потребность взрослого человека). Однако в течение уже первых двух недель содержание йода в образцах, содержащих йодказеин, значительно сокращалось (на 30-35%).

Стабильность йода в образцах с ламинарией оказалась выше (на 25-27 %), что, возможно, объясняется более высокой степенью устойчивости комплексов йода с углеводными компонентами водорослей.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИФТАЛОЦИАНИНАТОВ ЛЮТЕЦИЯ И ГАДОЛИНИЯ В КАЧЕСТВЕ СЕНСОРОВ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХОЛЕСТЕРИНА

Кулёв В.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[vyacheslav.kulev@mail.ru](mailto:vyacheslav.kulev@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Кудрик Е.В.

Одной из актуальных проблем современной пищевой химии является разработка экспресс методов определения природных соединений, играющих важнейшую роль в процессах обеспечения жизнедеятельности и влияющих на качество пищевых продуктов. Одним из таковых является холестерин.

Нами исследовано взаимодействие холестерина с дифталоцианинатами лютеция и гадолия. Показано, что в области концентраций от 5 до 25 мкмоль/л дифталоцианинат гадолия является эффективным сенсором для количественного определения холестерина с использованием электронной и флуоресцентной спектроскопии (рис 1).

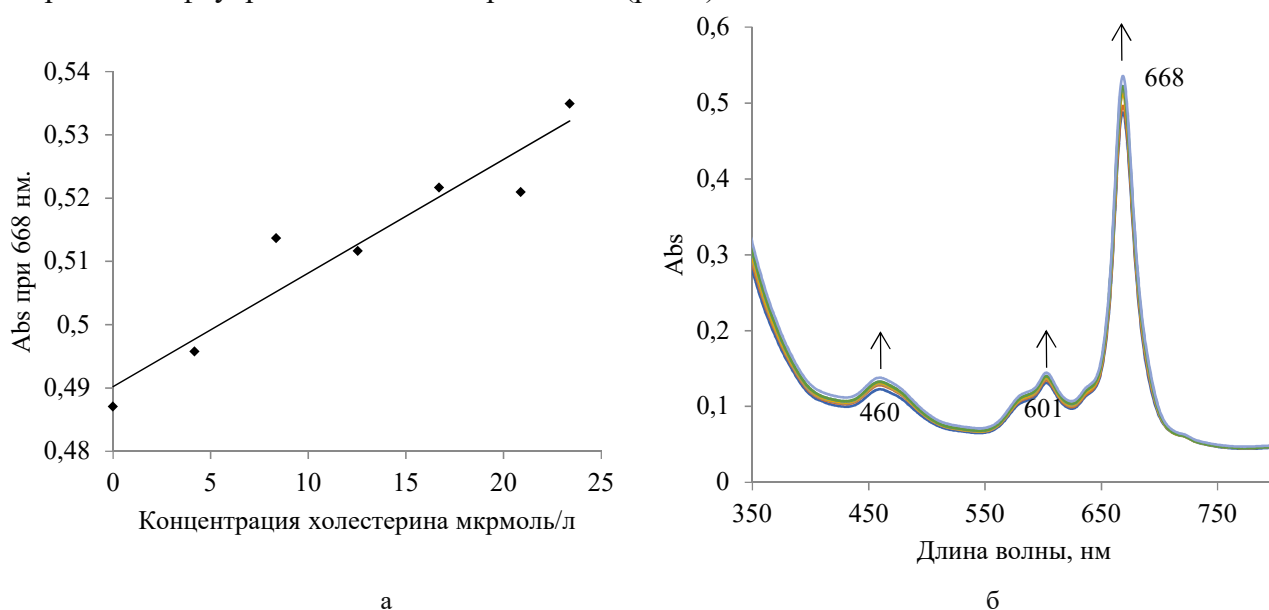


Рисунок 1 – Зависимость интенсивность поглощения(а) и спектральные изменения(б) раствора дифталоцианината гадолия от концентрации холестерина.

Синтез фотосенсоров осуществлялся известными методами, а их строение подтверждено с использованием методов УФ, флуоресцентной спектроскопии и масс спектрометрии. Как следует из рисунка 1, в случае использования сэндвичевого комплекса с гадолинием удаётся определять содержание холестерина в концентрациях от 4 до 25 мкм/л. Реакция является воспроизводимой и погрешность в определении не превышает 5 % в параллельных опытах.

Важно отметить, что данный метод позволяет определить концентрацию холестерина в органических растворителях, например, в дихлорметане, в то время как наиболее распространённые ферментативные методы применимы лишь в водных растворах, например, в сыворотке крови. Использование этого метода в практических целях подтверждено тем, что нам удалось определить концентрацию холестерина в свином сале, значение которой полностью соответствует данным, приведённым в литературе.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТВЕРДЫХ ТРИГЛИЦЕРИДОВ В ЗАМЕНИТЕЛЯХ МОЛОЧНОГО ЖИРА

Куликова А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[kulikova.shyaa@mail.ru](mailto:kulikova.shyaa@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Степычева Н. В. (ИГХТУ)

В настоящее время пальмовое масло является самым распространенным жиром, присутствующим во многих пищевых продуктах, и часто входит в состав заменителей молочного жира (ЗМЖ). Пальмовое масло и его фракции (стеарин и олеин) имеют разный жирно-кислотный состав, а также разные физико-химические свойства. Поэтому при составлении жировой основы ЗМЖ большое влияние имеет правильное соотношение компонентов сырья, где также учитываются физико-химические показатели, такие как: температура плавления, твердость, пластичность и другие.

Целью данной работы являлась оценка влияния содержания твердых триглицеридов (ТТГ) в ЗМЖ на консистенцию готового продукта.

Содержание ТТГ определяют при температурах 10; 20; 25; 30; 35 или 40 °С. Как правило, кривая плавления соотносится с физическими свойствами масложировых продуктов за пределами области используемых температур. Массовая доля ТТГ имеет большое значение для понимания потенциальных технологических свойств ЗМЖ:

- 10 °С – показатель способности к формованию и намазываемости при температурах холодильной камеры;
- 20 °С – показатель термоустойчивости продукта при комнатной температуре и отсутствия выделения жидкого жира;
- 30 °С – показатель вкусовых характеристик или таяния во рту. Чем меньше значение ТТГ при данной температуре, тем лучше будет таять жир, не оставляя послевкусия и восковитости во рту.

Различные триглицериды, присутствующие в жирах и маслах, являются основными блоками, определяющими функциональные свойства. Важнейшими функциями жиров и масел в пищевых продуктах являются смазывающая способность и образование структуры. Смазывающая способность характеризует придаваемую мягкость, жирность пищевых продуктов и улучшение органолептических характеристик, а также она способствует ощущению сытости после еды. Структурные свойства жиров и масел влияют на консистенцию пищевых продуктов, обеспечивая аэрирование, взбиваемость, характер плавления, намазываемость, удерживание влаги, барьерные свойства по отношению к влаге и другие функциональные возможности. Функциональные свойства масложировых продуктов могут быть непосредственно связаны с типами присутствующих триглицеридов.

На показатели твердости и пластичности существенное влияние оказывает природа жирных кислот (ЖК), входящих в триглицериды, а также положение, в котором находится та или иная ЖК, соединившаяся с глицерином. В случае использования сырья с достаточно большим количеством ТТГ, образованных пальмитиновой кислотой, ЗМЖ будет иметь повышенную твердость и даже хрупкость. Твердая фракция триглицерида состоит из высокоплавкой и легкоплавкой частей, соотношение и свойства которых влияют на некоторые физические показатели жиров, в частности, на их температуру плавления и твердость. Наличие в масле и жире значительного количества легкоплавких ТТГ, содержащих лауриновую и миристиновую кислоты, повышает их пластичность и улучшает органолептические свойства продукта. В случае использования сырья, состоящего из ТТГ пальмитиновой и олеиновой кислот, при комнатной температуре ЗМЖ будет иметь полутвердую консистенцию.



# МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТОКОФЕРОЛОВ МЕТОДОМ ВЭЖХ

Максимова И. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru)(psn903@mail.ru)

Научный руководитель: доцент, к. х. н., Петрова С. Н.

Биологически активные вещества - вещества, вырабатываемые организмом или получаемые им извне и оказывающее либо стимулирующее, либо подавляющее воздействие на происходящие в организме процессы. К биологически активным веществам относятся гормоны, ингибиторы, ферменты, фитогормоны, витамины и др.

Витамины — это низкомолекулярные органические соединения, необходимые для осуществления механизмов ферментативного катализа, нормального течения обмена веществ, поддержания гомеостаза, биохимического обеспечения всех жизненных функций организма.

Витамин Е – группа природных соединений, включающая в себя ряд токоферолов ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -), токотриенолы, изомеры и производные. [1]. Токоферолы легко вступают во взаимодействие со свободными радикалами и активными формами кислорода, чем определяются их антиоксидантные свойства. В последнее время намечается перспектива замены ряда синтетических антиоксидантов на смесь натуральных форм токоферола, поэтому применение витамина Е как антиоксиданта для пищевых, косметических и других продуктов является актуальным.

Пробоподготовка применяемых в настоящее время методик определения витамина Е в пищевых продуктах заключается в омылении анализируемой пробы спиртовым раствором щелочи и экстрагировании витамина Е диэтиловым или петролейным эфиром с последующим перерастворением в подвижной фазе [2]. Условия проведения анализа являются достаточно жесткими, поскольку гидролиз осуществляется при высокой температуре [3], а также вероятны потери витамина из-за многократного перерастворения пробы в различных растворителях.

Целью настоящей работы является модернизация методики определения содержания токоферолов, подбор оптимальных условий для проведения анализа.

В работе предложен модифицированный метод подготовки пробы анализируемого образца, который включает в себя выдержку гексанового раствора маслосодержащей пробы при низкой температуре и последующее его центрифугирование. Данная обработка позволяет максимально отделить жировую фракцию пробы, а также сократить потери витамина на стадии подготовки проб. Определение индивидуальных токоферолов осуществляли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии методом внешнего стандарта.

В качестве анализируемого образца использовали контрольный образец свиного жира с искусственно введенным маслом из соевых бобов, содержащим натуральные формы токоферолов. Полученные пики соответствуют пикам стандартов, поскольку время удержания анализируемых веществ совпадает со временем удержания стандартных растворов, что позволяет количественно определить содержание токоферолов в анализируемом образце. Степень извлечения определяемого компонента из данного типа матрицы составила порядка 100 %.

Полученная концентрация изомеров токоферолов в образце жира соответствовала заявленной, что говорит о корректности предлагаемой методики определения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Parrish, D. B., Determination of vitamins in foods – a review / D. B. Parrish // Department of Biochemistry Kansas State University Manhattan, Kansas – 1980. – P.161 – 165.
2. Лакиза Н. В., Анализ пищевых продуктов / Н. В. Лакиза, Л. К. Неудачина // Екатеринбург. Издательство Уральского университета – 2015.
3. Журавлева Л. Н., Связь между изомерным составом токоферолов и длительностью фритюрного жарения масел / Л. Н. Журавлева // Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и аспирантов. Краснодар. - 2014. – С. 147 – 148.

# ВЛИЯНИЕ БЫЧЬЕГО СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА НА РЕДОКС РЕАКЦИИ С УЧАСТИЕМ КОБАЛАМИНОВ

Малышева М. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[mariya.malysheva2017@yandex.ru](mailto:mariya.malysheva2017@yandex.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Деревеньков И. А. (ИГХТУ)

Сывороточный альбумин является наиболее распространенным белком плазмы крови [1]. Помимо участия в поддержании рН крови, он участвует в связывании и переносе различных эндо- и экзогенных соединений: жирных кислот, стероидов, порфиринов и т.д. [2]. Установлено, бычий сывороточный альбумин (БСА) способен взаимодействовать с кобаламинами (Cbl) – самыми распространенными в живых объектах комплексами кобальта с корриновым макроциклом, 5,6-диметилбензимидазольным нуклеотидом (нижний аксиальный лиганд) и различными группами, находящимися в верхнем аксиальном положении. В частности, показано, что БСА с высокой скоростью связывает аква- и цианокобаламины без замещения верхнего аксиального лиганда. В ходе последующей более медленной стадии происходит замещение молекулы воды в аквакобаламине и образование комплекса с аминогруппой БСА. Реакция аквакобаламина с БСА, содержащим восстановленные дисульфидные связи, приводит к образованию тиолатного комплекса, который разрушается до кобаламина(II) и тиольного радикала [3].

Целью данной работы являлось изучение влияния БСА на редокс реакции с участием аквакобаламина ( $H_2OCbl$ ). В качестве восстановителей были выбраны аскорбиновая кислота и селеноцистеин, которые восстанавливают  $Co(III)$  до  $Co(II)$ .

Установлено, что одновременное добавление БСА и аскорбиновой кислоты к  $H_2OCbl$  приводит к его полному восстановлению до  $Cbl(II)$  со скоростью, которая совпадает со скоростью реакции, протекающей в отсутствие БСА. Однако предварительная выдержка  $H_2OCbl$  с БСА меняет маршрут реакции: в ходе первой стадии часть  $Cbl(III)$  восстанавливается до  $Cbl(II)$  с той же скоростью, как и в случае отсутствия выдержки  $H_2OCbl$  с БСА, а оставшаяся часть  $Cbl(III)$  переходит в  $Cbl(II)$  в течение нескольких часов. Это указывает на то, что комплекс БСА с  $H_2OCbl$  восстанавливается аскорбиновой кислотой с той же скоростью, что и свободный  $H_2OCbl$ , тогда как аминокс-комплекс  $Cbl(III)$  более инертен в редокс реакциях.

Показано, что реакция  $H_2OCbl$  с селеноцистеином в присутствии БСА (без предварительной выдержки с  $H_2OCbl$ ) протекает медленнее чем восстановление в отсутствие альбумина. Это связано с участием селеноцистеина во взаимодействии с дисульфидными связями БСА.

3. Peters J.T., Stewart A.J. Albumin research in the 21st century // *Biochim. Biophys. Acta.* – 2013. – Vol. 1830. – P. 5351-5353.
4. Sułkowska A. Interaction of drugs with bovine and human serum albumin // *J. Mol. Struct.* – 2002. – Vol. 614. – P. 227-232.
5. Dereven'kov I.A., Hannibal L., Makarov S.V., Makarova A.S., Molodtsov P.A., Koifman O.I. Characterization of the complex between native and reduced bovine serum albumin with aquacobalamin and evidence of dual tetrapyrrole binding // *J. Biol. Inorg. Chem.* – 2018. – Vol. 23. – P. 725-738.

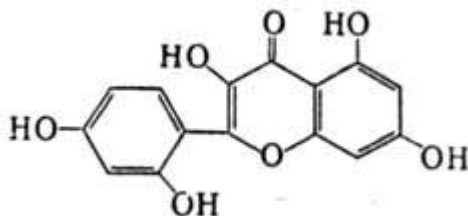
# ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЛИЯНИЕ pH СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ФЛАВОНОИДА МОРИНА КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА

Мамедов Д.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
dzhamaladdin111@mail.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Кудрик Е.В. (ИГХТУ)

Морин (М) это природный флавоноид, содержащийся в экстракте дерева *Morus tinctoria* L. (красильное тутовое дерево).



Используют М. для фотометрич. определения Th, флуоресцентного - Be (в присут. восстановителей), Zr, Al; экстрак-ционн-флуорометрического-Ta (в присутствии  $H_2O_2$ ) и Nb; в качестве кислотно-основного индикатора (переход окраски от зеленой при pH 3,1-4,4 к желто-зеленой при pH 8-9,8); металлохромного-для определения V(V); металлофлуорес-центного-для определения металлов в количествах 10-200 мкг. В качестве титрантов используют ЭДТА и NaF. Соед. Cr(III) и Cu(II) определяют по тушению флуоресценции комплекса М. с Be, а F-,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$  -по тушению флуоресценции комплекса М. с Th или Al. М. образует с Al, Zr, Be, Mg и др. окрашенные лаки, с элементами III и IV гр.-прочные комплексы, флуоресцирующие при дневном свете.

Морин зачастую используют в качестве стандарта для определения качества синтетически моющих веществ и отбеливателей, поэтому реакция его окисления изучаются достаточно интенсивно. Нами исследовано его взаимодействие с кислородом воздуха в буферных растворах с различной pH. Показано что в сильно щелочных растворах морин окисляется в отсутствие катализатора, при этом при понижении щелочности устойчивость соединения к окислителю резко возрастает, а при pH 8 реакция не протекает вовсе. Получена зависимость скорости реакции от pH среды и однозначно установлено, что соединение вступает в реакцию окисления лишь в форме дианиона. Приведены количественные характеристики изученных реакция, и сделаны выводы об их механизме.

## СУБФТАЛОЦИАНИНАТ БОРА(III) КАК ХРОМОГЕННЫЙ СЕНСОР НА ЦИАНИД-АНИОНЫ

Марова А.А., Фомина А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[annamarova1995@mail.ru](mailto:annamarova1995@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент, Иванова С.С.

Субфталоцианины – низшие гомологи фталоцианинов, состоящие из трех изоиндольных фрагмента. Впервые они были получены) еще в 1972 г. при самоциклизации фталонитрила в присутствии галогенида бора. Субфталоцианинаты бора проявляют интересные спектральные свойства и обнаружили практически полезные свойства разных областях – органической фотовольтаике, в нелинейной оптике, в качестве химических сенсоров, фотосенсибилизаторов и др. [1].

Нами было обнаружено, что SubPcB способен избирательно детектировать токсичные цианид анионы. Сенсорная способность BSubPc была изучена для его растворов ( $8 \cdot 10^{-6}$  моль/л) в ацетонитриле в присутствии 100 эквивалентов фторид, бромид, гидроксид, цианид, цианат, тиоцианат, дигидрофосфат и ацетат анионов. В присутствии большинства анионов растворы субфталоцианината имеют розовый цвет, который сохраняется длительное время. Показано, что SubPcB чувствителен к  $CN^-$  и способен «распознавать» их, что проявляется в мгновенном обесцвечивании розового раствора субфталоцианата и гашению Q-полосы и полосы Core в его электронном спектре поглощения в присутствии цианид анионов. В случае F- также наблюдалось взаимодействие  $14 \text{ pi}$  электронной системы хромофора с анионами, однако намного более слабое, чем в случае  $CN^-$ . В присутствии остальных анионов обесцвечивания раствора SubPcB не наблюдалось.

1. M.M. Necedova et al. / *Dyes and Pigments* 130 (2016) С. 24-36.

# ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ И РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПИВНОГО СУСЛА

Масева О.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[maseva.olga@yandex.ru](mailto:maseva.olga@yandex.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Кудрик Е.В.

Пиво представляет собой игристый, освежающий напиток с характерным хмелевым ароматом и приятным горьковатым привкусом и насыщенным углекислым газом, образовавшимся в процессе брожения [1]. Определяющей стадией для высокого качества конечного продукта в производстве пива является приготовление начального сусла [2]. Она заключается в смешивании солода с водой и постепенном нагревании полученной смеси. При этом протекают процессы ферментативного гидролиза компонентов солода. В связи с вышесказанным, качество воды и соблюдение условий технологического процесса являются основополагающими в процессе приготовления начального сусла.

В рамках данной магистерской работы нами был проведен ряд экспериментов. В ходе первого эксперимента, было изучено влияние воды различного качества (водопроводная, талая, дистиллированная, питьевая, фильтрованная через катионит и анионит) на экстрактивность пивного сусла и количество редуцирующих сахаров. В ходе второго эксперимента, было устанавливалось влияние изменений технологических условий (механическое перемешивание) на процессе затирания.

Оказалось, что сусло сваренное на воде, профильтрованной через слой катионита КУ-2-8 (по экстрактивности (8,146 %), рН (5,438) и количество редуцирующих сахаров (27,36 мг/100 мл сусла по мальтозе) является наиболее оптимальным по сравнению другими экспериментами. При исследовании влияния процессов перемешивания на качество сусла наилучшие результаты (экстрактивность - 9,751 %; рН - 5,352 и количество редуцирующих сахаров - 34,2 мг/100 мл сусла по мальтозе)- получены при использовании применяемой на предприятии технологии, т.е. при перемешивании на белковой и мальтозной паузе.

1. Ермолаева Г. А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: учебник для начального профессионального образования. М.: Академия, 2000. 416 с.
2. Тихомиров В. Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производства. М.: Колос, 1999. 448 с

## ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

Минеева Е. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

elena\_mineeva512@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Петрова С. Н.

Глицериды – сложные эфиры глицерина и жирных кислот – широко распространены в природе, отличаются значительным разнообразием и представляют практический интерес во многих областях деятельности человека. Гидролиз глицеридов катализируется ферментами липазами, которые получают из растений, животных, а также из природных и рекомбинантных микроорганизмов. Липазы находят широкое применение во многих областях, включая лечебную и диагностическую медицину, пищевую, косметическую и бумажную промышленности, производство детергентов и органический синтез.

В последнее время большую значимость приобретают липазы, полученные из микроорганизмов, так как они имеют ряд преимуществ. Во-первых, представителей таких липаз существует достаточно много, и имеются возобновляемые и широкодоступные источники их получения. Во-вторых, липазы микроорганизмов имеют более широкий рН и температурный диапазон действия по сравнению с липазами животных и растений. В-третьих, липазы микроорганизмов достаточно удобны с точки зрения использования в биотехнологии.

В ходе проведенной работы был изучен процесс ферментативного гидролиза подсолнечного масла с использованием препарата липазы из *Candida rugosa* в системе «масло-вода» в отсутствие химических эмульгаторов при температуре 37 °С. Определено влияние количества воды в гетерогенной системе на кинетические характеристики процесса. На рисунке представлены экспериментальные результаты по накоплению жирных кислот в ходе энзимного гидролиза подсолнечного масла.

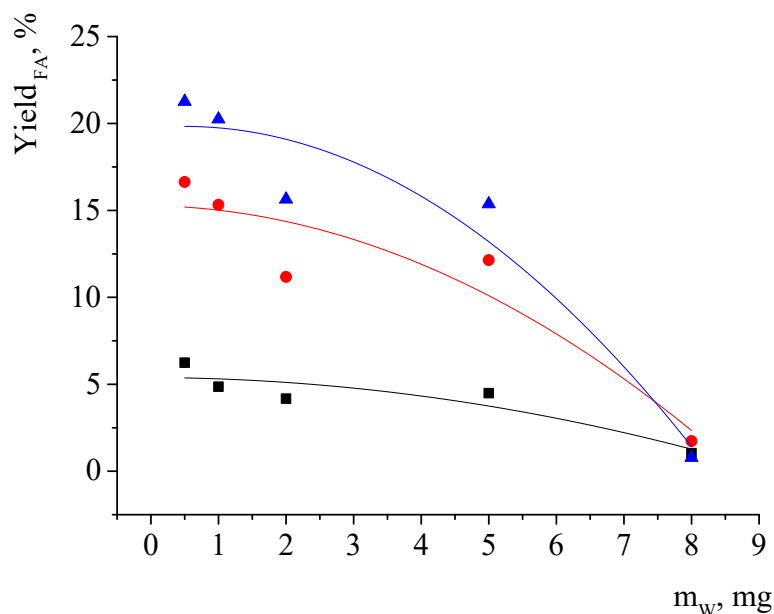


Рисунок – Зависимость выхода жирных кислот от массы воды в системе при различном времени гидролиза: ■ – 50 мин; ● – 200 мин; ▲ – 350 мин

С увеличением количества воды в системе выход жирных кислот уменьшается. Это связано с тем, что повышенное содержание воды приводит к быстрому расслоению эмульсии и к уменьшению поверхности раздела фаз, на которой протекает гидролиз, что снижает эффективность процесса.

## КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ СЕЛЕНИТА И ТИОЛОВ

Молодцов П. А., Деревеньков И. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
tyrtere1995@gmail.com

Научный руководитель: д. х. н., профессор Макаров С. В.

Селен относится к жизненно важным микроэлементам, одним из источников которого являются неорганические соли – селениты и селенаты. Селениты ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) встречаются в ряде пищевых продуктов и используются в витаминно-минеральных композициях. Известно, что селениты взаимодействуют с тиолами, сероводородом, аскорбиновой кислотой, дитионитом натрия и другими восстановителями. Главным маршрутом биологического восстановления селенита являются реакции с тиолами. Состав и свойства интермедиатов этих реакций, однако, изучены слабо.

В настоящей работе с использованием спектрофотометрического метода исследована первая стадия реакции селенита и тиолов (глутатиона, тиогликолевой кислоты, 2-меркаптоэтанола) в водных растворах различной кислотности. Показано, что реакции с указанными тиолами протекают обратимо с образованием промежуточных соединений  $\text{RS-SeO}_2^-$ , имеющих максимум поглощения при 259 нм. Доказано, что реакции протекают по двум маршрутам: замещения HO-группы в  $\text{SeO}_3\text{H}$  тиолат-анионом и замещения HO-группы в селенистой кислоте тиолом. Установлено, что в кислой среде эти соединения протонируются, образуя кислоты  $\text{RS-SeO}_2\text{H}$ ; определены величины  $\text{pK}_a$  этих кислот. Определены кинетические параметры реакции образования  $\text{RS-SeO}_2^-$  ( $\text{RS-SeO}_2\text{H}$ ). Показано, что стабильность этих соединений уменьшается при увеличении концентрации тиола и повышении pH.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОМАДНЫХ КОНФЕТ

Морева М.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[moreva.m.yu@mail.ru](mailto:moreva.m.yu@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Иванова С.С. (ИГХТУ)

Помадные конфеты – традиционный продукт, составляющий весомую долю на рынке кондитерских изделий. Сахарные помадные массы получают из пересыщенного сахарного сиропа с добавлением антикристаллизатора (патоки) и имеют однородную мелкокристаллическую структуру. Простые в своем изготовлении, они открывают широкий простор для создания абсолютно новых нестандартных решений или модернизации на основе уже проверенных временем и любимых потребителем рецептур.

Сегодня на первый план выходит не только снижение себестоимости продукции и поиск решений, позволяющих максимально сократить производственные расходы, а увеличение пищевой ценности продукта и снижение доли сахара и животных жиров. В технологии помадных конфет был взят курс на повышение их пищевой ценности. В ходе модернизации было предложено множество необычных идей [1,2,3]. Это и использование растительного сырья в виде экстрактов и шротов, и различного фруктового и овощного сырья в виде подварок, пюре, концентратов и порошков. Однако, предпочтение отдается доступным сырьевым компонентам, произрастающим в местном регионе. Кроме того, широко известна проблема «черствения» помадных корпусов, ввиду высыхания и снижения доли жидкой фазы. Таким образом, интерес вызывает использование фруктового сырья, богатым пищевыми волокнами (например, пектином), которые, с одной стороны, способны замедлять процессы высыхания помадных масс, а с другой, содержит функциональные компоненты.

В исследовании было отдано предпочтение черной смородине. Данная ягода не только обладает приятным кислым вкусом, но и является богатым источником аскорбиновой кислоты, пектина, а также природных красителей.

Для приготовления помадных масс сырье из черной смородины вносилось в виде подварки и концентрированных сиропов в разном рецептурном соотношении. В качестве антикристаллизатора для приготовления контрольного и опытных образцов использовалась высокоосахаренная патока. Полученные результаты показали, что структурообразование образцов происходит при количестве подварки не более 2 % к массе сахара. Также, для приготовленных образцов были проведены органолептическая оценка опросным методом, определение массовой доли сухих веществ, скорость высыхания образцов. Оценивались такие показатели как: вкус, цвет, послевкусие, консистенция, форма, запах. На основании результатов органолептической оценки были построены профилограммы для образцов с содержанием подварки 0,5 и 2 % к массе сахара. Массовая доля сухих веществ определялась рефрактометрическим методом. Показано, что внесение ягодного сырья (от 0,5 до 2%) замедляет процесс черствения помадных масс на  $3,0 \pm 0,5\%$  в течение 30 дней хранения.

1. Магомедов Г.О., Шевцов А.А., Острикова Е.А. Разработка технологии помадных конфет повышенной пищевой ценности на основе обжаренного цикорного полуфабриката // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. Пищевая биотехнология. – 2014. – №4. – С. 129-134.
2. Сквиря М. А. Разработка технологии помадных конфет с использованием листьев грецкого ореха: Автореферат дис. канд. техн. наук. Краснодар, 2008. – 24 с.
3. Ходак А.П., Савенкова Т.В., Скокан Л. Е., Аксенова Л. М. Патент № 2354129 Российская Академия сельскохозяйственных наук Государственное научное учреждение научно-исследовательский институт кондитерской промышленности (ГНУ НИИКП). Публикация патента 10.05.2009.



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЫКВЕННОЙ МУКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНДИТЕРСКОГО ИЗДЕЛИЯ

Новожилова Ю. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[Yulia-Novo@yandex.ru](mailto:Yulia-Novo@yandex.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Петрова С. Н. (ИГХТУ)

В настоящее время большое внимание уделяется принципам правильного и здорового питания. Правительством разработана политика Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года. Ее основными целями является: развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами; разработка функциональных продуктов питания, специализированных продуктов детского питания, диетических (профилактических и лечебных) пищевых продуктов, биологически активных добавок к пище и др.

Увеличить витаминную ценность и уменьшить сахароемкость мучных кондитерских изделий можно путем использования овощного и плодово-ягодного сырья (порошки из яблочных выжимок, концентрированные соки, виноградные выжимки, тыквенное пюре, тыквенные порошки и др.).

Цель данной работы – разработка функционального кондитерского изделия. Предлагается изменить рецептуру сдобного печенья – внести тыквенную муку в количестве 10 % к пшеничной муке, снизить количество сахара на 20 %.

Данные изменения позволили получить обогащенный продукт. Расчеты показали, что количество пищевых волокон увеличилось до 4,8 г на 100 г продукта, что удовлетворяет 24 % суточной потребности в них. Значительно увеличилось содержание всех минеральных веществ и витаминов. Так, например, содержание витамина В<sub>1</sub> удовлетворяет 12,6 % суточной потребности, витамина РР – на 20,7 %, витамина Е – на 44,7 %. В таблице приведена сравнительная характеристика печенья, изготовленного по заводской и проектной рецептурам.

Таблица – Химический состав печенья

Нутриент	Норма потребления	Заводская рецептура		Проектная рецептура	
		Содержание	Степень удовлетворения, %	Содержание	Степень удовлетворения, %
<i>Макронутриенты, г</i>					
Белки, г	61	11,1	18,2	13,1	21,47
Жиры, г	67	26,7	39,85	26,5	39,55
Углеводы, г	289	54,44	18,84	46,8	16,2
Пищевые волокна, г	20	2,6	13	4,8	24
<i>Энергетическая ценность, ккал</i>					
	2000	502,5	25,13	478,1	23,9
<i>Минеральные вещества</i>					
Р, мг	800	132,4	16,55	160,52	20,1
Fe, мг	10	1,93	19,3	2,82	28,2
<i>Витамины, мг</i>					
В <sub>1</sub> , мг	1,5	0,18	12	0,19	12,6
РР, мг	20	3,96	19,8	4,14	20,7
Е, мг	15	6,47	43,13	6,71	44,7

# ОКИСЛЕНИЕ МОРИНА ТРЕТ-БУТИЛПЕРОКСИДОМ КАТАЛИЗИРУЕМОЕ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНАМИ МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА

Осокин В. С., Крутов П. Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет

vovka.33rus@mail.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Кудрик.Е.В.

Природные флавоноиды обеспечивают окраску многих фруктов и овощей и играют важнейшую физиологическую роль, так как они способны выполнять роль антиоксидантов. Многие из них предложено использовать в качестве лекарственных препаратов и биологически активных добавок.

Каталитическому окислению флавоноидов посвящено много работ, прежде всего в плане синтетически моющих средств. Одним из наиболее часто используемых в качестве модельное соединением является Морин.

Основной целью настоящей работы явилось исследование каталитического окисления Морина *трет*-бутилпероксидом тетрафенилпорфиринатов марганца и железа в качестве катализаторов. Указанные катализаторы были получены по стандартным методикам – взаимодействие ацетата марганца и железа с тетрафенилпорфин в среде ДМФА и очищены методом колоночной хроматографии. Их спектральные характеристики соответствуют приведенным в литературе. Реакция окисления проводилась при комнатной температуре в среде ацетона. Важно отметить, что Морин достаточно легко окислить в щелочных средах, в то время как в органических растворителях он обладает достаточно высокой стабильностью. Оба изученных соединения эффективно катализируют реакцию окисления. Реакция имеет первый порядок по катализатору. При варьировании концентрации окислителя ее кинетика хорошо описывается уравнением Михалиса-Ментен. Полученные экспериментальные данные позволили определить как константы скорости, так и константы равновесия в указанных процессах. Так же установлено, что тетрафенилпорфиринат марганца является более эффективным катализатором данной реакции.

# ОБОГЩЕНИЕ ПИЩЕВОГО РАЦИОНА: РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Пантюхин Ю.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[smile90sm@mail.ru](mailto:smile90sm@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент кафедры ТПП и БТ Петрова С.Н.

Питание является одним из основных факторов внешней среды, определяющих здоровье человека, нормальный рост и развитие, физическую и умственную работоспособность, продолжительность жизни, сопротивляемость организма инфекциям и вредным факторам окружающей среды. Потребление пищи должно соответствовать физиологическим особенностям организма. Благодаря современным технологиям можно существенно снизить потребление «вредных» жиров, сократить потери витаминов и микроэлементов, повысить содержание пищевых волокон. Новые пищевые технологии позволяют производить продукты с заданным химическим составом, нормированным содержанием необходимых макро- и микронутриентов, контролировать пищевую плотность и биологическую ценность продуктов. При недостатке или избытке в питании одного или нескольких незаменимых пищевых веществ (эссенциальных нутриентов) и (или) источников энергии возможно возникновение алиментарных заболеваний, обуславливающих развитие болезней. Коррекция фактического питания позволяет минимизировать, и даже ликвидировать, первичные расстройства питания [1].

Правильное моделирование пищевых систем позволяет составлять рационы необходимого химического состава. Для решения таких задач используют метод линейного программирования, использование которого упрощает и ускоряет поиск решений.

Например, необходимо рацион обогатить кальцием и магнием, но при этом минимизировать количество жира. В качестве исходных компонентов возьмем хек (300 мг/кг Са, 350 мг/кг Mg и 2,2 % жира) и творог (1240 мг/кг Са, 230 мг/кг Mg и 4,0 % жира) [2]. Задаем условие: обеспечение минеральных нутриентов - не менее 50 % физиологической суточной нормы [3]. Составляем математические выражения согласно условиям:

$$\begin{aligned}300X + 1240Y &\geq 500 \\350X + 230Y &\geq 200 \\2,2X + 4,0Y &\rightarrow \min \\X \geq 0, Y &\geq 0.\end{aligned}$$

При решении поставленной задачи методом линейного программирования с использованием программы Microsoft Excel определили, что для обеспечения половины суточной потребности в кальции и магнии необходимо употребление 360 г хека и 320 г творога. При этом жиров в организм будет поступать 20,6 мг (25 % суточной нормы).

## Список используемой литературы

1. Позняковский В. М. Физиология. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2018. - 432 с.
2. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна.- М.: ДеЛи принт, 2002.- 236 с.
3. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432 – 08

## ОЦЕНКА СОСТАВА И СВОЙСТВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАРГАРИНОВ

Парамонова А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[anna\\_par96@mail.ru](mailto:anna_par96@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Степычева Н.В. (ИГХТУ)

Жиры занимают особое место в номенклатуре сырья мучных изделий. Они повышают их пищевую ценность и вкусовые достоинства, влияют на процесс набухания коллоидов муки, на образование теста и его структуру. Справиться с многозадачностью производства мучных и хлебобулочных изделий могут специализированные маргарины.

Традиционно специализированные маргарины принято делить на три группы: для слоеного теста, для песочного теста, и для кремов. При выборе маргаринов для того или иного теста учитывают содержание твердых триглицеридов (ТТГ), температуру плавления, жирно-кислотный состав, содержание трансизомеров жирных кислот. Так же немаловажны органолептические показатели маргаринов.

Все эти понятия во многом взаимосвязаны. Температура плавления жировой основы и твердость маргаринов напрямую зависят от содержания ТТГ в температурном интервале 10–35°C. Твердые жиры имеют в составе твердые и жидкие фракции. Преобладание однокислотных высокоплавких глицеридов в твердой фракции жиров придает повышенную твердость, даже хрупкость маргарину, а разнокислотных – мягкость. Так же известно, что жир становится более твердым по мере увеличения содержания ТТГ. Содержание фракций ТТГ в данном интервале температур обычно определяют при трех основных температурах, что позволяет оценить следующие свойства: при 10°C наиболее проявляются способность маргарина к формованию и намазыванию, а так же способность к намазыванию при температуре холодильного хранения; при 20°C оценивается консистенция маргаринов, способность их к вытапливанию жидкого масла; при 30°C определяются органолептические показатели маргаринов [1].

Исходя из вышесказанного, при выборе маргаринов пользуются следующими рекомендациями.

Маргарины для слоеного теста должны обладать относительно высокими точками плавления, свойствами пластичности и непоглощаемости слоями теста, что обуславливает его функциональные характеристики. Температура плавления таких маргаринов должна находиться в диапазоне 40-44 °С, а содержание ТТГ при 20 °С составлять 38–48 %.

Маргарины для песочного теста должны хорошо аэрироваться, для получения рассыпчатой и хрупкой структуры они должны ограничить набухание и пептизацию клейковины муки. Температура плавления таких маргаринов находится в диапазоне 30–34 °С, что обеспечивает сохранение широкой пластичности. Оптимальное содержание фракции ТТГ при 20 °С находится в диапазоне 17–25 %. При низких значениях ТТГ жир не удерживает воздух до завершения замеса и сбитая масса оседает. При высоких значениях ТТГ жир недостаточно пластичный, что не позволяет достичь хорошей аэрации теста.

Маргарины для кремов должны обладать следующими характеристиками: отличная взбиваемость, удерживание жидких агентов и формоустойчивость. Для обеспечения таких показателей качества, содержание ТТГ при 20 °С должно составлять 17–24 %, а температура плавления должна находиться в диапазоне 32–36 °С.

Таким образом, содержание ТТГ в специализированных маргаринах играет важную роль во всех аспектах их показателей качества и применения.

1. Ричард О'Брайен. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение. СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.

## ЦЕНТРОБЕЖНАЯ МЕЛЬНИЦА

Пасовистый Д.Я.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[mechanics@isuct.ru](mailto:mechanics@isuct.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Колобов М.Ю. (ИГХТУ)

Широкое распространение в различных отраслях промышленности получили центробежные мельницы [1-5]. Положительными факторами применения таких мельниц являются компактность и мобильность, гибкость переналадки их, умеренные энерго- и металлозатраты на обработку, небольшие капиталовложения, возможности автоматизации процесса, непрерывность действия, возможность использования создаваемого роторами вентиляционного потока.

Зачастую требуется определенный гранулометрический состав готового продукта после измельчения.

Разработана центробежная мельница [6].

Центробежная мельница содержит корпус с размещенным в нем ротором. На роторе радиально установлены плоские разгонные элементы. На боковой стенке корпуса закреплены отбойные элементы. Отбойные элементы выполнены с углом наклона рабочей грани относительно радиуса ротора, составляющим  $50-70^{\circ}$ . Нижняя часть корпуса выполнена с пазом для закрепления сменных дисков. В верхней части корпуса установлен патрубок для подачи исходного материала. В нижней части корпуса имеется выгрузочный патрубок.

Подлежащий измельчению материал поступает через входной патрубок в центральную часть мельницы. Далее за счет центробежных сил материал попадает под плоские разгонные элементы ротора, ускоряется и выбрасывается на отбойные элементы. Отбойные элементы выполнены сменными. По мере износа отбойные элементы поворачиваются на  $180^{\circ}$ , чтобы использовать вторую грань для измельчения материала. Используя сменные диски с различными диаметрами отверстий можно регулировать гранулометрический состав готового продукта. Измельченный материал удаляется из мельницы через выгрузочный патрубок.

Использование паза для закрепления сменных дисков, отбойных элементов центробежной мельницы позволит повысить эффективность процесса измельчения и увеличения срока службы отбойных элементов в 1,5-2 раза.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Лапшин В.Б., Колобов М.Ю., Колобова В.В., Рязанцева А.В. Применение дезинтегратора в различных технологиях // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – Иваново, 2004. – Т. 47, вып. 8. – С. 71-75.
- Колобов М.Ю., Лапшин В.Б., Сахаров С.Е., Абалихин А.М. Оборудование для обработки дисперсных материалов // Международная научная конференция "Теоретические основы создания, оптимизации и управления энерго- и ресурсосберегающими процессами и оборудованием". Сборник трудов. Том II. – Иваново, 2007. – С. 13-15.
- Колобов М.Ю., Сахаров С.Е., Сахарова С.Г. Технология приготовления комбикормов // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – Иваново, 2013. – № 1. – С. 71-75.
- Колобова В.В., Колобов М.Ю. Особенности измельчения фосфоросодержащих руд // Аграрный вестник Верхневолжья. – Иваново, 2016. – № 4 (16). – С. 77-82.
- Колобов М.Ю., Сахарова С.Г., Сахаров С.Е. Измельчитель сыпучих материалов // Ремонт, восстановление, модернизация. – Москва, 2017. – № 1. – С. 9-12.
- Патент № 143236, МПК В 02 С 13/14. Центробежная мельница / Колобов М.Ю., Миронов М.В., Мугаев К.М., Баранов Н.М.; заявитель и патентообладатель ИГХТУ. – № 2014109759; заявл. 13.03.2014; опубл. 20.07.2014, Бюл. № 20.

# ВЛИЯНИЕ N-ацетилЦИСТЕИНА НА ВОССТАНОВИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ДИОКСИДА ТИОМОЧЕВИНЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Покровская Е. А., Аманова А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

lispokr@yandex.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Макаров С. В., к.х.н., доцент Сальников Д.С.

Диоксид тиомочевина (ДОТМ) долгое время использовался в химии и химической технологии только в качестве восстановителя. Восстановительные свойства ДОТМ в щелочных средах связаны с образованием сульфоксилат-иона, обусловленным разложением ДОТМ. В кислой и нейтральной среде его восстановительная активность существенно ниже, чем в щелочной. В последние годы активно развиваются новые области применения ДОТМ: получение сульфидов металлов; синтез гуанидинов, фторорганических соединений, серо-, селен-, теллур- и азотсодержащих веществ; металлизация волокон; органический синтез; органокатализ [1]. Благодаря высокой доступности ДОТМ находит широкое применение во многих областях химии и химической технологии.

Ранее было исследовано взаимодействие ДОТМ с аминокислотой глицин [2]. Однако взаимодействие ДОТМ с серосодержащими аминокислотами не изучено. Целью настоящей работы является исследование взаимодействия ДОТМ с N-ацетилцистеином. N-ацетилцистеин обладает муколитическим действием и используется в фармацевтической промышленности.

Восстановительные свойства продукта реакции ДОТМ с N-ацетилцистеином изучены на примере реакции с красителем Orange II с использованием спектрофотометрического метода. Изучено влияние температуры, pH, концентрации реагентов, определены кинетические и активационные параметры реакции. Установлено, что введение добавок аминокислот в водный раствор ДОТМ существенно увеличивает его восстановительную активность в слабокислой среде, но не оказывает влияния в щелочных средах. Производные диоксида тиомочевина, полученные при взаимодействии с цистеином, обладают значительно большей восстановительной активностью в слабокислой среде, чем производные ДОТМ, полученные при взаимодействии с N-ацетилцистеином.

1. S. V. Makarov, A. K. Horvath, R. Silaghi-Dumitrescu, Q. Gao, Sodium Dithionite, Rongalite and Thiourea Oxides. Chemistry and Application, World Scientific, London-Singapore, 2016.
2. Макаров С.В., Кузнецова А.А., Сальников Д.С., Киселева А.Г. Влияние глицина и моноэтаноламина на стабильность и восстановительную активность диоксида тиомочевина в водных растворах / С.В. Макаров, А.А. Кузнецова, Д.С. Сальников, А.Г. Киселева // Журн. общей химии. – 2018. – Т. 88 – С. 561-565.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕМНОГО ПИВА

Попова В. Д., Горбунова Д. Г.

Ивановский государственный химико-технологический университет

popova4\_29@mail.ru

Научные руководители: к.х.н., доцент Найденко Е. В., к.х.н., доцент Власова Е. А. (ИГХТУ)

В настоящее время одной из самых актуальных задач пищевой промышленности является безопасность продуктов питания. Неблагополучная экология окружающей среды негативно влияет на здоровье человека, создавая условия для образования вредных веществ, которые попадают в организм через пищу.

Одним из наиболее перспективных классов материалов, обладающих высокой сорбционной активностью, являются металлоорганические каркасные соединения (МОКС), представляющие собой кристаллические пористые наноструктуры [1].

В настоящей работе изучено влияние цинк- и алюминийсодержащих каркасных структур (Zn-МОКС и Al-МОКС соответственно) на основные физико-химические (кислотность, pH, цветность, коллоидная стойкость) и органолептические показатели (вкус, аромат, прозрачность) темного фильтрованного пива. В качестве лиганда выбраны терефталевая и пиромеллитовая кислоты.

Показано, что кислотность темного пива после обработки его указанными выше видами МОКС снижается в 1,5 раза. Выявлено, что каркасные структуры способствуют увеличению коллоидной стойкости пива на 25 %. Последнее обусловлено, вероятно, связыванием полифенолов – потенциальных образателей мути.

Определено, что органолептические показатели темного пива до и после обработки каркасными соединениями соответствуют требованиям стандарта. Более того, пиво после обработки каркасными структурами становится визуально светлее (значения оптической плотности пива на максимуме поглощения это также подтверждают).

Таким образом, можно сделать заключение о том, что металлоорганические каркасные соединения улучшают физико-химические и органолептические показатели качества пива, по-видимому, за счет связывания побочных продуктов, образующихся при спиртовом брожении и неправильном хранении пива, а также различных органических ароматических соединений, используемых в качестве различных добавок при приготовлении пива.

Результаты работы свидетельствуют о перспективности использования МОКС как сорбентов в пивоваренной промышленности.

1. Butova V.V., Soldatov M.A., Guda A.A., Lomachenko K.A., Lamberti C. Metal-organic frameworks: structure, properties, methods of synthesis and characterization // Russian Chemical Reviews 2016. 85 (3) 280-307.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ $\text{Сb(II)SO}_2$ И $\text{Сb(I)}$ С ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА

Пугина Р.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[raja\\_pugina@mail.ru](mailto:raja_pugina@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Сальников Д. С. (ИГХТУ)

Активные формы кислорода (АФК) - химически активные вещества, содержащие кислород: супероксид, пероксиды, гидроксильный радикал и синглетный кислород [1]. Все активные формы кислорода являются окислителями. В биологической среде АФК образуются как естественный побочный продукт нормального метаболизма кислорода и играют важную роль в клеточной передаче сигналов и гомеостазе [2].

Кобаламин - группа кобальтсодержащих биологически активных веществ. К ним относят цианокобаламин, гидроксокобаламин и две коферментные формы витамина  $\text{B}_{12}$ : метилкобаламин и кобамамид.

Атом кобальта в кобаламине может принимать различные степени окисления (+3, +2, +1), образуя, соответственно, кобаламин (III) ( $\text{B}_{12a}$ ), кобаламин (II) ( $\text{B}_{12r}$ ) и кобаламин (I) ( $\text{B}_{12s}$ ) [3].

Известно, что витамин  $\text{B}_{12}$  разрушается в присутствии кислорода и восстановителей с образованием стабильных желтых корриноидов. Возможной причиной данного процесса является накопление в реакционной системе пероксида водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Однако в литературе отсутствуют данные по взаимодействию пероксида водорода с витамином  $\text{B}_{12}$ . С целью заполнить пробел изучено взаимодействие восстановленных форм кобаламина с пероксидом водорода в водных средах в диапазон pH 4 – 9,2.

Установлено, что при взаимодействии кобаламина (II) с  $\text{H}_2\text{O}_2$  образуется смесь стабильных желтых корриноидов и гидроксокобаламина.

Кобаламин (I) восстанавливает пероксид водорода с образованием восстановленного кобаламина (II) и воды. При избытке пероксида водорода, образующийся кобаламин (II) разрушается с образованием стабильных желтых корриноидов.

1. Hayyan M, "Superoxide Ion: Generation and Chemical Implications". M Hayyan, MA Hashim, IM AlNashef // Chem. Rev. – 2016. – 116 – P.3029–3085/

2. Devasagayam TP. "Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects". TP Devasagayam, JC Tilak, KK Bloor, KS Sane, SS Ghaskadbi, RD Lele // The Journal of the Association of Physicians of India. – 2004. – 52 – P.794–804./

3. Frey, P. A. Hegeman A. D. Enzymatic Reaction Mechanisms / P. A. Frey, A. D. Hegeman. – New York: Oxford University Press, 2007. – 848 p.



# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОБАЛАМИНА(I) С ПОЛИТИОНАТАМИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Разгуляева С.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[svetlana2008ok@mail.ru](mailto:svetlana2008ok@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Сальников Д. С. (ИГХТУ)

Ключевыми процессами серного цикла являются восстановление сульфатов и окисление сероводорода (сульфидов). Политионаты являются важными промежуточными продуктами в указанных процессах [1]. Многие виды микроорганизмов используют политионаты и другие промежуточные виды серы для получения S-содержащих биомолекул (например, аминокислот, таких как цистеин) и метаболической энергии [2]. Наиболее биологически значимыми среди политионатов являются три- и тетратионаты. В структуре тетратионата (рис. 1а) и тритионата (рис. 1б) есть два типа серы, находящиеся в разных степенях окисления. Однако обе серы находятся в окисленной форме: внутренняя сера имеет степень окисления 0, а наружная +5. В отличие от указанных политионатов, дитионат (рис. 1в) содержит только серу в степени окисления +5 [3]. Отметим, что данное соединение является искусственным и в природе не встречается.

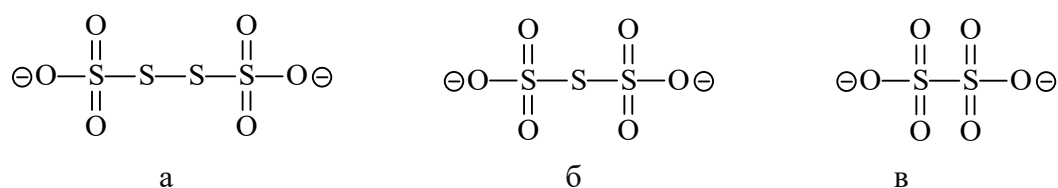


Рис. 1 – Структура анионов тетратионата (а), тритионата (б) и дитионата (в)

Кобаламин(I) - наиболее сильный из природных нуклеофилов (так называемый «супернуклеофил»). Показано, что кобаламин(I) восстанавливает тиосульфат, сульфит и дитионит с образованием кобаламин(II)-комплексов [4]. Однако его реакционная способность по отношению к политионатам неизвестна.

С целью заполнить данный пробел в настоящей работе проведено сравнительное исследование взаимодействия кобаламина(I) с ди-, три- и тетратионатами.

Установлено, что кобаламин(I) не реагирует с дитионатом, но способен восстанавливать три- и тетратионаты. Тетра- и тритионаты способны принять 6 и 4 электрона соответственно. Таким образом, тетратионат является более эффективным окислителем, чем тритионат. Кобаламин(I) реагирует с три- и тетратионатами с образованием кобаламина(II), сульфита и сульфида.

Специальными экспериментами показано, что в отличие от природного фермента тиоредоксин редуктазы восстановление три- и тетратионатов кобаламином(I) начинается с переноса электрона на атом серы S<sup>+5</sup> и протекает без образования тиосульфата в качестве промежуточного продукта.

1. Грабович, М. Ю. Участие прокариот в круговороте серы / М. Ю. Грабович // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 12. – С. 16-21.
2. Pronk, J. T. Oxidation of reduced inorganic sulphur compounds by acidophilic thiobacilli / J. T. Pronk, R. Meulenberg, W. Hazeu, P. Bos. and J. G. Kuenen // FEMS Microbiology Reviews. – 1990. - V. 75. - P. 293–306.
3. Бусев, А. И. Аналитическая химия серы. / А.И. Бусев, Л.Н. Симонова - М.: Наука. - 1975. - 272 с.
4. Dereven'kov, I. A. Kinetics and mechanism of oxidation of super-reduced cobalamin and cobinamide species by thiosulfate, sulfite and dithionite / I. A. Dereven'kov, D.S. Salnikov, S. V. Makarov, G. R. Boss, O. I. Koifman // Dalton. Trans. – 2013. – V. 42. – P. 15307-15317.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АНТОЦИАНОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

Ромашова Т.Г.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)

[heyheyorbit@gmail.com](mailto:heyheyorbit@gmail.com)

Научный руководитель: д.х.н., проф. Никифорова Т.Е. (ИГХТУ)

Антоцианы – широко распространенные водорастворимые красители, представляющие собой гликозиды, в которых в качестве агликона содержится замещенная флавоноидная структура. Сам термин «антоциан» происходит от двух греческих слов: anthos – цветок и kyanos – синий. Именно эти соединения отвечают за окраску многих цветов, листьев и плодов растений. На сегодняшний день известно более 600 различных антоцианов, выделяемых из растений.

В водных растворах антоцианы являются очень реакционноспособными соединениями, они претерпевают различные структурные изменения, в результате чего изменяется и цвет самого раствора: в кислой среде при  $\text{pH} < 3$  растворы антоцианов имеют красный цвет, при  $\text{pH} 4-5$  приобретают более розовый оттенок, в нейтральной среде при  $\text{pH} 7$  окраска меняется на синюю, при  $\text{pH} 8-9$  – на зеленую, и на желтую при дальнейшем подщелачивании до  $\text{pH} > 10$ .

Помимо высокой красящей способности антоцианы также представляют интерес с точки зрения пользы для здоровья - известно, что они являются хорошими антиоксидантами. Также проводятся исследования возможности применения антоцианов для повышения остроты зрения, контроля диабета типа II и профилактики ишемической болезни сердца. Поэтому при добавлении антоцианов пищевая продукция не только получает ожидаемый красно-розовый цвет, но также приобретает дополнительную биологическую ценность.

В готовой форме антоцианы могут представлять собой порошок, жидкость или пасту красно-фиолетового цвета, хорошо растворимы в воде. Наиболее часто они применяются при изготовлении безалкогольных напитков, соков, фруктовых наполнителей, а также во многих отраслях кондитерской промышленности: производство кремов, леденцовой карамели, зефира, мармелада и пр. Таким образом, антоцианы обладают достаточно широкой областью применения и являются полностью натуральным и полезным продуктом. Увеличение объемов их производства и масштабов использования для окрашивания пищевых продуктов является перспективным направлением на настоящий момент. Актуальной является задача поиска наиболее подходящего источника сырья, из которого можно было бы извлечь максимальное количество красителя.

В результате проведенных исследований было выявлено, что содержание антоцианов, экстрагированных из растительного сырья, сильно варьируется и зависит от вида исходного сырья. Наибольшее содержание красящего вещества наблюдалось в цветках гибискуса и ягодах черной смородины (1,655 г/л и 0,459 г/л, соответственно), ягоды брусники и малины показали достаточно неплохие результаты (0,0967 г/л и 0,145 г/л, соответственно), что позволяет рассматривать их в качестве сырья для промышленного получения красителей. Наименьшее количество антоцианов содержится в клубнике (0,0484 г/л), в связи с чем использовать ее для их получения в больших масштабах нецелесообразно. Также были сняты спектры растворов антоцианового красителя, полученного из ягод смородины, при различных значениях  $\text{pH}$  среды. Была подтверждена зависимость цвета раствора красителя от  $\text{pH}$  среды.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАККАЗЫ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ

Седова К. С., Крючкова Е. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

k.ksyuxaa19flower@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Киселёва А. Г.

Ферментные препараты активно используются в хлебопечении для повышения качества готовой продукции. Наиболее распространенной является практика применения амилолитических и протеолитических ферментов. Вместе с тем ассортимент ферментов окислительного действия, используемых в пищевой промышленности, расширяется с каждым годом. Лакказы (КФ 1.10.3.2, бензолдиол: кислород оксидоредуктаза) представляет собой фермент, катализирующий реакции окисления различных фенольных и некоторых нефенольных субстратов, сопровождаемые восстановлением молекулярного кислорода до воды. Лакказы обладают достаточно широкой субстратной специфичностью, включающей, помимо моно- и полифенольных соединений, замещенные фенолы, диамины, ароматические амины и тиолы. Данный фермент относится к семейству медь-содержащих оксидаз и содержит четыре иона меди на молекулу.

В пищевой промышленности лакказы используют для селективного удаления полифенольных соединений и кислорода с целью стабилизации вин, пива и безалкогольных напитков. Применение лакказы в хлебопечении также считается перспективным, в первую очередь, благодаря положительному действию данного фермента на арабиноксилановую фракцию муки [1]. Арабиноксиланы относятся к некрахмальным полисахаридам (пентозанам), которые содержатся преимущественно в периферийных частях зерна, т.е. входят в состав отрубей. Основные тенденции развития ассортимента хлебопекарной промышленности включают выпуск изделий, в рецептуры которых включены отруби и цельнозерновая мука в качестве дополнительного источника пищевых волокон, обеспечивающих важные физиологические функции человеческого организма. Таким образом, наиболее целесообразным представляется использование лакказы в производстве хлебобулочных изделий с отрубями, которые, как правило, производят из пшеничной муки первого и второго сорта и требуют дополнительного улучшения объема и структуры мякиша.

Цель работы заключается в определении активности *T. versicolor* лакказы и влияния данного фермента на качество клейковины пшеничной муки.

Активность лакказы определяли спектрофотометрически в термостатируемой ячейке спектрофотометра Cary 50 (Varian, США) при 25 и 30°C по скорости окисления двух субстратов: 2,2'-азино-бис(3-этилбензотиазолин-6-сульфоновой кислоты) (АБТС) при длине волны 420 нм ( $\epsilon_{420} = 36000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ) и 2,6-диметоксифенола (2,6-ДМФ) при длине волны 470 нм ( $\epsilon_{470} = 35645 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ), используя буферные растворы. За единицу ферментативной активности принимали количество фермента, необходимое для получения 1  $\mu\text{моль}$  продукта в минуту [2]. рН-Оптимумы реакций окисления обоих субстратов, катализируемые лакказой, лежат в кислой области.

Расчеты пищевой ценности хлебобулочных изделий показывают, что использование различных видов отрубей (пшеничных, солодовых, овсяных) приводит к увеличению содержания пищевых волокон, витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и РР. В результате измерений величин остаточной деформации образцов клейковины пшеничной муки первого сорта на приборе ИДК-1М установлено, что фермент способствуют повышению качества клейковины. В докладе обсуждается механизм положительного влияния лакказы на формирование клейковинного каркаса теста из пшеничной муки.

1. Minussi, R.C., Pastore, G.M., Durarn, N. Potential applications of laccase in the food industry / R.C. Minussi, G.M. Pastore, N. Durarn // Trends Food Sci. Technol. – 2002. – V. 13. – P. 2015-216.

2. Kurniawati, S., Nicell, J.A. Characterization of *Trametes versicolor* laccase for the transformation of aqueous phenol / S. Kurniawati, J.A. Nicell // Biores. Technol. – 2008. – V. 99. – P. 7825-7834.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕЛЕНОЦИСТЕИНА С Fe(III)-ГЕМОВЫМИ КОМПЛЕКСАМИ

Сизова М. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[mariy-nilov@yandex.ru](mailto:mariy-nilov@yandex.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Деревеньков И. А. (ИГХТУ)

Гем является комплексом иона железа с порфириновым лигандом. В составе различных белков гемовые фрагменты выполняют в природе различные функции: перенос газов, катализ, перенос электронов и др. Гемовые фрагменты входят в состав гемоглобина, миоглобина, цитохрома P450, пероксидаз и других ферментов. В составе белков координационное состояние иона железа в геме может быть различным. Например, в составе цитохрома P450 – группы ферментов, катализирующих реакции гидроксирования C–H связей, O- и N-деалкилирования, N-гидроксирования, S-окисления, эпоксилирования – в основном состоянии ион Fe(III) связан аксиально с атомом серы цистеинового остатка и молекулой воды. Атом серы в цитохроме P450 играет ключевую роль, определяющую его реакционную способность. Исследованию взаимодействия гемовых фрагментов с селеновыми соединениями уделено слабое внимание. Сообщается, о получении цитохрома P450<sub>cam</sub>, содержащего связь Fe(III)–Se. Однако эта замена не привела к значительному изменению активности фермента.

В данной работе изучено взаимодействие Fe(III)-гемина и метгемальбумина (комплекса гемина с сывороточным альбумином) с селеноцистеином, являющимся природным селеносодержащим аналогом цистеина. Установлено, что взаимодействие гемина с селеноцистеином протекает намного быстрее реакций с биологическими тиолами. При этом происходит последовательное связывание первой и второй молекул селеноцистеина. Показано, что связывание второй молекулы селеноцистеина протекает быстрее чем реакция с первой молекулой аминокислоты, что связано с транс-лабилизацией аксиального лиганда входящим в комплекс селеноцистеином. Образующийся комплекс нестабилен в аэробных условиях и окисляется до исходного гемина. Реакция селеноцистеина с метгемальбумином включает две последовательные стадии, отвечающие реакциям с первой и второй молекулами селеноцистеина. Однако реакция со второй молекулой протекает медленнее, что, вероятно, связано со стерическим влиянием белковой молекулы на доступность второго аксиального места.

1. Auclair K., Moënne-Loccoz P., Ortiz de Montellano P.R. Roles of the proximal heme thiolate ligand in cytochrome P450<sub>cam</sub> // J. Am. Chem. Soc. – 2001. – Vol. 123. – P. 4877-4885.
2. Vandemeulebroucke A., Aldag C., Stiebritz M.T., Reiher M., Hilvert D. Kinetic Consequences of Introducing a Proximal Selenocysteine Ligand into Cytochrome P450<sub>cam</sub> // Biochemistry. – 2015. – Vol. 54. – P. 6692-6703.
3. Dereven'kov I.A., Polyakova A.Yu., Makarov S.V. Kinetic and Mechanistic Studies on the Reaction between Aquacobalamin and Selenocysteine // Eur. J. Inorg. Chem. – 2017. – P. 4174-4179.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АКВАКОБАЛАМИНА И КОБАЛАМИНА(II) С АДДУКТОМ ГЛУТАТИОНА С СЕЛЕНИТОМ

Смирнова К.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[ksenya-smirnova9696@mail.ru](mailto:ksenya-smirnova9696@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Деревеньков И. А. (ИГХТУ)

Селен входит в состав селеноцистеина, который является протеиногенной аминокислотой и входит в состав глутатионпероксидазы, тиоредоксинредуктазы, иодотирониндеиодиназы, метионинсульфоксидредуктазы и других ферментов [1]. В организме человека селениты и селенаты восстанавливаются до селеноводорода ( $H_2Se$ ), который преобразуется в селеноцистеин через стадию образования селенофосфата. Известно, что селенит реагирует с глутатионом (GSH), образуя при этом селенодиглутатион (GS-Se-SG). В присутствии избытка GSH GS-Se-SG далее восстанавливается до глутатионселенола (GSSeH). GSSeH либо самопроизвольно превращается в Se(0) и GSH или далее восстанавливается GSH до  $H_2Se$  [1].

Несмотря на то, что одним из ключевых интермедиатов в реакции селенита с GSH является селенодиглутатион (GS-Se-SG) [2,3], для его образования требуется участие четырех молекул GSH, что протекает через ряд последовательных стадий. Тем не менее, данные о структуре соединений, образующихся на первых стадиях взаимодействия селенита и GSH, отсутствуют.

Установлено, что первым продуктом реакции селенита с GSH является глутатион-S-селенит – продукт состава  $GS-SeO_2^-$ .  $GS-SeO_2^-$  обладает достаточно высокой стабильностью в присутствии избытка селенита, что позволяет изучить его реакционную способность по отношению к кобаламинам. Кобаламины (Cbl, витамин  $B_{12}$ ) являются незаменимыми для человека микронутриентами. Кобаламины способны снижать токсичность соединений селена, однако механизм данного процесса остается непонятным.

Установлено, что кобаламин(II) способен взаимодействовать с  $GS-SeO_2^-$ . В ходе данной реакции происходит образование комплекса кобаламина(II) с тиильным радикалом. Показано, что данная реакция характеризуется первыми порядками по кобаламину(II) и  $GS-SeO_2^-$ .

Показано, что селенит способен замедлять образование глутатионилкобаламина в ходе реакции аквакобаламина с глутатионом. Однако в области высоких концентраций селенита скорость реакции выходит на плато, что свидетельствует о том, что образование глутатионилкобаламина возможно и в ходе взаимодействия аквакобаламина с  $GS-SeO_2^-$ . Вероятно,  $GS-SeO_2^-$  способен образовывать нестабильный комплекс с Cbl(III), который быстро распадается до глутатионилкобаламина и селенита.

1. Labunsky V.M., Hatfield D.L., Gladyshev V.N. Selenoproteins: Molecular Pathways and Physiological Roles // *Physiol. Rev.* – 2014. – Vol. 94. – P. 739-777.
2. Kessi J., Hanselmann K.W. Similarities between the Abiotic Reduction of Selenite with Glutathione and the Dissimilatory Reaction Mediated by *Rhodospirillum rubrum* and *Escherichia coli* // *J. Biol. Chem.* – 2004. – Vol. 279. – P. 50662-50669.
3. Cui S.-Y., Jin H., Kim S.-J., Kumar A.P., Lee Y.-I. Interaction of glutathione and sodium selenite in vitro investigated by electrospray ionization tandem mass spectrometry // *J. Biochem.* – 2008. – Vol. 143. – P. 685-693.

# СОРБЦИЯ ИОНОВ Cu(II) ИЗ ВОДНЫХ СРЕД МОДИФИЦИРОВАННЫМ ЛЬНЯНЫМ ВОЛОКНОМ

Смирнова Н.Э., Дзюбина А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[nikasmirnowa@rambler.ru](mailto:nikasmirnowa@rambler.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Никифорова Т.Е. (ИГХТУ)

Загрязнение окружающей среды токсичными тяжелыми металлами является серьезной проблемой, влияющей на качество водных ресурсов, и, следовательно, представляет прямую опасность для здоровья человека [1]. Данная проблема требует разработки способов очистки сточных и питьевых вод, а также продуктов питания от загрязняющих веществ [2].

Поиск недорогого, доступного и биологически безопасного сорбента привел к исследованию материалов агропромышленного комплекса. На сегодняшний день разработка сорбентов на основе отходов текстильной и целлюлозно-бумажной промышленности, а также сельского хозяйства является одной из актуальных задач. Однако сорбенты на основе целлюлозы обладают недостаточно высокой сорбционной емкостью, поэтому необходимо проводить модификацию сорбентов на основе целлюлозосодержащего сырья.

Целью настоящей работы является разработка сорбента на основе льняного волокна путем химического модифицирования способного эффективно извлекать Cu(II) из водных растворов.

Разработаны способы получения сорбентов на основе льняного волокна путем модифицирования предварительно окисленного сорбента Н-кислотой и бисульфитом натрия. Выбор данных модифицирующих агентов основывался на предположении о введении в структуру льняной целлюлозы серосодержащих групп, способных активно взаимодействовать с ионами Cu(II).

Были определены равновесно-кинетические характеристики полученных модифицированных образцов. В результате исследований было установлено, что эффективность сорбции ионов меди (II) модифицированным волокном льна возрастает относительно исходного образца. Степень извлечения ионов меди (II) из водного раствора CuSO<sub>4</sub> увеличивается с 70,1 до 98,9 % для льняного волокна, обработанного бисульфитом натрия, и до 96,6% для волокна льна, модифицированного Н-кислотой.

Экспериментальные кинетические кривые сорбции ионов меди (II) модифицированным льняным волокном были обработаны в рамках моделей кинетики псевдо-первого и псевдо-второго порядка. Модель псевдо-второго порядка позволяет точнее описывать процесс сорбции (при использовании модели псевдо-первого порядка коэффициент корреляции для льняного волокна, модифицированного Н-кислотой и NaHSO<sub>3</sub> составляет 0,93 и 0,87; при использовании модели псевдо-второго порядка коэффициент корреляции для льняного волокна, модифицированного Н-кислотой и NaHSO<sub>3</sub> составляет 0,99 и 0,98).

Экспериментальные изотермы сорбции ионов меди модифицированных образцов были обработаны в рамках модели Ленгмюра. Показано, что данная модель позволяет достаточно хорошо описывать процесс сорбции (коэффициент корреляции 0,98 для льняного волокна, модифицированного Н-кислотой, и 0,99 для льняного волокна, обработанного бисульфитом натрия).

1. Nikiforova, T.E. Peculiarities of Heavy-Metal Ions Sorption Mechanism from Aqueous Media by Modified Cellulose / T.E. Nikiforova, V.A. Kozlov, V.A. Loginova // Adsorption Science & Technology. – 2014. - Vol. 32. - No. 5. P. 389-402.

2. Podstawczyk D., Witek-Krowiak A., Dawiec A., Bhatnagar A.. Biosorption of copper(II) ions by flax meal: Empirical modeling and process optimization by response surface methodology (RSM) and artificial neural network (ANN) simulation. Ecological Engineering. Vol. 83. 2015. P. 364–379.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-03-00221). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

## ШАРОВАЯ МЕЛЬНИЦА

Степанов М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[mechanics@isuct.ru](mailto:mechanics@isuct.ru)

Научный руководитель: д.т.н., профессор Колобов М.Ю. (ИГХТУ)

Для тонкого измельчения в промышленности строительных материалов, горной, химической и других отраслях промышленности широкое распространение получили шаровые мельницы [1-4].

Шаровые мельницы работают в различных технологических схемах (в открытом или закрытом цикле) и позволяет получать однородный по тонкости продукт измельчения с помощью мелющих тел (шаров).

Шаровая барабанная мельница - это машина измельчения материала истирающе-ударного действия. Такой способ измельчения сыпучих материалов позволяет добиваться очень высокой дисперсности (тонкого помола).

От дробилок шаровые мельницы отличаются более тонким помолом частиц - менее 0,1 мм.

Свое название шаровые мельницы получили от формы корпуса и конфигурации мелющих тел. Рабочий объем мельницы представляет собой цилиндр с горизонтальной осью вращения. Внутри цилиндра находятся измельчаемый материал и мелющие тела различной формы, изготавливаемые из различных твердых материалов - чугуна, стали, керамики.

Принцип работы шаровой мельницы заключается в следующем. При определенной скорости вращения, мелющие тела увлекаются вращающимся барабаном, поднимаются до некоторой высоты, а затем падают, выполняя работу по измельчению материала ударным методом.

Вращение корпуса барабана также вызывает вращательные движения шаров вокруг своей оси, которые перетирают исходный продукт, оказавшийся между ними.

Таким образом, при вращении корпуса шаровой мельницы, мелющие тела, перекатываясь и падая, истирают обрабатываемый материал и оказывают на него разрушающие ударные воздействия.

Недостатки шаровых мельниц:

- постоянный износ мелющих тел;
- сильный шум;
- низкая производительность;
- малый КПД (не более 15%).

Нами предложена конструкция шаровой мельницы с изменяющимися диаметрами цилиндрического барабана и размерами мелющих тел, которая позволит повысить эффективность процесса измельчения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Шинкоренко С. Ф. Справочник по обогащению руд черных металлов. – М.: Недра, 1980. – 527 с.
- 2.Бауман В.А. Мехоборудование предприятий строительных материалов: Учеб.для вузов. – М.: 1981. – 324 с.
- 3.Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности. – М.: Химия, 1977. – 368 с.
- 4.Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 753 с.,

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ $\text{Cu(II)}$ МОДИФИЦИРОВАННЫМ ХИТОЗАНОМ

Строганова Ю.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

stroganova-y@bk.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Никифорова Т.Е.

В настоящее время металлы являются наиболее распространенными загрязнителями, которые содержатся в водных источниках, что создает большую проблему для окружающей среды и здоровья населения. Поэтому на сегодняшний день довольно остро стоит проблема очистки воды от ионов тяжелых металлов. Синтетические сорбенты, используемые для извлечения тяжелых металлов из водных растворов, являются достаточно эффективными, но главным недостатком таких сорбентов является достаточно высокая стоимость. В последние годы большой интерес представляет разработка сорбентов на основе отходов сельского хозяйства, текстильной, целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности. Такие сорбенты имеют более низкую стоимость, доступны и просты по способам утилизации, обладают достаточно высокими сорбционными характеристиками и являются экологически чистыми. Такими свойствами обладает хитозан. Хитозан – деацетилированное производное хитина, представляющее собой полимер, состоящий из  $\beta$ -D-глюкозаминовых звеньев. Молекула хитозана содержит большое количество свободных аминогрупп, что позволяет ему связывать ионы водорода, а кроме этого, «ловить» и прочно удерживать ионы различных металлов. Полимер способен также «захватывать» большое количество органических водорастворимых веществ, в том числе и бактериальных токсинов [1].

Целью данной работы является разработка сорбента на основе хитозана для извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов. В качестве модифицирующих агентов использовали диоксид кремния и углеродосодержащие добавки, играющие роль каркаса с большой удельной поверхностью, на которую наносился раствор хитозана. В качестве наполнителя использовали пектин и топинамбур. Сорбент получали в виде гранул путем ковалентной сшивки. Для этого готовили 3% раствор хитозана в 1% растворе уксусной кислоты. Интенсивно перемешивали в течение 48 часов, до образования густого однородного геля. Полученный раствор смешивали с дистиллированной водой, содержащей модифицирующий агент. Перемешивали с помощью магнитной мешалки в течение 1 часа. После перемешивания в смесь постепенно добавляли сшивающий агент – эпихлоргидрин. Перемешивание продолжали до тех пор, пока весь реагент не будет включен в реакционную смесь. Приготовленную таким образом смесь с помощью шприца, по каплям вводили в раствор триполифосфата натрия концентрацией 0,05 М, при постоянном перемешивании. Образовавшиеся композитные микросферы промывали дистиллированной водой до нейтрального pH.

Для определения параметров, характеризующих сорбционные свойства модифицированного хитозана, были получены кинетические кривые сорбции ионов  $\text{Cu(II)}$ . Для определения предельной сорбционной емкости модифицированного хитозана были получены изотермы сорбции ионов  $\text{Cu(II)}$  из водных растворов сульфатов. Для установления характера взаимодействия хитозана с сшивающими агентами и участия определенных функциональных групп в образовании связей, были сняты ИК-спектры образцов сорбентов исходного и модифицированного образцов хитозана. Исследование структуры поверхностного слоя образцов было выполнено методом электронной микроскопии с использованием сканирующего электронного микроскопа «VEGA 3 SB».

1. S. Islam, M. A. Rahman Bhuiyan, M. N. Islam Chitin and Chitosan: Structure, Properties and Applications in Biomedical Engineering // Polymers and the Environmen. 2016., № 4, С. 854 – 866.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*



# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕТРАСУЛЬФОФТАЛОЦИАНИНА ЖЕЛЕЗА В КАТАЛИТИЧЕСКОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ СЕЛЕНИТА

Фуфаева В. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[alexandrovnavi@mail.ru](mailto:alexandrovnavi@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Деревеньков И. А. (ИГХТУ)

Селен является эссенциальным ультрамикроэлементом и обладает фундаментальной ролью в биохимии и физиологии человека, участвуя в поддержании нормального редокс гомеостаза. Селенит натрия ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ) наиболее часто используется для восполнения дефицита селена. Основной проблемой применения селенита заключается в его высокой реакционной способности, что обуславливает едва различимую грань между нормальной и токсической дозой препарата. Одним из главных естественных защитных механизмов детоксикации селена является его восстановление до селеноводорода с последующим выведением при дыхании в окружающую среду [1].

Металлические комплексы фталоцианинов широко используются в качестве активных центров синтетических ферментов, ответственных за каталитическое аэробное окисление, разрушение пероксидов [2]. Наличие иона железа (II/III) в качестве координационного центра определяет эффективность их использования в качестве катализаторов по сравнению с иными структурно подобными соединениями [3]. Фталоцианины железа широко используются в гомогенном редокс катализе [4].

Целью данной работы являлось изучение природы восстановителя на пути и характер взаимодействия селенита с тетрасульффталоцианином железа.

Установлено, что добавки тетрасульффталоцианина железа увеличивают скорость восстановления селенита дитионитом в нейтральной среде. Показано, что ключевыми стадиями каталитического цикла являются восстановление дитионитом  $\text{Fe(II)TSPc}$  до  $\text{Fe(II)TSPc}^{\cdot-}$  и окисление селенитом  $\text{Fe(II)TSPc}^{\cdot-}$  до  $\text{Fe(II)TSPc}$ . Кинетические кривые окисления селенитом  $\text{Fe(II)TSPc}^{\cdot-}$  до  $\text{Fe(II)TSPc}$  имеют индукционный период, продолжительность которого возрастала при увеличении концентрации дитионита, что подтверждает наличие в системе редокс цикла. Показано, что при использовании боргидрида для восстановления  $\text{Fe(III)TSPc}$  скорость взаимодействия восстановленного комплекса с селенитом значительно выше чем при использовании в качестве восстановителя дитионита, что обусловлено образованием комплекса сульфита или дитионита с  $\text{Fe(II)TSPc}^{\cdot-}$ , реагирующего с селенитом более медленно чем  $\text{Fe(II)TSPc}^{\cdot-}$ .

4. Lee K.H., Jeong D. Bimodal actions of selenium essential for antioxidant and toxic pro-oxidant activities: the selenium paradox // *Mol. Med. Rep.* – 2012. – Vol. 5. – P. 299-304.
5. Sorokin A.B. Phthalocyanine metal complexes in catalysis // *Chem. Rev.* – 2013. – Vol. 113. – P. 8152-8191.
6. Koczorowski T., Szczołko W., Goslinski T. Physicochemical properties and catalytic applications of iron porphyrazines and phthalocyanines // *Recent Progress Org. Chem.* – 2017. – Ch.5. – P. 101-121.
7. Tong Y., Han X., Wu P., Li Q. Performance research of Fe (III) tetrasulfophthalocyanine and its catalyzed application in 2-chlorophenol detection // *IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci.* 2018. – Vol. 170. – P.1-5.

# ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ХИТОЗАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА И ДИОКСИДА ТИОМОЧЕВИНЫ

Чевган Р.Е., Никулин А. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

romanchevgan82@gmail.com

Научный руководитель: к.х.н., доцент Найдено Е.В.

Хитозан является широко распространенным природным полимером. Наличие большого количества амино- и гидроксильных групп в составе хитозана в сочетании с высокой реакционной способностью создает широкие возможности для модифицирования его поверхности различными реагентами и придания ему соответствующих свойств. Например, хитозан и его производные являются сорбентами с управляемыми свойствами. Предложено его применение в качестве загустителя, структурообразователя, улучшителя вкуса, добавки для производства продуктов диетического питания.

Хитозан является уникальным материалом не только благодаря своим химическим и физическим характеристикам. Он также проявляет антимикробные, антибактериальные, ранозаживляющие, гипополипидемические, противовоспалительные, антиатеросклерозные и противоопухолевые свойства. Его нетоксичность позволяет использовать хитозан в течение длительного времени в качестве растворимого пищевого волокна, чтобы улучшить пищеварение и помочь развитию микрофлоры кишечника со значительными преимуществами для здоровья организма.

Натуральный хитозан не всегда пригоден для использования в промышленности, поэтому его подвергают химической или физической модификации с целью получения необходимых для соответствующего применения свойств. В результате модификации получают хитозан со сниженной вязкостью и повышенной стабильностью клейстера в агрессивных средах.

Одним из распространенных методов модификации хитозана является окисление. В результате окисления гидроксильные группы в полимерной цепи хитозана превращаются в карбоксильные. До настоящего времени для получения окисленного хитозана широко применялись гипохлорит натрия, что обусловлено его высокой эффективностью. Однако в процессе окисления образуются токсичные побочные продукты, которые загрязняют окружающую среду. При использовании в качестве окислителя пероксида водорода в ходе реакции не образуются вредных побочных продуктов, что делает пероксид водорода привлекательным для получения модифицированного хитозана.

В настоящей работе для получения модифицированного хитозана впервые предложено использование пероксида водорода в сочетании с диоксидом тиомочевина. Диоксид тиомочевина является промышленным продуктом и широко используется в целлюлозно-бумажной промышленности.

Установлено, что данный способ позволяет получить окисленный хитозан, содержащий карбоксильные группы. Наличие карбоксильных групп в составе полимера обуславливает снижение вязкости клейстера. Определено, что изменяя количество диоксида тиомочевина при постоянном количестве пероксида водорода, можно варьировать содержание карбоксильных групп, и, следовательно, вязкость клейстера, приготовленного из модифицированного хитозана. Так, при соотношении диоксида тиомочевина и пероксида водорода, равном 1:10, модифицированный хитозан содержит 9,1 карбоксильных групп на 100 глюкозных единиц, а при соотношении 1:1 – 106,2 карбоксильных групп на 100 глюкозных единиц.

Преимуществом применения пероксида водорода и диоксида тиомочевина для получения модифицированного хитозана является то, что полученный данным способом хитозан не содержит ионов железа и других металлов. Кроме того, данный метод позволяет варьировать вязкость клейстера при изменении молярного соотношения диоксида тиомочевина и пероксида водорода.

## УСТОЙЧИВОСТЬ КОСМЕТИЧЕСКИХ МАСЕЛ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Шишкина А. А., Воронина В. Ю.

МБОУ школа №18 им. Маршала А.М. Василевского городского округа Кинешма

Ивановский государственный химико-технологический университет

[an.cone@mail.ru](mailto:an.cone@mail.ru)

Учитель химии: Трофимова Е. В

Научный руководитель: к.х.н., доцент Головашова Е. С.

На сегодняшний день все больше набирает обороты тенденция использовать только натуральные и «природные» продукты, косметику и даже одежду. Под давлением рекламы потребитель старается приобрести косметику с натуральными маслами, без содержания консервантов и различных добавок, полагая, что именно такая косметика наиболее безопасна и эффективна в сравнении с промышленными средствами для ухода. Однако, не соблюдая правила использования и хранения косметики с высоким содержанием активных масел и низким содержанием консервантов можно получить для кожи еще больший вред. В маслах при неправильном хранении довольно быстро накапливается большое количество перекисных соединений, которые провоцируют преждевременное старение кожи, проблемы с кожей, шелушение, раздражение и покраснение.

В ходе исследования были смоделированы бытовые условия хранения масел и отслеживали как меняется содержания перекисных соединений в пересчете на активный кислород. Для эксперимента мы взяли 7 популярных косметических и пищевых масел: масло кокоса, какао, карите (ши), авокадо, масло виноградных косточек, миндаля, касторовое масло. Все они обладают уникальными качествами и входят в состав множества косметических средств, а так же могут использоваться в пищу.

Для начала мы провели эксперимент по определению перекисного числа в хранившихся маслах. Методика определения перекисного числа основана на реакции взаимодействия и нейтрализации продуктов окисления (гидроперекисей и перекисей), находящихся в растительных маслах, со смесью йодистого калия в растворе уксусной кислоты и хлороформа с дальнейшим определением количества выделенного йода раствором тиосульфата натрия методом титриметрии.

Определяли исходные перекисные числа, после хранения в темноте в прохладном месте и при хранении на свету в теплом месте (имитация условий ванной комнаты). После обработки полученных результатов составили ряд по убыванию устойчивости исследуемых масел к окислению. Уверенно можно утверждать, что баттеры - твердые масла с высоким содержанием предельных жирных кислот более устойчивы, по сравнению с жидкими. Масла, обладающие антиоксидантной активностью (виноградной косточки, авокадо), склонны накапливать перекиси быстрее остальных масел. За время хранения жидкие масла практически вдвое увеличили значение перекисного числа, практически достигнув предельно допустимых значений для своего вида. В общем, за три месяца хранения перекисные числа масел выросли примерно в два раза.

Таким образом, на эффективность и безопасность «натуральных» косметических средств напрямую влияют условия и длительность хранения. Продукты с активными маслами желательно хранить в плотно закрытой упаковке, без доступа света при температуре не выше 20 °С не дольше трех месяцев с начала использования.

*Исследование проведено с использованием ресурсов кафедры ТППП и БТ ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*



# СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НАД РАСТВОРАМИ НИТРАТОВ КОБАЛЬДА, КАДМИЯ, И ЦИНКА ДЛЯ ЖИДКИХ КАТОДА И АНОДА

Артюхов А.И., Истомин В.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
artyukhov@isuct.ru

Научные руководители: д.х.н., г.н.с. Рыбкин В.В. (ИГХТУ), к.х.н. доцент Шутов Д.А. (ИГХТУ)

Изучение разрядов, в которых в качестве электродов используется жидкость (водные растворы, электролиты, техническая и водопроводная вода), вызывают повышенный интерес у исследователей, за счет получения уникальных результатов которых очень сложно достичь другими методами. Возможность генерировать неравновесную плазму с высокой концентрацией химически активных радикалов с помощью подобных разрядов определяет их применение в плазмохимии (очистка водных растворов, плазмохимический синтез, применение в медицине). Большинство работ в данной области сводится к изучению разряда с жидким катодом, но в то же время разряд с жидким анодом не был исследован достаточно подробно.

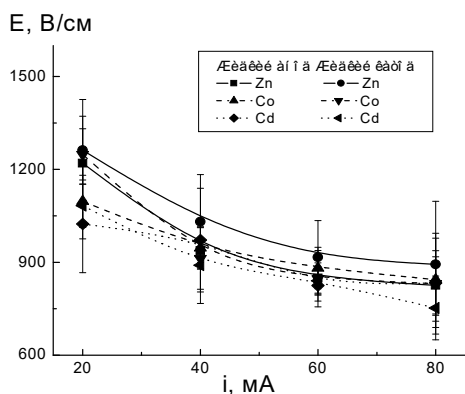


Рис. 1. Напряженность электрического поля

В работе были экспериментально исследованы электрофизические характеристики плазмы тлеющего разряда, возбуждаемой при атмосферном давлении в воздухе между жидким электродом, в качестве которого выступали растворы нитрата кобальта ( $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), кадмия ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), и цинка ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), а так же вторым электродом, выполненным из титана. Концентрация нитратов составляла 50 ммоль/л, межэлектродное расстояние изменялось от 10 до 1 мм, ток разряда варьировался в интервале 20-80 мА. Определение напряженности электрического поля и катодного падения потенциала в системе с жидким электродом проводилось методом подвижного электрода. Характерные размеры разряда, необходимые для расчета плотности тока, находились по фотографиям, сделанным цифровой камерой.

Напряженности поля уменьшается с ростом тока разряда и не зависит от типа раствора в пределах погрешности. слабо зависят от концентрации, во всяком случае в пределах погрешности эксперимента. Рост тока разряда при фиксированных концентрациях раствора приводит к падению напряженности электрического поля (от 1200 до 800 В/см). Катодное падение потенциала уменьшается как с ростом тока разряда так и с ростом концентрации раствора. Плотность тока для разряда с жидким анодом экспоненциально уменьшается с ростом тока разряда (от 0.6 до 0.15 А/см<sup>2</sup>). В системе с жидким катодом плотность тока слабо зависит от тока в пределах погрешности, но увеличивается в зависимости от используемого нитрата согласно ряду активности металлов.

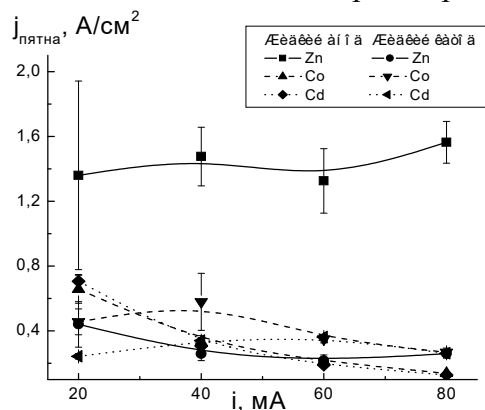


Рис.2. Плотность тока

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект 3.1371.2017/4.6).

В последние годы значительный интерес представляют процессы, протекающие в плазменно-растворных системах под действием газового разряда. Одно из достоинств такого рода систем – это отсутствие потребности в дополнительных химических реагентах: при действии плазмы на раствор в нем появляется широкий набор химически активных частиц, которые обладают как окислительными, так и восстановительными свойствами. Эти частицы образуются без использования каких-либо химических реагентов, а плазмообразующим газом может являться окружающий воздух. Подавляющее большинство существующих работ рассматривают системы, где жидкий электрод выступает в качестве катода (ЖК). Системы с жидким анодом до сих пор оставались вне подробного рассмотрения, поэтому их исследование является перспективным направлением изучения. Целью работы было изучение кинетических закономерностей образования продуктов воздействия разряда на воду.

В качестве жидкого анода (ЖА) выступал сосуд с дистиллированной водой. По его дну проходил один медный электрод, в то время как другой находился на расстоянии 5 мм от поверхности раствора. Между катодом и дистиллированной водой зажигался тлеющий разряд постоянного тока в атмосфере окружающего воздуха. Сила тока разряда составляла 40 мА. Время обработки варьировалось от 0 до 600 с. Через фиксированное время воздействия разряда проводили определение концентрации пероксида водорода, нитрит и нитрат ионов химическим анализом пробы обработанного раствора, а также pH раствора. Каждую точку получали с использованием свежей порции воды. Воспроизводимость измерений проверяли по результатам 5 измерений, а при расчете погрешности использовали доверительную вероятность 0.95.

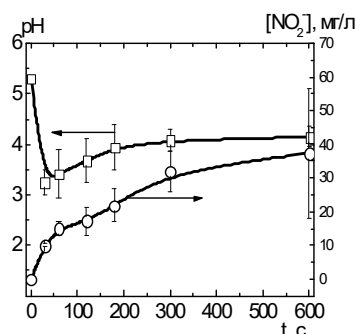


Рис. 1. Изменение pH и концентрации  $\text{NO}_2^-$  в жидком аноде.

полundergoes интенсивной ионной бомбардировке, а в нашем случае ЖА, бомбардировке электронами.

### Литература

1. Бобкова Е.С., Шикова Т.Г., Гриневич В. И., Рыбкин В.В. Анализ механизма образования пероксида водорода в разряде постоянного тока атмосферного давления с электролитным катодом // Химия высоких энергий. 2012. Т. 46, № 1. С. 56 – 59;
2. Шутов Д.А., Бобкова Е.С., Рыбкин В.В. Сравнительные характеристики плазмохимической деструкции анионных поверхностно-активных веществ сульфанола и лаурилсульфата натрия под действием контактного тлеющего разряда в воздухе // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2014. Т. 57, вып. 6. С. 49 – 54.

## ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ ГАЛОГЕНОВОДОРОДОВ

Башмакова Д. Е., Травкина Д. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
dashula988@mail.ru

Научный руководитель: д – р хим. наук, проф. каф. ТП и МЭТ Ефремов А. М.

В наши дни хлор и бром широко используются во многих отраслях промышленности, науки и бытовых нужд. Ведущая область применения этих газов – химическая промышленность. Основным побочным продуктом их применения в химической промышленности является хлористый водород и бромоводород, выделяющиеся при реакции прямого галогенирования, протекающей по схеме  $R - H + X_2 \rightarrow R - X + HX$ , которые обладают высокой токсикологической опасностью, где  $X - Cl$  или  $Br$ . Проблема здесь заключается в том, что востребованность исследуемых газов в качестве исходного реагента существенно ниже объемов их производства. Возможности традиционных методов переработки (абсорбция и/или нейтрализация жидкой фазой, электролиз растворов или натриевых солей, каталитическое окисление) ограничены низкой востребованностью конечного продукта, высокой энергоемкостью и сложностью технологического цикла. Поэтому актуальной задачей является разработка новых эффективных методов утилизации (перевода в нетоксичные соединения) или конверсии (перевода в высоко востребованные соединения) галогенводородов.

В данной работе произведен анализ кинетики плазмохимических процессов в хлористом водороде и бромоводороде при различных давлениях: низком (1 Па) и высоком (100 Па), при этом варьировалась концентрация электронов  $n_e = 10^9 - 10^{12} \text{ см}^{-3}$ . Выбранный диапазон перекрывает характерные значения концентраций электронов в электрических разрядах различной природы (тлеющий, дуговой, барьерный). В качестве основного инструмента исследований выбрано моделирование плазмы, алгоритм которой базируется на решении уравнений химической кинетики для пятикомпонентной системы частиц ( $HX, H_2, X_2, H, X$ ), где  $X - Cl$  или  $Br$ . Для этих целей было задействовано открытое программное обеспечение Kinet для численного моделирования кинетики сложных химических реакций. Константы скоростей процессов под действием электронного удара определялись с использованием литературных данных по сечениям процессов и Максвелловской функции распределения электронов по энергиям. Расчеты велись для температуры электронов  $T_e = 3 \text{ эВ}$ , что является типичным значением для стационарных разрядов, возбуждаемых при атмосферном и пониженном давлении. Константы скоростей для газофазных реакций атомов и молекул были выбраны из открытой базы данных NIST для  $T = 600 \text{ К}$ .

В ходе данного исследования была показана принципиальная возможность получения хлора и брома методом прямой (без использования дополнительных реагентов) деструкции  $HCl$  и  $HBr$  в условиях низкотемпературной неравновесной плазмы. Были получены расчетные данные по концентрациям частиц; определены процессы образования и гибели частиц; определены скорости процессов, формирующие стационарный состав плазмы. Проанализировано влияние внешних параметров плазмы на степени превращения и степени конверсии газов. Было найдено, что наиболее благоприятными условиями для конверсии  $HCl$  в  $Cl_2$  и  $HBr$  в  $Br_2$  являются высокие концентрации электронов (высокие уровни мощности, вкладываемые в плазму). Это обусловлено высокими скоростями реакций под действием электронного удара, приводящими к диссоциации  $HCl$  и  $HBr$ . В то же время, влияние давления на степень конверсии для этих газов является различным из-за различий в константах скоростей атомно-молекулярных реакций  $H_2 + Cl \rightarrow HCl + H$  ( $k = 6.69 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}/\text{с}$ ) и  $H_2 + Br \rightarrow HBr + H$  ( $k = 3,01 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}/\text{с}$ ). Таким образом, увеличение давления в реакторе при конверсии  $HCl$  способствует быстрому восстановлению исходных частиц.

Максимальная степень конверсии  $HBr$  составила 80,35 %, а  $HCl$  – 78,54 %. Можно предположить, что увеличение степени конверсии возможно путем добавления в газовую смесь дополнительных реагентов, таких как  $O_2$  или  $Ag$ . Не исключено, что в присутствии данных газов может быть осуществимо эффективное разложение поступающих в реактор молекул  $HCl$  либо  $HBr$ .

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ GaAs ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛАЗЕРНЫХ ДИОДОВ

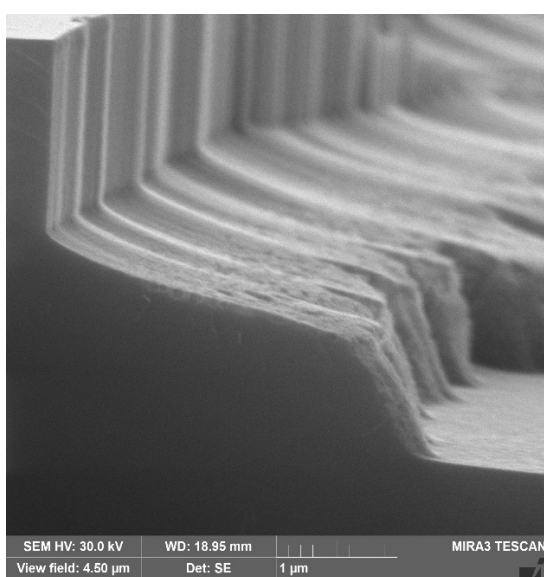
Бекетова Е. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[eugenia.becketova@yandex.ru](mailto:eugenia.becketova@yandex.ru)

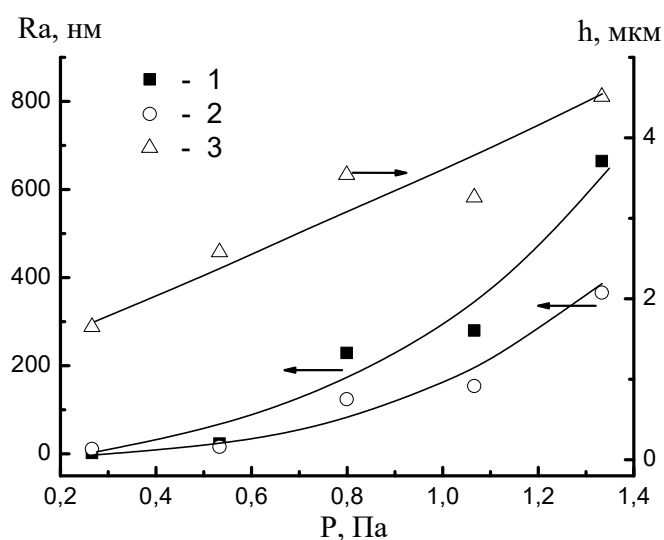
Научный руководитель: к. ф.-м. н., доцент Холодков И. В. (ИГХТУ)

Лазерные диоды с длиной волны излучения 975 нм находят широкое применение в системах скрытого ИК-видеонаблюдения, так как их свечение невидимо для человеческого глаза [1]. Основой для изготовления данных диодов является гетероструктура, включающая в состав такие слои как: GaAs, AlGaAs:Zn, AlGaAs, InGaAs/GaAs. Одним из этапов технологического процесса является формирование меза-структуры посредством плазмохимического травления в среде SiCl<sub>4</sub>/Ar.

К процессу плазмохимического травления предъявляется ряд требований, таких как неизменность состава полупроводника и максимальная производительность при величине шероховатости поверхности травления не более 20 нм. Травление осуществлялось в реакторе планарного типа при постоянных условиях: мощность ICP 750Вт, мощность РЧ-смещения 90Вт, поток SiCl<sub>4</sub> 7 (см<sup>3</sup>/мин), поток Ar 14 (см<sup>3</sup>/мин). Время обработки каждого образца – 180 секунд.



а)



б)

Рис. 1. Профиль стенки области травления (а) и зависимость шероховатости (до (1) и после (2) удаления фоторезистивной маски), а также, глубины области травления (3) от давления плазмообразующего газа (б).

Изменение шероховатости (Ra) поверхности травления после удаления фоторезистивной маски свидетельствует о накоплении в зоне травления низколетучих продуктов реакции полупроводника с элементами плазмообразующего газа и их удаления в процессе финишной отмывки. Накоплением остаточных продуктов реакции также можно объяснить резкое возрастание шероховатости поверхности травления, начиная от давления 0,799 Па, при сохранении относительно линейного характера увеличения скорости травления.

Таким образом, из проведенных экспериментов следует, что применительно к производству лазерных диодов на основе GaAs исходя из требований, предъявляемых к профилю травления, оптимальным значением давления плазмообразующего газа является 0,533 Па. В этом случае обеспечивается шероховатость и глубина протравы 16 нм и 2,58 мкм соответственно.

1. Коган, Л. Мощные излучающие диоды инфракрасного диапазона / Л. Коган // Элементная база электроники. Электроника. Наука. Технология. Бизнес. – 2011. – № 8. – С. 66 – 73.



# ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СМЕСИ $CF_4 + C_4F_8 + Ar$ С ПЕРЕМЕННЫМ СООТНОШЕНИЕМ $CF_4/C_4F_8$

Валатин А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[mihoilove@yandex.ru](mailto:mihoilove@yandex.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Ефремов А. М. (ИГХТУ)

Низкотемпературная газоразрядная плазма галогенсодержащих газов находит широкое применение в ряде технологических процессов при изготовлении изделий микро- и нанoeлектроники. В частности, для проведения процессов плазмохимического травления Si, SiO<sub>2</sub> и Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> часто используют фторуглеродные газы, такие как CF<sub>4</sub> и C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>. Предшествующие исследования показали, что начальный состав смесей CF<sub>4</sub> + Ar и C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> + Ar является эффективным механизмом регулирования как состава плазмы, так и баланса скоростей процессов травления и полимеризации. Очевидно, что большую перспективу в этом плане имеют тройные смеси, например, CF<sub>4</sub> + C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> + Ar, которые изучены в значительно меньшей степени. Поэтому целью данной работы являлось исследование кинетики и механизмов плазмохимических процессов в трехкомпонентной смеси CF<sub>4</sub> + C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> + Ar.

Эксперименты проводились в условиях индукционного ВЧ (13.56 МГц) разряда при фиксированном общем расходе газа ( $q = 60 \text{ см}^3/\text{мин}$ ), давлении газа ( $p = 0,5 \text{ мТорр}$ ), мощности смещения ( $W_{dc} = 150 \text{ Вт}$ ) и входной мощности ( $W = 800 \text{ Вт}$ ). Исходный состав газовой смеси CF<sub>4</sub>+C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>+Ar устанавливался путем регулирования расхода соответствующих газов. Доля Ar в подаваемом газе всегда составляла 33%. Фторуглеродные газы смешивались при различных соотношениях в пределах  $qCF_4 + qC_4F_8 = 40 \text{ см}^3/\text{мин}$ . Максимальная доля C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> в газовой смеси не превышала 25%. Зондовая диагностика с помощью двойного зонда Лангмюра обеспечивала данные по температуре электронов и суммарной концентрации положительных ионов, которые использовались в качестве входных параметров модели. Моделирование плазмы основывалось на совместном решении уравнений химической кинетики для заряженных и нейтральных частиц в квазистационарном приближении. Кинетическая схема включала 48 реакции.

Результаты зондовой диагностики показали незначительное увеличение температуры электронов  $T_e$  в диапазоне (3,72-4,01 эВ для 0-25% C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>), этот эффект обусловлен уменьшением потерь энергии электронов на электронное возбуждение и ионизацию доминирующих нейтральных частиц. Измеренная плотность ионного тока  $J^+$  уменьшается в диапазоне (1,11-0,97 мА/см<sup>2</sup> для 0-25% C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>), что аналогично концентрации ионов  $n^+$  ( $4,48 \times 10^{10} - 3,71 \times 10^{10} \text{ см}^{-3}$  для 0-25% C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>). Такое поведение обусловлено ростом ионизации за счет увеличения коэффициента скорости ионизации  $k_{iz}$  для концентраций нейтральных частиц всех типов. С увеличением доли C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> к смеси CF<sub>4</sub>/Ar возрастает концентрация полимеробразующих радикалов, в то время как концентрация активных атомов F, отвечающая за травление, монотонно падает. Это связано с тем, что генерация атомов F в плазме CF<sub>4</sub> происходит в процессах электронного удара с участием исходной молекулы, а образование радикалов подчиняется строгой последовательности CF<sub>4</sub> → CF<sub>3</sub> → CF<sub>2</sub> → CF. Напротив, в плазме C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> распад исходной молекулы сопровождается образованием радикалов CF<sub>2</sub>, а основным процессом образования атомов фтора является реакция CF<sub>2</sub> + e → CF + F + e.

Таким образом, из представленных данных можно заключить, что увеличение доли компонента C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> в тройной смеси CF<sub>4</sub> + C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> + Ar приводит к росту образования полимеробразующих радикалов, оказывающие влияние на процесс полимеризации.

## РАВНОМЕРНОСТЬ ЭФФЕКТА ПЛАЗМЕННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА

Василькин Д.П.

Ивановский государственный химико-технологический университет

d-vasilkin@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., доц. Смирнов С.А.

Полимерные материалы используются во многих отраслях промышленности: химические волокна в текстильной промышленности, подложки для ИМС, гибких экранов в электронике, композитные материалы в автомобиле и авиационной промышленности и т.д. Однако, как правило, полимеры характеризуются низкими значениями поверхностной энергии, имеют низкую адгезию к металлам и другим полимерам, плохо смачиваются растворителями и др. Плазменное модифицирование полимеров устраняет часть перечисленных недостатков. Область применения полимерных материалов расширяется, а качество продукта повышается.

Для модифицирования полимеров используют плазменные установки проточного типа, поэтому одним из важных параметров процесса является скорость потока газа. На установках для работы при атмосферном давлении реализуется два режима течения газа ламинарный и турбулентный. Распределение активных частиц в струях плазмы зависит от режима течения газа. Модифицирование поверхности связано с изменениями химического состава и топологии, вызванные столкновениями активных частиц плазмы с полимером. Поэтому возникает необходимость определить влияние потоков активных частиц и распределения их концентрации по объему струи на результаты модифицирования. Целью работы являлось исследование влияния режима течения газа на распределение потока активных частиц в послесвечении и равномерность эффекта модифицирования по поверхности полимера.

Объектом исследования являлась пленка изотактического полипропилена (ПП) толщиной 20 мкм (ТУ РБ 00204079.164-97) располагавшаяся в послесвечении на расстоянии 7 мм от разряда атмосферного давления в аргоне. Ток разряда составлял 15 мА, линейная скорость потока газа изменялась от 24 до 105 м/с, время обработки составляло 0,5-45 с. Исследовали краевые углы смачивания дистиллированной водой и ИК-МНПВО спектры (Avatar 360 FT-IR ESP) пленки до и после обработки. Измеряли распределение потенциала между полый стальной иглой (анод) и стальной пластиной, толщиной 1 мм (катод). По эмиссионным спектрам разряда определяли вращательную температуру  $N_2(C^3P_u)$ , ассоциируя её с температурой газа.

Исследование пленок полипропилена, обработанных в послесвечении разряда атмосферного давления, показало: краевые углы смачивания уменьшились с  $90^\circ$  до  $44-50^\circ$ , химический состав изменился. Наименьшие углы смачивания и наибольшие изменения химического состава наблюдались у образцов, обработанных при 105 м/с. Геометрические размеры образца выше, чем разряда, и как следствие, его послесвечения. Поэтому обработке подвергся небольшой участок полимера по всей его длине. Для определения области на поверхности полимера, которая подверглась модифицированию, измеряли краевые углы смачивания водой в зоне, находившейся прямо под разрядом, т.е. ниже по потоку газа, и на удалении 3, 6, 9 и 12 мм от неё. Наибольшее растекание капли наблюдалось в зоне под разрядом, чем дальше от этой зоны располагалась капля, тем краевой угол смачивания был выше. Аналогичный подход был применен при исследовании химического состава поверхности с помощью метода ИК-МНПВО спектроскопии. Оптические плотности в максимумах полос поглощения на волновых числах  $3210$ ,  $1720$  и  $1637\text{ см}^{-1}$ , отвечающих колебаниям связей  $OH$  и  $C=O$ , возросли. Наибольшая концентрация этих групп находится в зоне, расположенной во время обработки под разрядом, чем дальше от центра обработки, тем меньше концентрация групп. Эти данные позволили сделать предположение о ширине области, обработанной в послесвечении полимера. Модифицированию подвергся участок полимера при 24 м/с на расстоянии от центра  $\pm 3$  мм, при 105 м/с  $\pm 9$  мм. Таким образом, при турбулентном режиме течения газа выше не только гидрофильность, но и область полимера, подвергшаяся модифицированию.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕКОМБИНАЦИИ АТОМОВ ХЛОРА НА СТЕКЛЕ

Герасимов А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[isuctgerasimov@gmail.com](mailto:isuctgerasimov@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н., доцент, Ситанов Д.В. (ИГХТУ)

Плазмохимическое травление в хлоре находят широкое применение в технологии производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

Применение в качестве плазмообразующих сред хлора обусловлено получением высокой анизотропии при травлении кремния и возможностью плазмохимического травления ряда металлов (медь, алюминий, тугоплавкие металлы) и сложных полупроводников (арсенид галлия, фосфид индия и др.), которые не травятся во фторсодержащих средах.

В рамках данной работы изучалась константа гетерогенной рекомбинации атомов хлора на стенке реактора из молибденового стекла с использованием релаксационной импульсной методики. При этом разряд зажигался в импульсном режиме с целью получения спектральной кинетической зависимости гибели атомов хлора (рис.1), путем обработки которой, получили значение константы гетерогенной рекомбинации атомов хлора. Было показано, что гибель атомов хлора на стеклянной стенке реактора протекает по первому кинетическому порядку.

Константа гетерогенной рекомбинации определяет вероятность протекания этой реакции, что может быть использовано для целей математического моделирования и прогнозирования результаты плазмохимического эксперимента без его проведения.

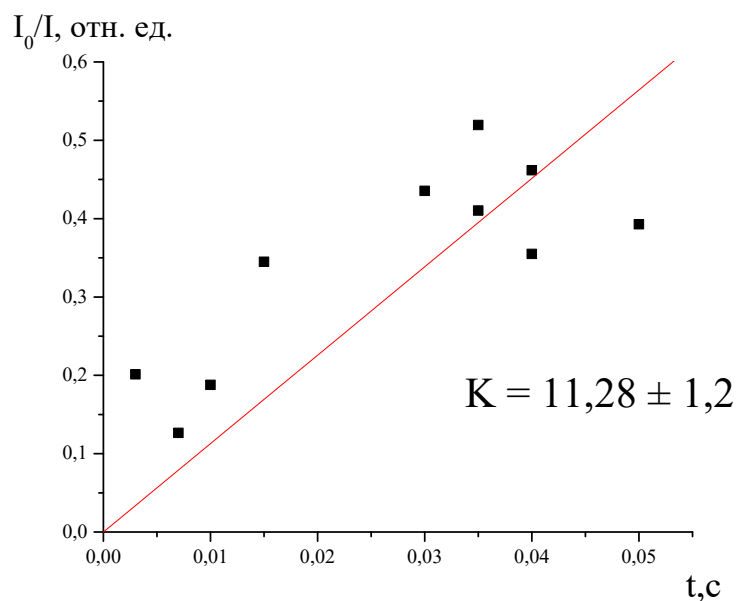


Рис. 1. Спектральная кинетическая зависимость гетерогенной рекомбинации атомов хлора на стеклянной стенке плазменного реактора ( $P=100$  Па,  $I_p=11$  мА, период следования импульсов тока – 160 мс)

По итогам проведенных партии экспериментов было полученное усреднение значение константы гетерогенной рекомбинации атомов хлора на стенке реактора, равная  $12$  с<sup>-1</sup>.

Данное исследование проводилось для того, чтобы в дальнейшем измерять константу гетерогенной рекомбинации на других материалах, в частности планируется использовать GaAs. В виду того, что загрузка реактора образцами, как правило, составляет не более 30%, поэтому необходимо знать константу гетерогенной рекомбинации атомов хлора на стекле для составления балансного уравнения с последующим вычислением этой величины для других материалов.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕКОМБИНАЦИИ АТОМВ ХЛОРА НА СТЕНКЕ РЕАКТОРА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Ешкутов И. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Email: Will-net@mail.ru

Научный руководитель: д. х. н., доцент Ситанов Д. В. (ИГХТУ)

Научно-исследовательская работа (НИР) была начата с изучения вакуумной установки, с помощью которой зажигают разряд в плазме и проводят травление образцов. С ее помощью также возможно определять константу гетерогенной рекомбинации различных радикалов на образцах, ограничивающих зону плазмы. В рамках данной работы нас заинтересовала динамика изменения этой величины на стенке реактора (стекле). Но перед тем как установить динамику ее изменения и среднее значение, было проделано большое количество опытов. При этом была изучена сама установка, так как все входящие в неё элементы тесно связаны и без знания отдельных узлов не получится провести эксперимент. Так же для того, чтобы определить константу рекомбинации, необходимо откачать из реактора все лишние примеси с помощью насоса и напустить в систему исследуемый газ. Именно благодаря ему, в реакторе проходят все процессы. В ходе всех проделанных работ нам удалось установить некоторую закономерность. При наработке реактора константа должна уменьшиться и достигнуть значения, известного в литературе. Свою позицию мы подкрепили рядом экспериментов, которые были статистически обработаны, и действительно получилось то, что значение константы гетерогенной рекомбинации атомов хлора на стеклянной стенке реактора достигло значения, опубликованного в литературе ( $k_r=12 \text{ c}^{-1}$ ). Далее в таблице 1 приведены полученные экспериментальные значения.

Экспериментальные значения констант гетерогенной рекомбинации атомов хлора  $k_r$  на стенке реактора (на молибденовом стекле)

Таблица 1

Партии экспериментов	$k_r, \text{c}^{-1}$
2317-2324	18,50±2,00
2327-2339	15,96±4,53
2344-2352	27,90±5,00
2357-2364	13,00±1,50
2368-2377	12,02±4,66
2380-2390	12,67±2,50

Снижение абсолютного значение константы мы связываем с очисткой стенки реактора и выходом ее на некоторое фиксированное значение.

# ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ АКТИНОМЕТРИИ РАЗРЯДОВ С ЖИДКИМ КАТОДОМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ В РАСТВОРЕ

Игнатъев О. И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Mladshenkiy2010@mail.ru](mailto:Mladshenkiy2010@mail.ru)

Научный руководитель: д.ф.-м.н., главный научный сотрудник Титов В. А. (ИХР РАН)

Оптическая эмиссионная спектроскопия плазмы разрядов постоянного тока с жидкими электролитными электродами является новым, перспективным методом анализа водных растворов на содержание ионов металлов. В данных разрядах анализируемые растворы используются как жидкие катоды, что позволяет упростить процедуру количественного и качественного определения различных элементов, без необходимости их перевода в аэрозоли путем распыления. Целью данной работы было определение концентрации катионов калия и меди в растворе с использованием метода оптической актинометрии плазмы, в качестве актинометра использовали рубидий.

Разряд постоянного тока ( $i = 50, 80, 100$  мА) возбуждали при атмосферном давлении между поверхностью раствора, которая использовалась в качестве электролитического катода, и стержневым анодом из меди диаметром 2 мм, помещенным над раствором. Спектры регистрировали с помощью спектрометра AvaSpec-2048 с разрешением 0,4 нм. В качестве жидких катодов использовали сульфат калия с концентрациями 1,0 и 0,4 г/л, подкисленный азотной кислотой, и хлорид меди с концентрацией 0,05 г/л, в который добавляли фоновый электролит (NaCl) с концентрацией 2,5-15 г/л. Для определения концентрации анализируемых металлов использовалось соотношение интенсивностей излучения атомов Rb ( $\lambda = 780,1$  нм) в качестве компонента актинометра и атомов K ( $\lambda = 766,4$  нм) и Cu ( $\lambda = 324,7$  нм) в качестве анализируемых элементов. В работе находили экспериментальные значения катодного падения потенциала, напряженности электрического поля и температуру газа. Напряженность электрического поля в плазме ( $E = 1400 - 2000$  В/см) и падение напряжения на катоде ( $U_c = 400 - 600$  В) рассчитывали по зависимостям напряжения горения разряда от расстояния между электродами. Температуру газа ( $T_g = 1660 \pm 50$  К) полагали равной вращательной температуре  $N_2(C^3\Pi_u, v'=0)$ , которую определяли по распределению интенсивности излучения в полосе перехода  $N_2(C^3\Pi_u \rightarrow B^3\Pi_g, 0-2)$ . Для расчета коэффициентов скоростей возбуждения излучающих состояний электронным ударом использовалась функция распределения энергии электронов, которая была найдена путем численного решения уравнения Больцмана с использованием компьютерной программы BOLSIG+. Уравнение Больцмана решалось с экспериментальными значениями приведенной напряженности электрического поля с учетом столкновений электронов с молекулами  $N_2, O_2$  (при соотношении мольных долей  $N_2:O_2 = 4:1$ ) и  $H_2O$ . Коэффициенты переноса металлов из раствора в плазму оценивали по скорости накопления конденсата в ловушке [1].

Установлено, что при постоянной концентрации катиона металла в растворе интенсивность линии излучения соответствующего атома в плазме сильно зависит от pH раствора, а, кроме того от концентрации добавочного электролита (NaCl). Это связано с переносом компонентов растворенного вещества в плазму. Найдено, что коэффициенты скорости возбуждения излучательных состояний анализируемых атомов и атомов актинометра существенно изменяются в связи с изменением приведенной напряженности электрического поля, но отношение констант изменяется значительно слабее. С использованием предложенного подхода были определены концентрации ионов калия и меди в растворе с относительной погрешностью не более 10 %, что показывает, что оптическая актинометрия плазмы разряда может использоваться для определения концентрации ионов в растворе.

1. Sirotkin, N. A. Transfer of Liquid Cathode Components to the Gas Phase and Their Effect on the Parameters of the Atmospheric Pressure DC Discharge / N. A. Sirotkin, V. A. Titov // Plasma Chem. Plasma Process., – 2017. – Vol. 37, № 6. – P. 1475-1490.

# ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ОБРАЗОВАНИЯ $H_2O_2$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА НА РАСТВОРЕ ФЕНОЛОВОГО КРАСНОГО

Горбин Д.И.

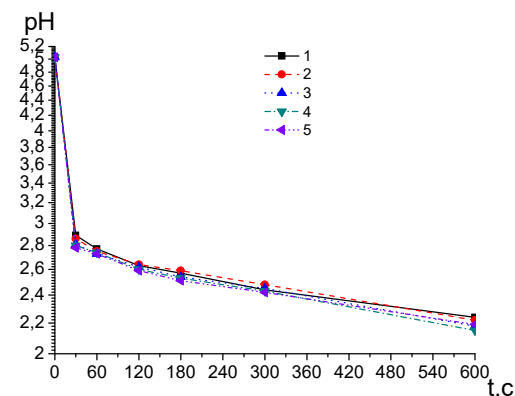
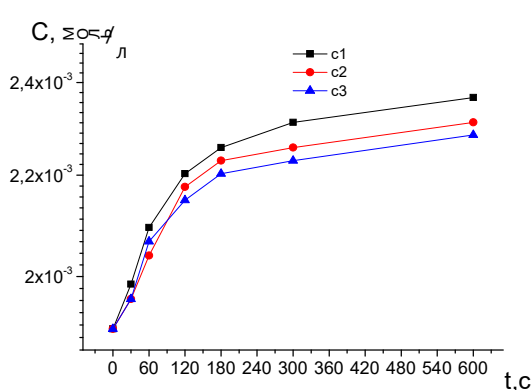
Ивановский государственный химико-технологический университет

[denis.gorbin@gmail.com](mailto:denis.gorbin@gmail.com)

Научный руководитель: к.х.н. доцент Шутов Д.А. (ИГХТУ)

Всем плазмохимическим установкам требуется источник питания для зажигания и поддержания стабильного горения плазмы, как при пониженном, так и при атмосферном давлении. Используемые на кафедре технологии приборов и материалов электронной техники ИГХТУ источники питания разряда построены на базе крупногабаритных трансформаторов типа НОМ, соответственно плазменные установки являются прикованными к месту расположения питающего устройства, в силу большой массы и габаритных размеров последнего. Было принято решение разработать компактный импульсный источник питания газоразрядных устройств как отдельное компактное устройство (ширина 25 см, высота 13 см). В качестве высоковольтного преобразователя используется повышающий импульсный трансформатор. Предварительно был сделан расчет требуемого количества намотанных витков на первичную и вторичную обмотку, а также рассчитано сечение провода, и сделаны каркасы под катушки. Для измерения высокого напряжения, параллельно электрической цепи, подключен делитель напряжения с коэффициентом деления 1000. То есть при максимальном выходном напряжении высоковольтного трансформатора в 10 кВ, делитель будет выдавать 2,5 вольта. Работа источника питания была проверена при зажигании и поддержании разряда в плазменно-растворной системе, в которой один из электродов представлял собой металлическую медную проволоку, а в качестве второго выступал такой же электрод, погруженный непосредственно в раствор.

Определение концентрации  $H_2O_2$  проводилось перманганатным методом. Изменения концентрации  $H_2O_2$  раствора фенолового красного от времени обработки приведены на рисунке. Видно, что основной рост концентрации  $H_2O_2$  происходит в первые 30–120 с обработки, а также была получена зависимость рН раствора фенолового красного от времени обработки.



## Основные результаты и выводы

- 1) Были построены зависимости изменения концентрации  $H_2O_2$  раствора фенолового красного от времени обработки и зависимость рН раствора фенолового красного от времени обработки.
- 2) В ходе выполнения моего исследования было замечено что ФК разрушается с течением времени под действием импульсного разряда.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# СРАВНЕНИЕ ПЛОТНОСТЕЙ ТОКА КОНТАКТНОГО ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НАД РАСТВОРАМИ НИТРАТОВ КАДМИЯ, ЦИНКА, КОБАЛЬТА И КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ЖИДКИХ КАТОДА И АНОДА

Истомин В.И., Артюхов А.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[istomin.yuriy@list.ru](mailto:istomin.yuriy@list.ru)

Научный руководитель: к.ф.м.н. Иванов А. Н. (ИГХТУ)

В настоящее время с большим интересом относятся к плазменно-растворным системам (ПРС). Это связано с открытием новых возможностей их применения: очистка воды от ряда стойких органических соединений, стерилизация, эмиссионно-спектральный анализ некоторых металлов и т.д. Помимо этого, такие системы и обработка материалов в низкотемпературной плазме тлеющего разряда применяется в ряде отраслей промышленности, в частности в текстильной, строительной, медицинской, а также в химической при производстве различных полимерных пленок. К примеру, было найдено, что обработка пленок различных полимеров в послесвечении разряда в потоке воздуха при атмосферном давлении ведет к образованию на поверхности кислородсодержащих групп и улучшению гидрофильности полимеров. Возможность генерировать неравновесную плазму с высокой концентрацией химически активных радикалов с помощью разрядов над различными растворами в ПРС определяет их применение в плазмохимии (очистка водных растворов, плазмохимический синтез, применение в медицине). В настоящее время существует множество работ посвященных разрядам как с жидким катодом, так и с жидким анодом.

В работе были экспериментально исследованы электрофизические характеристики плазмы тлеющего разряда, возбуждаемой при атмосферном давлении в воздухе между жидким электродом, в качестве которого выступали растворы нитратов кадмия ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), цинка ( $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), кобальта ( $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и кальция ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), где вторым электродом являлся титановый стержень. Готовились растворы нитратов следующих концентраций: 0.1 моль/л, 0.05 моль/л и 0.005 моль/л. Межэлектродное расстояние было равно 10 мм, ток разряда варьировался в интервале 20-80 мА. Характерные размеры разряда, необходимые для расчета плотности тока, находились по фотографиям, сделанными цифровой камерой.

Плотности тока в пятне разряда слабо зависят от концентрации, во всяком случае в пределах погрешности эксперимента. Наибольшую разницу имеет вид зависимостей плотностей тока в пятне разряда при жидком катоде и жидком аноде для всех концентраций. В случае с жидким катодом, при увеличении силы тока значения плотностей тока в пятне разряда незначительно снижаются. В случае с жидким анодом, при увеличении силы тока значения плотностей тока в пятне разряда незначительно снижаются, кривые имеют экспоненциальный вид. В ПРС с раствором нитрата цинка при  $C = 0.005$  моль /л плотности тока в пятне разряда имеют наибольшие значения по сравнению с другими при жидком катоде и аноде. В ПРС с раствором нитрата кальция при  $C = 0.1$  моль /л плотности тока в пятне разряда имеют наименьшие значения при жидком катоде. В ПРС с раствором нитрата кальция при  $C = 0.005$  моль /л плотности тока в пятне разряда имеют наименьшие значения при жидком аноде.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект 3.1371.2017/4.6).*

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МАСОЧНОГО ТРАВЛЕНИЯ СУБМИКРОННЫХ СТРУКТУР КРЕМНИЯ

Киселев С.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
aomune777@gmail.com

Научный руководитель: к.х.н., доцент Ситанов Д. В.

Растущая степень миниатюризации микросистем подталкивает исследователей искать эффективные методы формирования структур с субмикронными размерами. Метод плазмохимического травления с использованием фтора применяемый в микроэлектронике, позволяет с достаточно высокими скоростями травить кремний на большую глубину. Прим. этом, чтобы запустить процесс травления, нет необходимости в ионной активации химически активными радикалами фтора, участвующих в реакции с кремнием, т. к. данный процесс носит изотропный характер, то возникает необходимость в уменьшении изотропности плазмохимического травления с целью получения глубоких отверстий с достаточно вертикальным клином травления и минимальным растравом диаметра отверстий. Путь к производительности, воспроизводимости процесса и его анизотропии - это пассивация боковых стенок отверстий.

Технология bosch-процесса, разработанная компанией Bosch, довольно интересная высокими скоростями анизотропного травления и хорошей селективностью материала по отношению к маскирующему слою. Поэтому, данный способ плазмохимического травления был удачно применен в нашей работе для травления кристалла кремния. В качестве маскирующего слоя были применены пленки выращенного высокотемпературным методом  $\text{SiO}_2$  на поверхности того же кристалла. Отличались они влажностью среды окисления, а также полученными толщинами. Пленка оксида кремния, полученная в среде сухого кислорода, имела толщину  $h = 190$  нм, а пленка, выращенная во влажном кислороде, имела  $h = 800$  нм. В объеме полученного оксида, с помощью фотолитографии получили рисунок отверстий диаметром: 60, 80, 100 мкм. Плазмохимическое травление провели с помощью bosch – процесса, для двух масок условия были одинаковы, различались лишь количество циклов обработки. Для кремния с маской  $h = 190$  нм – 8 циклов, с маской  $h = 800$  нм – 20 циклов. Травление проводилось в среде  $\text{CHF}_3$  и  $\text{SF}_6/\text{Ar}$ :  $W_{\text{CHF}_3}^1 = 320$  Вт;  $\text{RF}_{\text{CHF}_3} = 0$  Вт;  $P_{\text{CHF}_3} = 12$  Па;  $t_{\text{CHF}_3} = 12$  с и  $W_{\text{SF}_6/\text{Ar}} = 650$  Вт;  $\text{RF}_{\text{SF}_6/\text{Ar}} = 65$  Вт;  $P_{\text{SF}_6/\text{Ar}} = 3.2$  Па;  $t_{\text{SF}_6/\text{Ar}} = 5$  с. Цикл состоял из;  $t_{\text{CHF}_3} = 12$  с +  $t_{\text{SF}_6/\text{Ar}} = 5$  с.

Глубина травления кремния составила 4,9 и 13.3 мкм для отверстий диаметром 100 нм, данные параметры были измерены на профилометре (рис. 1-2).

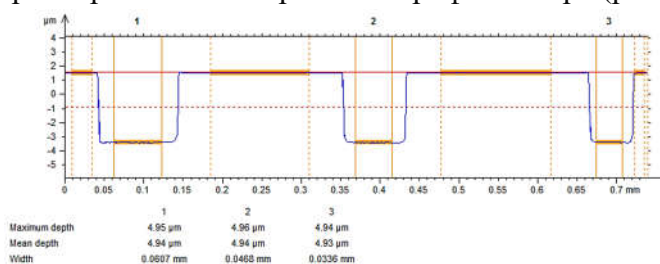


Рис. 1. Глубина травления кремния через пленку  $\text{SiO}_2$  толщиной 190 нм.

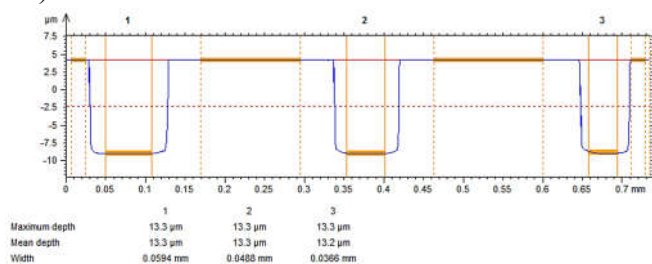


Рис. 2. Глубина травления кремния через пленку  $\text{SiO}_2$  толщиной 800 нм.

Полученные результаты будут использованы в дальнейшем для разработки альтернативного процесса плазмохимического травления структур малых размером, обладающего меньшими трудозатратами и малой глубиной заданного профиля.

<sup>1</sup> W- мощность вкладываемая в разряд, (Вт); RF-мощность смещения, (Вт); P-давление, (Па); t-время, сек.



# ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЕ И РЕАКТИВНО-ИОННОЕ ТРАВЛЕНИЕ КРЕМНИЯ В СРЕДЕ ТЕТРАФТОРМЕТАНА С КИСЛОРОДОМ

Козин А. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[hatber42@gmail.com](mailto:hatber42@gmail.com)

Научный руководитель: к. х. н., ст. преп. Мурин Д. Б.

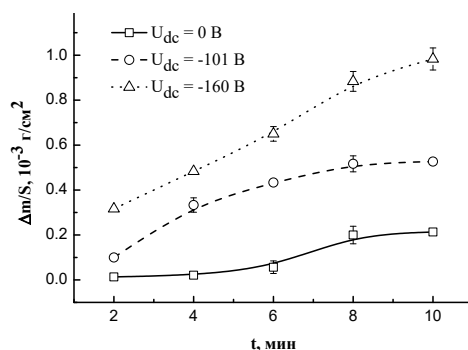


Рис. 1. Кинетические зависимости травления кремния в ВЧ плазме  $\text{CF}_4/\text{O}_2$ :  $W_{\text{rf}}=950$  Вт,  $P_{\text{общ}}=3.6$  мТор ( $\text{CF}_4/\text{O}_2$ :  $40/12$   $\text{см}^3/\text{мин}=2.8/0.8$  мТор).

На данный момент озонобезопасные газовые системы типа  $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$  ( $\text{CF}_4$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{F}_2$ ,  $\text{CH}_3\text{F}$ ) являются перспективными плазмообразующими средами, используемыми в технологии микро и нанoeлектроники, при проведении процессов «сухого» травления поверхностей полупроводниковых пластин и различных слоев. Основной целью использования подобных систем является получение свободных атомов галогенов и галогенсодержащих радикалов, которые, обладая высокой химической активностью, позволяют достигать более высоких значений скоростей травления, селективности и анизотропии процесса при формировании топологии микросхем по сравнению с известными жидкостными травителями. Также известно, что разбавление плазмообразующего газа инертным и/или молекулярным газом позволяет достигать специфических эффектов при травлении ряда материалов, например, приводить к увеличению скорости травления. Это эффект представляет большой технологический интерес, так как позволяет снизить расход основного газ-реагента, продлить срок службы откачных систем, уменьшить выброс токсичных веществ в атмосферу. Целью данной работы являлось исследование кинетики травления полупроводникового кремния в ВЧ плазме тетрафторметана с кислородом. Для исследования травления кремния ВЧ плазме тетрафторметана с кислородом использовалась полупромышленная установка «Платран 100ХТ» (подводимая мощность 0–1250 Вт, рабочая частота 13.56 МГц, поток плазмообразующего газа до  $200 \text{ см}^3/\text{мин}$ , температура стола 20–300 °С, смещение на подложкодержателе  $0 \div -160$  В). Тетрафторметан брали из баллонов с маркой "чистый" (МРТУ 51–77–66), содержание основного газа не менее 99.985%. Образцы исследуемого полупроводникового материала вырезались из кремниевой пластины ( $S \sim 1 \text{ см}^2$ ). Скорость травления определялась гравиметрическим методом, путем взвешивания образцов до и после обработки в плазме на аналитических весах WA–34. В наших экспериментах вкладываемая мощность  $W_{\text{rf}}$  являлась величиной постоянной (950 Вт), общее давление плазмообразующей смеси  $\text{CF}_4/\text{O}_2$  составляло  $p_{\text{общ}}=3.6$  мТор ( $\Gamma=52 \text{ см}^3/\text{мин}$ ,  $\text{CF}_4$  40 и  $\text{O}_2$  12  $\text{см}^3/\text{мин}$ ). Время травления изменялось от (2–10 минут) с интервалом 2 минуты. Первая партия образцов обрабатывалась в отсутствие потенциала смещения на подложкодержателе, вторая и третья при смещениях  $U_{\text{dc}} -101$  и  $-160$  В. Запись спектров излучения плазмы осуществлялась с помощью спектрометра фирмы Avantes AvaSpec–2048 и AvaSpec–3648, рабочий диапазон длин волн 200–1000 нм. В ходе проведения экспериментов были получены спектры излучения «чистых» газов  $\text{CF}_4$ ,  $\text{O}_2$  и смеси  $\text{CF}_4/\text{O}_2$ , а также спектры излучения  $\text{CF}_4$ , и смеси  $\text{CF}_4/\text{O}_2$  при травлении кремния. Анализ спектров излучения показал, наличие в них атомарных и молекулярных излучательных состояний. Зависимости кинетики травления Si в плазме  $\text{CF}_4/\text{O}_2$  приведены на рисунке 1.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00064 мол\_а.

Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-37-00064 мол\_а). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ МАСОЧНОГО ТРАВЛЕНИЯ КРЕМНИЯ В ЖИДКОСТНЫХ СРЕДАХ

Козлов А.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Email: email@isuct.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Ситанов Д. В. (ИГХТУ)

Под травлением материала в общем случае понимают механизм удаление слоёв поверхностных атомов или молекул материала.

В настоящее время для травления материалов в технологии микроэлектроники при получении микро- и наноструктур в равной мере используются два основных типа процессов: жидкостное травление (еще называемое классическим или химическим) и сухое травление (как правило травление в плазме).

Плазменная обработка широко используется в очистке, а также прецизионном травлении материалов различного состава. Технологические процессы сухого травления, в отличие от процессов жидкостного травления, выполняются в плазме и при отсутствии жидких реагентов. Однако для плазменного травления необходимо дорогостоящее оборудование, поддерживающее на постоянном уровне ряд параметров, таких как давление, состав плазмообразующего газа, скорость потока и плотность тока.

Жидкостное (химическое) травление является одним из важнейших процессов при химической обработке подложек в производстве приборов, создании трехмерных структур и рельефа. Без него проведение исследований свойств полупроводниковых материалов было бы намного затратнее. В отличие от «сухого» травления, жидкостное не требует особых условий среды, и может проводиться при нормальном давлении. В связи с этим установки для проведения классического травления намного дешевле, чем оборудование, необходимое для сухого травления.

Химическое травление основано на растворении поверхности пластин соответствующими жидкими химическими реактивами и состоит из нескольких этапов: диффузии реагента к поверхности полупроводника; его адсорбции на поверхности; поверхностных химических реакций; десорбции продуктов реакции и их диффузии от поверхности.

Среди всех методов жидкостного травления полупроводников выделяют следующие: изотропное (растворение с одинаковой скоростью по всем направлениям монокристалла); анизотропное (растворение с различной скоростью по различным направлениям монокристалла); селективное (растворение с различной скоростью на разных участках поверхности с одной и той же кристаллографической ориентацией); локальное (удаление материала лишь со строго ограниченных участков); послойное (равномерное последовательное снятие тонких поверхностных слоёв).

Нельзя не упомянуть такой краеугольный камень современной микроэлектроники, как масочное травление. Без него не обходится создание ни одного прибора, в котором содержится электроника.

Я исследовал процессы жидкостного и масочного травления и добился некоторых результатов, в том числе: выработал методику подготовки образцов кремния для целей плазмохимической визуализации поверхностных дефектов; отработал процесс формирования на поверхности кремния ступеньки травления с использованием масочного жидкостного травления кремния; исследовал влияние времени травления образцов кремния в стандартных жидкостных травителях на высоту ступеньки травления.

Также мною были изучены такие вопросы, как: механизмы взаимодействия кремния со стандартными жидкостными травителями; процесс травления кремния в жидкостных травителях; влияние времени травления образцов кремния в стандартных жидкостных травителях на убыль массы образца; влияние состава травителя на возникновение дефектов на поверхности кремния.

# ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Крапивкина О.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[ovk201424@yandex.ru](mailto:ovk201424@yandex.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Шикова Т. Г. (ИГХТУ)

Полимерные материалы используются в различных сферах, но из-за низких значений поверхностной энергии, плохой смачиваемости, низкой адгезии их использование ограничено. Существуют различные способы изменения поверхностных свойств полимеров. Одним из наиболее распространенных методов такой модификации является плазменная обработка, которая позволяет изменить свойства поверхности этих материалов в широких пределах.

Целью данной работы является исследование влияния обработки в низкотемпературной плазме пониженного давления в смеси аргона и кислорода на поверхностные свойства полиэтилентерефталата.

В работе использовалась экспериментальная установка с цилиндрическим реактором, изготовленным из стекла марки С-49, имеющий внутренний диаметр 3 см. Расход газа фиксировался по U-образному расходомеру. Скорость потока газа составляла 30 м/с. Ток разряда в экспериментах составлял 80 мА, давление газа изменялось от 50 до 200 Па. Образец обрабатываемого материала размером 2×9,5 см<sup>2</sup> располагался в виде кольца по образующей на внутренней поверхности реактора в области положительного столба тлеющего разряда. В реактор напускали смесь аргона с кислородом (соотношение газов регулировали временем набора в рабочую емкость). Давление в реакторе измеряли U-образным масляным манометром.

В качестве анализируемых параметров выступали гидрофильность поверхности и состав поверхности. Об изменении гидрофильности поверхности полимеров после обработки судили по изменению контактного угла. Состав поверхности полимера исследовали методом ИК НПВО на спектрофотометре «Avatar 360 FT-IR ESP».

Обработка в плазме пониженного давления приводит к уменьшению краевого угла смачивания: для исходного полимера он составляет 68°, а после воздействия плазмы аргона минимальное значение 24° достигается через 100 с после начала обработки, и при дальнейшем увеличении времени модифицирования угол не изменяется. При добавлении кислорода к аргону угол уменьшается до значения 17°. Изменение состава смеси и давления газа слабо влияет на смачиваемость пленок ПЭТФ.

При исследовании состава поверхности определяли поглощение (оптическую плотность) на волновых числах в областях, соответствующих колебаниям связей О-Н (3300 см<sup>-1</sup>), С=О (1725, 1700, 1680 см<sup>-1</sup>), С-О (1257, 1095, 1018 см<sup>-1</sup>), совместного колебания С=О и бензольного кольца (723 см<sup>-1</sup>). Измерения показали, что воздействие плазмы аргона приводит к разрушению одних функциональных групп на поверхности полимера и к образованию других. К первому типу относятся карбоксильные группы (уменьшение поглощения на 1725 и 1018 см<sup>-1</sup> по сравнению с исходным образцом), ко второму - карбонильные (1700, 1680 см<sup>-1</sup>) и гидроксильные (3300 см<sup>-1</sup>), для которых наблюдается рост поглощения. При добавлении к аргону кислорода концентрации отмеченных выше функциональных групп изменяются противоположно: в первом случае – растут, во втором – уменьшаются. С увеличением содержания кислорода оптические плотности на отмеченных волновых числах изменяются немонотонно, проходя через экстремальные значения при определенном содержании кислорода в смеси. Подобные зависимости говорят о конкуренции процессов образования и разрушения рассмотренных функциональных групп при увеличении концентрации кислорода в плазмообразующем газе.

# ОСОБЕННОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СВЧ ГЕНЕРАТОРА ВЫСОКОЙ ВЫХОДНОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ МОЩНОСТИ

Краснов А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)  
[crasnow.sascha2011@yandex.ru](mailto:crasnow.sascha2011@yandex.ru)

Научный руководитель: доцент кафедры ТПиМЭТ Холодков И. В.

В настоящее время ряд зарубежных фирм занимаются выпуском СВЧ генераторов, стабилизированных диэлектрическими резонаторами, однако в связи с имеющимися ограничениями на поставку электронных компонентов и устройств из-за рубежа, в данной работе изучена возможность построения высокостабильного генератора высокой непрерывной мощности выходного сигнала на отечественной электронно-компонентной базе.

В качестве объекта исследования выбран СВЧ генератор непрерывного излучения сигнала на частоте 13,325 ГГц с выходной мощностью 250 мВт и уровнем фазовых шумов при отстройке от несущей 1кГц – (-)70 дБм; 30 кГц – (-)90 дБм. В качестве схемы генератора была выбрана схема с параллельной обратной связью, так как она обеспечивает более низкие фазовые шумы, чем схема с последовательной обратной связью, а также легче настраивается [1].

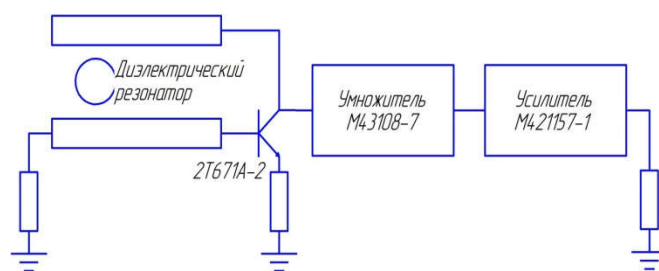


Рисунок. Блок-схема генератора

Наиболее важной частью проектирования генератора является выбор транзистора. Транзистор оказывает большое влияние на выходную мощность и на величину фазовых шумов в генераторе. Нами был выбран отечественный транзистор 2Т671А-2 с максимальной частотой работы 8,5 ГГц, который может обеспечить выходную мощность до 300 мВт.

Диэлектрический резонатор также играет важную роль. Так, например, уровень мощности и стабильность выходного сигнала напрямую зависят от геометрических размеров, добротности и местоположения диэлектрического резонатора в схеме генератора. Был выбран отечественный высокодобротный термостабильный диэлектрический резонатор ЦТО с диэлектрической постоянной  $\epsilon = 38 - 40$ ; добротностью  $Q = 5500$  на 7 ГГц; высотой 3 мм и радиусом 3,86 мм которые соответствуют резонансной частоте резонатора  $\nu = 6.62$  ГГц.

Для достижения частоты выходного сигнала 13.325 ГГц был применен отечественный умножитель частоты М43108-7 с коэффициентом умножения 2, диапазоном входных частот 6 – 7,5 ГГц и выходной мощностью 20-80 мВт. Для достижения необходимого уровня мощности выходного сигнала 250 мВт использовался усилитель М421157-1 с диапазоном входных частот 12 – 18 ГГц и коэффициентом усиления 7 дБ.

Установлено, что генератор, собранный по такой схеме, имеет выходную мощность 270 мВт с уровнем фазовых шумов при отстройке от несущей 1кГц – (-)85 дБм; 30 кГц – (-)103 дБм и работает на частоте 13,312 МГц, что не удовлетворяет техническому заданию, в связи с чем была произведена подстройка генератора путем перемещения диэлектрического резонатора относительно транзистора и микрополоска. Тем самым удалось достичь требуемых параметров и получить выходной сигнал с частотой 13,325 ГГц, мощностью 265 мВт и уровнем фазовых шумов при отстройке от несущей 1 кГц – (-)80 дБм; 30кГц – (-)100 дБм.

1. Alaslami N. Design Procedures for Series and Parallel Feedback Microwave DROs / N. Alaslami // Stellenbosch University. – 2007. – 101 с.

# КОНЦЕНТРАЦИИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕ СМЕСИ $\text{HBr} + \text{Cl}_2 + \text{O}_2$ С ПЕРЕМЕННЫМ СООТНОШЕНИЕМ КОМПОНЕНТОВ $\text{HBr} / \text{Cl}_2$

Кузьмин Д. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[dmitrij.cuz2011@yandex.ru](mailto:dmitrij.cuz2011@yandex.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Ефремов А. М. (ИГХТУ)

Плазма  $\text{HBr}$  и смеси на его основе нашли применение для травления  $\text{Si}$ ,  $\text{InP}$ ,  $\text{GaAs}$ ,  $\text{GaN}$ , гетероструктур на их основе, оксидов металлов и органо-силикатных стекол. Плазмообразующие смеси на основе  $\text{HBr}$  обеспечивают более высокую анизотропию травления моно- и поликристаллического кремния, а также более высокую селективность процесса по отношению к  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  и органическим фоторезистам по сравнению с традиционно используемыми хлор- и фторсодержащими газами. Скорости травления  $\text{Si}$  и  $\text{SiO}_2$  в  $\text{HBr}$ -плазме ниже, чем в плазме  $\text{Cl}_2$  при одних и тех же условиях обработки. Этот факт коррелирует с различиями в объемных плотностях и потоках атомов галогена в этих газовых системах. Добавление  $\text{O}_2$  к  $\text{HBr}$  или  $\text{Cl}_2$  снижает скорости травления  $\text{Si}$  и  $\text{SiO}_2$ , но приводит к более анизотропному травлению. Оба эффекта связаны с образованием низколетучих соединений  $\text{SiO}_x\text{Br}_y$  и  $\text{SiO}_x\text{Cl}_y$ , которые пассивируют боковые стенки. Предшествующие исследования показали, что тройные смеси, например  $\text{HBr} + \text{Cl}_2 + \text{O}_2$  являются эффективным механизмом регулирования как состава плазмы, так и баланса скоростей процессов травления и полимеризации. Однако подобные тройные смеси изучены в значительно меньшей степени. Поэтому целью данной работы являлось 1) исследование кинетики и механизмов плазмохимических процессов в трехкомпонентной смеси  $\text{HBr} + \text{Cl}_2 + \text{O}_2$  с переменным соотношением  $\text{HBr}/\text{Cl}_2$ ; и 2) получение предварительных результатов по концентрациям нейтральных частиц.

Эксперименты проводились в условиях индукционного ВЧ (13.56 МГц) разряда при постоянном давлении смеси 10 мторр, скорости потока газа 40 станд.  $\text{cm}^3/\text{мин}$  и вкладываемой мощности 500 Вт. На протяжении всего эксперимента, в плазмообразующей смеси не изменяется доля  $\text{O}_2$  (11%). Соотношение компонентов  $\text{HBr}/\text{Cl}_2$  изменяется в сторону уменьшения доли  $\text{HBr}$  с 89% до 0% и, соответственно, увеличения доли  $\text{Cl}_2$  с 0% до 89%. Зондовая диагностика с помощью двойного зонда Лангмюра обеспечивала данные по температуре электронов и суммарной концентрации положительных ионов, которые использовались в качестве входных параметров модели. Моделирование плазмы основывалось на совместном решении уравнений химической кинетики для заряженных и нейтральных частиц в квазистационарном приближении. Кинетическая схема включала 112 реакций.

Было установлено, что замена  $\text{HBr}$  на  $\text{Cl}_2$  при постоянной доле  $\text{O}_2$  в исходном газе 1) приводит к слабому увеличению температуры электронов и концентрации ионов; 2) к немонотонному изменению концентрации атомов  $\text{Br}$ ; 3) к появлению в плазме существенных концентраций  $\text{HCl}$ ; и 4) к выполнению условия  $n(\text{Cl}) > n(\text{Br})$  при полном замещении  $\text{HBr}$  на  $\text{Cl}_2$ . Увеличение температуры электронов связано с тем, что потери электронов при столкновении с молекулами хлора меньше, чем с молекулами  $\text{HBr}$  за счет меньших сечений и пороговых энергий колебательного возбуждения. Немонотонное (с максимумом при 22%  $\text{Cl}_2$ ) изменение концентрации атомов брома обусловлено ростом скорости их образования в реакции  $\text{Br}_2 + \text{Cl} \rightarrow \text{Br} + \text{BrCl}$  с последующей диссоциацией продуктов электронным ударом  $\text{BrCl} + e \rightarrow \text{Br} + \text{Cl} + e$ . Высокие скорости образования и концентрации молекул  $\text{HCl}$  обеспечиваются реакцией  $\text{HBr} + \text{Cl} \rightarrow \text{HCl} + \text{Br}$ , которая поддерживается за счет роста концентрации атомов хлора. Более высокие концентрации атомов брома по сравнению с атомами хлора в системах  $\text{HBr} + \text{O}_2$  и  $\text{Cl}_2 + \text{O}_2$  обусловлены 1) более высокими значениями константы скорости диссоциации  $\text{Cl}_2$  по сравнению с  $\text{HBr}$  при электронном ударе; и 2) более низкими скоростями расходования молекул хлора при взаимодействии с атомами кислорода.

# ТРАВЛЕНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗА В ПЛАЗМЕ ВЧ РАЗРЯДА СМЕСИ ГАЗОВ O<sub>2</sub>/SF<sub>6</sub>

Маркус Д. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[D.155452.M@yandex.ru](mailto:D.155452.M@yandex.ru)

Научный руководитель: к. ф-м. н., доцент Холодков И. В.

Поликристаллический алмаз способен стать как основой для теплоотводящих систем нового поколения, так и полупроводниковой основой для создания транзисторов. Большая технологическая сложность при использовании данного материала заключается в размерной обработке. Цель данной работы состояла в травлении канавок заданных размеров в поликристаллическом алмазе.

В качестве плазмообразующего газа использовалась смесь O<sub>2</sub>/SF<sub>6</sub>. Процесс травления проводился в ICP реакторе в течении 10 минут при давлении газа 13,3 Па, расходе O<sub>2</sub> 10 л/ч и SF<sub>6</sub> 1 л/ч, вкладываемой ВЧ мощности 900 Вт при ВЧ смещении на пластине 20 Вт. Маска для травления состояла из титанового подслоя и напыленного поверх него алюминия. Общая высота маски составляла 1 мкм. Фактически маскирующим покрытием являлся слой оксида алюминия, образующийся на поверхности в процессе травления и обеспечивающим требуемую химическую стойкость маски. Изучение поверхности маски после проведения травления с помощью СЭМ показали отсутствие серьёзных повреждений ее поверхности изменений в толщине. В результате в пластине поликристаллического алмаза было сформировано углубление в 6 мкм с практически прямыми стенками (рисунок).

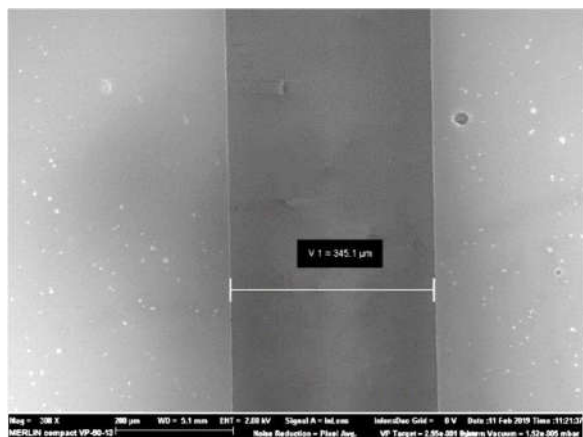


Рис. 1. Изображение области травления (СЭМ).

В процессе роста атомы и небольшие кластеры кремния диффундируют в поликристаллический алмаз и распределяются по границам зёрен, что, в последствии, мешает процессу травления в кислороде из-за образования оксида кремния, играющего роль пассиватора поверхности. Добавление даже небольшого количества SF<sub>6</sub> позволяет эффективно удалять кремний и его оксиды, обеспечивая высокие скорости травления.

Профилометрия области травления показала относительно высокую шероховатость дна полученных углублений и наличие шипов из недотравленного полиалмаза, что препятствует дальнейшему использованию структуры в технологическом процессе и требует дальнейшего изучения.

1. Sandru, G.S. Reactive ion etching of diamond / G.S. Sandru, W.K. Chu // Appl. Phys. Lett. – 1989. – V.55, No.5. – С.437-439.
2. Leech, P.W. Reactive ion etching of diamond in CF<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> and Ar-based mixtures / P.W. Leech, G.K. Reeves, A. Holland // Journal Material Science. – 2001. – V.36. – С.3453-3459.

# ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕДИ НА ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ЛАМПЫ ОБРАТНОЙ ВОЛНЫ

Орлов А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
anatolii007007@gmail.com

Научный руководитель: к. ф.-м. н., доцент Холодков И. В. (ИГХТУ)

Развитие средств радиоэлектроники и усложнение выполняемых ими функций непрерывно выдвигают всё новые и более сложные требования к электронным приборам и стимулируют их прогресс. Важное место занимают электронные приборы сверхвысоких частот (СВЧ), которые определяют выходные параметры радиоэлектронной аппаратуры связи, радиолокации, радионавигации, радиопротиводействия. Лампа обратной волны (ЛОВ) – это электронный прибор для генерации электромагнитных колебаний СВЧ-диапазона, в котором пучок электронов взаимодействует с электромагнитной волной в замедляющей системе. Продвижение ЛОВ в терагерцовый диапазон сопровождается рядом трудностей при изготовлении замедляющих систем. В настоящее время на предприятии АО «НПП «Исток» им. Шокина» проводится разработка ЛОВ с рабочей частотой до 1,4 терагерц. Первостепенной задачей стоит необходимость изготовления замедляющих систем типа «гребёнка», отвечающих поставленным требованиям. Такие замедляющие системы изготавливаются из бескислородной меди с твёрдостью по Бринеллю не менее 103 методом электроискровой резки.

Теплопроводность заготовки напрямую влияет на процесс изготовления замедляющих систем. В процессе резки меди в области формирования разряда образуется избыточная тепловая энергия (температура в зоне реза составляет более 1000 °С). Одним из каналов отвода тепла из зоны резки является сама подложка меди. Из-за недостаточной теплопроводности меди повышенная температура в зоне реза способствует образованию нежелательных коксовых отложений в зоне реза при пиролизе керосина (рабочей жидкости). В качестве среды обработки используется керосин авиационный ТС-1 т.к. он имеет процентное содержание серы 0,005 и проводимость  $1 \cdot 10^{-11} - 1 \cdot 10^{-12}$  Ом·м. Так же для понижения проводимости и увеличения вязкости среды в керосин возможно добавление трансформаторного масла ТМ-1 (проводимость и вязкость среды обуславливают геометрические размеры продольных рядов замедляющей системы). При температурах промышленного пиролиза – от 650 до 900 °С – может формироваться кокс трех типов, отличающихся строением (макроструктурой): волокнистый нитевидный ленточный (дендрит) или игольчатый, слоистый анизотропный, образующий прочную пленку, и аморфный («пушистый»), изотропный, образующий относительно непрочную пленку черного цвета. В промышленности используют серу для «борьбы» с отложением кокса. Однако, в данном случае использование серы не целесообразно т.к. примеси серы в меди снижают электропроводимость меди, тем самым увеличиваются потери СВЧ сигнала в готовой системе.

Изначально для придания заготовке нужной толщины проводится фрезерование. Перед фрезерной обработкой подложка меди была подвержена отжигу при температуре 500 °С для упрощения данной операции (после отжига медь становится более мягкой за счёт изменения зернистости). В свою очередь зернистость образцов меди влияет на её теплопроводность. Таким образом, после процесса отжига теплопроводность подложки меди уменьшилась, что в свою очередь не лучшим образом отразилось уже на процессе электроискровой резки. Стал образовываться аморфный кокс в виде хлопьев и т.к. процесс резки изделия проходит в направлении сверху вниз, то возможно падение этих хлопьев в зону реза с последующим замыканием рабочего инструмента на деталь. В дальнейшем от отжига подложек меди было принято отказаться и процесс резки нормализовался. Поэтому при изготовлении замедляющих систем необходимо использовать сорт меди с наибольшей теплопроводностью.

1.Серебренницкий, П. П. Современные электроэрозионные технологии и оборудование: учебное пособие. – 2е изд., доп. и перераб. – СПб.: Лань, 2013. – 352 с.

# ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В СМЕСИ АРГОНА И КИСЛОРОДА

Ощенко И.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет,

Potron-333@yandex.ru

Научный руководитель: к.х.н., зав. каф. ТП и МЭТ Смирнов С.А. (ИГХТУ)

Плазмохимическое модифицирование материалов – одно из динамично развивающихся направлений прикладной плазмохимии. Использование плазмохимических процессов в текстильной и легкой промышленности позволяет заменить технологические операции, требующие больших расходов воды, на процессы сухой обработки. Очевидно, что для промышленного применения обработка в плазме атмосферного давления является, наиболее, привлекательной благодаря отсутствию необходимости предварительной откачки рабочей камеры.

Целью работы является определение электрофизических параметров разряда атмосферного давления в смеси аргон-кислород различного состава.

Разряд возбуждался между полый стальной иглой – анодом (внутренний диаметр  $d=470$  мкм) и заостренной пластиной из нержавеющей стали толщиной  $\sim 1$  мм, выступающей в роли катода. Поток смеси Ar-O<sub>2</sub> пропусклся со скоростью от 24 до 105 м/с. Расход газа измерялся с помощью капиллярного расходомера. Схема питания разряда включала в себя повышающий трансформатор (максимальное напряжение на выходе 4 кВ), двухполупериодный выпрямительный мост и балластное сопротивление, которое можно было ступенчато менять в интервале 30 кОм – 1,3 МОм. Для сглаживания пульсаций напряжения применяли батарею конденсаторов общей емкостью 6 мкФ. Напряжение на первичной обмотке повышающего трансформатора изменяли с использованием лабораторного автотрансформатора. Ток разряда составлял 15 мА. Межэлектродное расстояние варьировалось от 0,5 до 1,5 мм. Для регистрации спектров излучения разряда использовали спектрофотометр AvaSpec-2048L-2-USB2. Диаметр положительного столба определяли по фотографиям, сделанным цифровой фотокамерой.

Диаметр положительного столба разряда изменялся от 0,034 до 0,048 мм при межэлектродном расстоянии 1 мм. Минимальные значения диаметра положительного столба разряда наблюдались для плазмы чистого Ar. Диаметр положительного столба разряда практически не зависел от линейной скорости потока и содержания кислорода в газовой смеси.

Методом перемещающегося анода была измерена напряжённости электрического поля, которая составила от 620 до 1680 В/см. Максимальное значение напряженности поля достигается в интервале от 40 до 70 % содержания аргона в газовой смеси в зависимости от скорости потока газовой смеси.

По спектрам излучения второй положительной системы азота была найдена вращательная температура N<sub>2</sub>(C<sup>3</sup>Π<sub>u</sub>) которая изменяется в интервале от 1100 до 2100 К с максимальным значением в интервале 40-50 % содержания аргона в газовой смеси.

Значения приведённой напряжённости изменяются от  $1 \cdot 10^{-16}$  до  $4,53 \cdot 10^{-16}$  В·см<sup>2</sup> с максимальными значениями при 50 % содержании Ar в смеси. Приведённая напряжённость электрического поля практически не зависит от линейной скорости потока газа. Таким образом, получены необходимые экспериментальные данные об электрофизических параметрах разряда атмосферного давления в смеси Ar-O<sub>2</sub>, необходимые для построения математической модели.



# УЛУЧШЕНИЕ СООСНОСТИ ПАЯЕМЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВАКУУМНЫХ СВЧ ПРИБОРОВ

Парменов А. А., Корепин Г. Ф.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[moisey1345gvh@gmail.com](mailto:moisey1345gvh@gmail.com)

Научный руководитель: к. т. н., нач. лаб. Корепин Г. Ф. (АО «НПП «Исток» им. Шокина);

к. х. н., доцент Шикова Т.Г. (ИГХТУ).

Процесс высокотемпературной пайки широко распространен в производстве электровакуумных приборов (ЭВП) для создания вакуумноплотных соединений прибора. С помощью высокотемпературной пайки можно создать соединение с достаточной вакуумной плотностью, что обеспечивает прибор требуемой вакуумной плотностью (давление остаточных газов в конце срока хранения должно быть не выше  $10^{-3}$  Па) и позволяет сохранять работоспособность на протяжении 12 лет [1]. В процессе производства ЭВП требуется паять различные детали, отличающиеся как по материалу, так и по его толщине, что приводит к большому количеству технологических проблем, связанных с созданием вакуумноплотных соединений. Решение значительной части проблем осуществляется несколькими способами: 1) расчетом оптимального количества припоя и зазора между паяемыми деталями; 2) выбором конструкции узла; 3) выбором наиболее подходящих материалов; 4) оптимизацией технологии пайки и подготовки деталей к этой операции с учетом особенностей применения паяного узла и других. Расчет необходимых характеристик проводится по формулам, которые учитывают коэффициент линейного температурного расширения материалов.

Одной из проблем паяных узлов является недостаточный уровень соосности входящих в узел деталей, например, в изоляторе электронной пушки. Последняя проблема решается обычно применением сложной и дорогостоящей оснастки. Изменение геометрических размеров связано с особенностями технологического процесса пайки и свойствами материалов деталей при высокой температуре. Очевидно, что в этом направлении требуется провести исследования, направленные на обеспечение заданного уровня гарантии требуемых геометрических размеров после пайки узла более простыми и эффективными методами. Например, строгим расчетом не только действия капиллярных сил, но и с учётом особенностей конструкции капилляров, угла смачивания припоем, сил Архимеда, воздействующих на детали, сил поверхностного натяжения жидкого припоя, динамики этих и других сил в паяемом и паяном узле, чем обычно пренебрегают, не производя больших расчетов.

1. Ковалевский, Р. Е. Конструирование и технология вакуумноплотных паяных соединений / Р. Е. Ковалевский, А. А. Чекмарев. – М.: Энергия, 1968. – 208 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ CVD АЛМАЗА В КОНСТРУКЦИИ СВЧ ДИОДОВ

Пухов Д. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

dimapukhov.95@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н. доцент Шикова Т. Г. (ИГХТУ)

Современное развитие систем связи, радиотехнических средств управления воздушным движением, систем предупреждения столкновения во время захода летательного аппарата на посадку, обзор летного поля в неблагоприятных метеоусловиях, систем точного оружия и др. идет по пути освоения миллиметрового диапазона длин волн. К активным элементам таких систем предъявляются все более жесткие требования с точки зрения стабильности параметров, долговечности, увеличения мощности, расширения частотного диапазона. Поэтому проблема разработки прогрессивных конструкций и технологий производства приборов СВЧ, таких как лавинно пролётных диодов (ЛПД), а также устройств с их использованием является актуальной.

Одним из главных требований, предъявляемым к СВЧ-диодам, являются малые значения емкости диода. Совершенствование корпуса идет по пути уменьшения ёмкости диэлектрической втулки (или изолятора) и уменьшения индуктивности выводов. Снижения паразитной ёмкости корпуса можно достичь уменьшением внешнего диаметра диэлектрической втулки при постоянном внутреннем диаметре, увеличением высоты диэлектрической втулки, применением диэлектрика с меньшим значением диэлектрической проницаемости.

Целью работы является модернизация корпуса лавинно пролётного диода, путём замены традиционных рубиновых втулок на поликристаллические CVD алмазные для уменьшения ёмкости как следствие увеличения частоты работы диода, а также добавление в конструкцию полиалмаза как теплоотвода для увеличения мощности диода в 1,5 – 2 раза. Алмаз имеет меньшую диэлектрическую проницаемость ( $\epsilon=5,5-10$ ) чем рубин ( $\epsilon=11,3$ ), частота работы диода увеличивается. Это видно из выражения  $T = 2\pi\sqrt{LC}$  (1) где T-период, L-индуктивность, C-ёмкость. Втулка представляет собой цилиндрический конденсатор, ёмкость его рассчитывается по выражению  $C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln(\frac{R_2}{R_1})}$  (2).

При уменьшении диэлектрической проницаемости, ёмкость падает (2), при падении ёмкости период уменьшается (1), следовательно, частота работы диода растёт.

В основу конструкции ЛПД диодных структур положен процесс получения приборов с обратной меза-структурой на теплоотводе. Использование диодов с обратной меза-структурой обусловлено стремлением повысить электрическую прочность волноводного выключателя за счет улучшения теплоотвода от полупроводникового кристалла.

Теплоотводы из меди обычно в несколько раз превосходят по размерам охлаждаемый элемент. Применение таких теплоотводов позволяет достичь эффективного охлаждения, однако в случае микроминиатюрных полупроводниковых приборов площадь контакта теплового экрана оказывается настолько малой, что рассеяние тепла теплоотводами из таких материалов иногда оказывается недостаточным. В настоящее время все более широкое применение находят алмазные теплоотводы, основанные на высокой теплопроводности алмаза. Поскольку CVD алмаз обладает большей теплопроводностью (2000 Вт/м·К) чем медь (400 Вт/м·К), то использование алмазных теплоотводов позволит поднять мощностные характеристики диода за счёт уменьшения теплового сопротивления и увеличения рассеиваемой мощности в 1,5-2 раза [1].

1. Ратникова А. К. Создание высокоэффективных теплоотводов на основе поликристаллического алмаза для мощных полупроводниковых приборов: дис. ... кандидат технических наук. Федеральное Государственное Унитарное Предприятие НПП «Исток», Фрязино, 2012.

# ПЛАЗМЕННО-РАСТВОРНЫЙ СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПОРОШКОВ

Раковская А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Nusha-a-a-a@yandex.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Шутов Д.А. (ИГХТУ)

В данной работе проведено исследование железосодержащих порошков, полученных с использованием плазменно-растворной системы. Реактор представляет собой H-образную стеклянную ячейку, плечи которой разделены целлофановой мембранной. Высокое напряжение подавалось на титановые электроды, расположенные над поверхностью раствора, так что раствор в одном из “плечей” ячейки являлся анодом, во второй - катодом. Диапазон токов разряда составлял 30-70 мА. В качестве жидкой фазы использовались водные растворы  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , с концентрациями кристаллогидрата  $5 \cdot 10^{-3}$  и  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/л.

Под действием разряда в анодной и катодной частях реактора наблюдалось образования коллоидной взвеси в области контакта разряда с раствором с последующим выпадением осадка желто – коричневого цвета. Также было замечено образование пленки неизвестного состава на мембране со стороны жидкого катода. Полученные осадки отбирались из каждой ячейки в отдельные емкости, промывались дистиллированной водой и были высушены при температуре не превышающей  $60^\circ\text{C}$ .

По результатам РФА в полученных порошках не было выявлено кристаллической фазы, то есть порошки являются аморфными.

По результатам ТГА и ДСК, представленным на рисунках 1 и 2, было установлено, что суммарная убыль массы порошка из анодной части составляет 40,97%, из катодной – 39,09%, следовательно, порошки в анодной и катодной части имеют одинаковый состав.

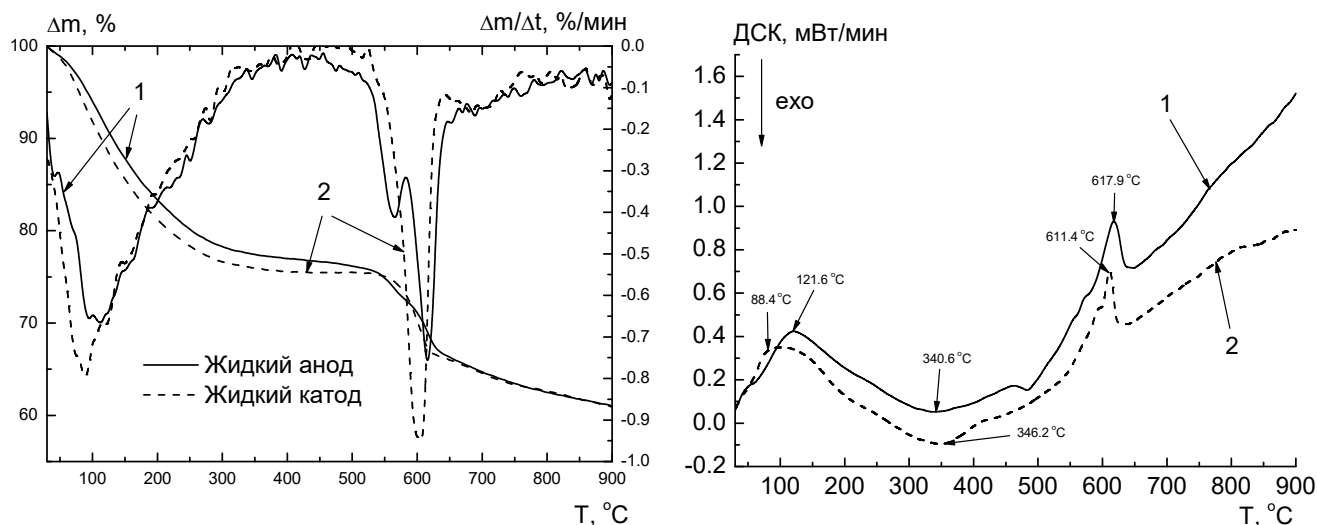


Рис.1. Термогравиметрические и дифференциальные термогравиметрические кривые прокаливания порошков, полученных в жидком аноде (1) и жидком катоде (2).

Рис.2. ДСК кривые прокаливания порошков, полученных в жидком аноде (1) и жидком катоде (2).

# ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОРЕЗИСТИВНОЙ МАСКИ ДЛЯ НАПЫЛЕНИЯ Г-ОБРАЗНОЙ ЗАТВОРНОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ ШОТТКИ

Ращенко А.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[aler1596@gmail.com](mailto:aler1596@gmail.com)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Шикова Т.Г.

Полевые транзисторы Шоттки (ПТШ) находят широкое применение в качестве элементной базы современных GaAs-СБИС структур, работающих в диапазонах высоких и сверхвысоких частот.

В настоящее время в технологии изготовления ПТШ широко используют Т-образные затворы. Контактная область «шляпка» затвора необходима, чтобы уменьшить сопротивление затвора, и он не выгорал, но в тоже время, накопленный в ней заряд может вносить некоторые изменения в заложенные характеристики производимого прибора. Для того что бы уменьшить данный эффект формируется Г-образный затвор, емкость контактной области которого находится только с одной стороны от контакта Шоттки.

Целью работы является подбор оптимальных параметров формирования фоторезистивной маски для напыления Г-образного затвора полевых транзисторов Шоттки.

Что бы получить необходимый затвор необходимо сформировать правильную структуру фоторезистивной маски. В качестве защитного слоя используется  $\text{Si}_3\text{N}_4$ . Сама фоторезистивная маска состоит из 2-х слоев фоторезистов SF9+SPR700 или SF9+AZ7905. Двухслойных фоторезист используется с целью отделить чувствительный слой (SPR700) от планаризирующего (SF9) для взрывной литографии. Подобная конструкция позволяет повысить разрешающую способность и термостабильность резиста по отношению к однослойному фоторезисту.

В рамках исследования подбиралась температура осаждения защитного слоя  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , время экспонирования для двух групп фоторезистивных масок SF9+SPR700 и SF9+AZ7905 для получения затвора размером 0,6 и 0,7 мкм. Эксперименты показали, что при выбранных условиях проведения процесса фоторезистивную маску SF9+AZ7905 не удалось полностью проэкспонировать.

Эксперименты по нанесению двуслойной фоторезистивной маски SF9+SPR700 показали хорошую воспроизводимость ширины затворной области. Оптимальные размеры линии в диэлектрике, соответствующие размеру затвора, были получены при следующих параметрах: температура осаждения диэлектрика 250°C и 350°C, время экспонирования для ширины затворной линии 0,7 мкм – 280 мс, для 0,6 мкм – 260 мс.

Температура осаждения диэлектрика	Размер затвора	Размер линии в диэлектрике	Среднее значение
250°C	0,6 мкм	0,589 мкм	0,593 мкм
		0,577 мкм	
		0,613 мкм	
	0,7 мкм	0,672 мкм	0,665 мкм
		0,664 мкм	
		0,660 мкм	
350°C	0,6 мкм	0,572 мкм	0,577 мкм
		0,558 мкм	
		0,603 мкм	
	0,7 мкм	0,736 мкм	0,728 мкм
		0,714 мкм	
		0,734 мкм	

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ФЕРРИТОВЫХ УСТРОЙСТВ СВЧ ДИАПАЗОНА

Родин Н. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

doc.dr2011@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Холодкова Н. В. (ИГХТУ)

Ферритовые невзаимные устройства сверхвысоких частот (СВЧ) нашли широкое применение в различных областях радиотехники. На данный момент практически ни один СВЧ прибор не обходится без применения в нём ферритовых развязывающих устройств, число которых может достигать нескольких тысяч, как, например, в устройствах с фазированной антенной решёткой (ФАР). Их использование позволило не только значительно улучшить параметры различной аппаратуры, но и создать принципиально новые устройства и системы.

Развитие технологии последних десятилетий расширило области применения таких устройств и, тем самым, выдвинуло новые направления их изучения. Одно из них на сегодняшний день это миниатюризация данных устройств, поэтому необходимо изучать и разрабатывать эффективные методы, позволяющие уменьшить массогабаритные характеристики привычных конструкций.

До настоящего времени миниатюризация устройств СВЧ в основном происходила путём уменьшения габаритных размеров корпусов, магнитных систем, подложек и токоведущих частей. Успехи в этом направлении позволили существенно уменьшить габариты и массу СВЧ устройств, а также повысить надёжность. Однако не следует забывать, что наряду с указанными преимуществами, такого рода снижение габаритно-весовых параметров невзаимных СВЧ устройств приводит к снижению добротности (увеличению потерь) устройств, а также к существенному усложнению технологии изготовления.

Перспективным и многообещающим подходом к миниатюризации ферритовых СВЧ приборов является разработка так называемых самосмещённых циркуляторов и вентилях на их основе. Такое становится возможным благодаря уникальному свойству монокристаллических гексаферритов бария и стронция, которые имеют высокую эффективную внутреннюю магнитную анизотропию. Такой ферритовый материал остаётся намагниченным даже после снятия внешнего магнитного поля, чего нельзя сказать о ферритах со структурой шпинели или граната. Устройства, сконструированные с использованием таких материалов, могут оснащаться весьма миниатюрной магнитной системой или же вовсе обходиться без нее.

Начиная с 90-х годов, изучалось потенциальное применение этих материалов для проектирования и реализации самоциркулирующих циркуляторов. Эти исследования были в основном основаны на использовании гексаферритов стронция и привели к созданию циркуляторов от Ku до Ka диапазонов частот. Такие материалы имеют значения полей анизотропии ( $H_A$ ) около 18 кЭ. Гиромагнитный резонанс при таких полях анизотропии возникает на частотах между 40 и 50 ГГц в зависимости от формы образца. Однако в реальных самосмещённых циркуляторах удаётся достичь частоты гиромагнитного резонанса около 40 ГГц, что ограничивает характеристики данных устройств в этом диапазоне частот [1-2].

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что достаточно актуальным направлением миниатюризации ферритовых невзаимных СВЧ устройств является разработка новых ферритовых материалов способных обеспечить необходимый уровень полей анизотропии, что позволит создавать принципиально новые ферритовые СВЧ устройства с небольшими потерями и массогабаритными характеристиками, а также, что не менее важно, более низкой стоимостью.

1. Tsankov M. A. Design of self-biased hexaferrite waveguide circulators / M. A. Tsankov, L. G. Milenova // Journal of Applied Physics. – 1993. – Vol. 73, No 10, P. 7018-7020.
2. Oliver S. A. Integrated self-biased hexaferrite microstrip circulators for millimeter-wavelength applications / S. A. Oliver, P. Shi, W. Hu, H. How, S. W. McKnight, N. E. McGruer, P. M. Zavracky, C. Vittoria // IEEE Trans. Microwave Theory & Techn. – 2001. – Vol. 49, No. 2, P. 385-387.

# ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЦИНК-КАДМИЕВЫХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО СИНТЕЗА, С ПОМОЩЬЮ СКАНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА

Рыбушкина Т. А., Смирнова К.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[trybushkina@yandex.ru](mailto:trybushkina@yandex.ru) (личный e-mail первого автора)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Шутов Д. А. (ИГХТУ)

В последние десятилетия интерес к получению наноматериалов увеличился. Основной целью этой работы было исследование кинетики образования твердой фракции при воздействии разряда атмосферного давления на водные растворы смесей  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , а также прокаливание и исследование поверхности с помощью сканирующего электронного микроскопа. Методы сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) для анализа материалов нашли широкое применение в решении конкретных научных и технологических задач вследствие их высокой информативности и достоверности получаемых результатов исследования.

В работе использовались водные растворы смеси нитрата кадмия и нитрата цинка, которые готовились растворением  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  квалификации ЧДА в дистиллированной воде. Концентрация раствора составляла 100 ммоль/л. Объем раствора 200 мл помещался в H-образную стеклянную ячейку, разделенную целлофановой мембраной. Разряд зажигался путем подачи высокого напряжения на титановые электроды, расположенные над раствором на расстоянии 5 мм. Ток разряда составлял 40 мА, время горения разряда 10 минут. Под действием разряда в анодной части ячейки образовывался коллоидный раствор белого цвета. Синтезированные

вещества собирались, центрифугировались и подвергались сушке на воздухе при температуре 60°C в течение 24 часов на стеклянных подложках. Затем полученные порошки прокаливались в течение двух часов при температуре 1000°C.

Изображения поверхности порошков и их

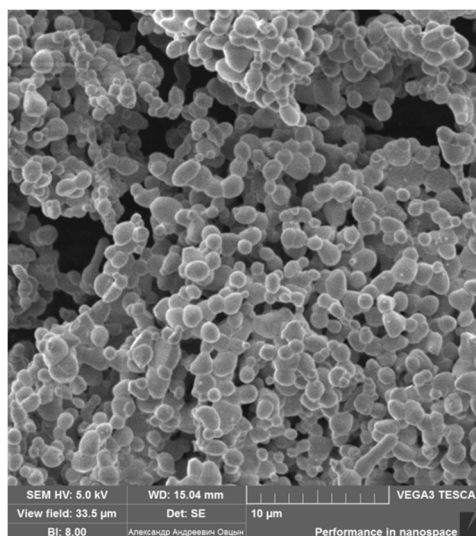
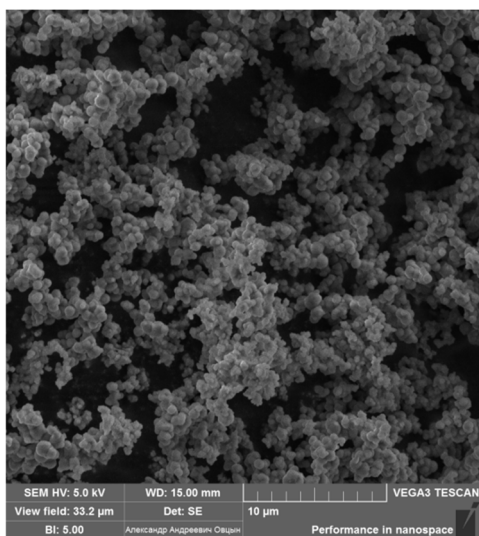


Рис. 1 Верх непрокаленный

Рис. 2 Верх прокаленный

энергодисперсионный анализ получены на сканирующем электронном микроскопе Tescan VEGA3.

На фотографиях представлены структуры порошка до и после прокаливания с размерами порядка 10 мкм.

Таким образом, предложенный нами способ синтеза возможен для получения порошков смеси оксидов цинка и кадмия из водных растворов смеси нитрата кадмия и нитрата цинка с использованием плазменно-растворной системы, в отсутствие контакта электродов с раствором и в отсутствие дополнительных реагентов.

1. Saito G 2015 Journal of Nanomaterials 2015 21
2. Tochikubo F 2014 Japan. J. Appl. Phys. 53 126201

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКООМНОГО ТОНКОПЛЁНОЧНОГО РЕЗИСТОРА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОМ УСИЛИТЕЛЕ АТОМНО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКИ

Седнев А. И.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Sednev.aleksandr@yandex.ru

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Ситанов Д.В., (ИГХТУ)

Получение схмотехнических элементов (резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, транзисторов и т. д) по различным технологиям является важной актуальной задачей для решения узкоспециализированных вопросов, в частности для вопросов СВЧ электроники.

Технология изготовления высокоомных резисторов имеет очень узкое направление. Получение таких элементов с заданными характеристиками достаточно сложная задача, поэтому применение подходящей технологии для изготовления схмотехнических элементов является важной актуальной задачей. С каждым годом электроника выходит на более высокий уровень и к параметрам резисторов предъявляют высокие требования.

Одним из самых подходящих способов получения высокоомных резисторов подобного типа является тонкоплёночная технология. Она заключается в напылении тонких плёнок на керамические подложки с дальнейшими операциями формирования резистора, включая фотолитографию, плазмохимическое травление и других операций. Самым подходящим материалом для изготовления высокоомного резистора являются полупроводники, а точнее кремний. Благодаря использованию данного материала получают резисторы большего номинала. Таким образом это даёт возможность использовать данные элементы в электрометрических усилителях атомно-лучевых трубок. Также тонкоплёночная технология позволяет получать резисторы с низким температурным коэффициентом сопротивления, низкой паразитной ёмкостью, более высокой радиационной стойкостью.

Одна из таких разработок была сделана на предприятии АО «НПП «Исток» им. Шокина» (рис. 1.). С целью подбора оптимальных характеристик были исследованы зависимости сопротивления от толщины высокоомного тонкоплёночного резистора, от ширины резистора, от рабочей длины резистора (разъёма), а также от температуры, при которой проходило измерение сопротивления. Было показано, что именно рабочая длина резистора (цифра 1 на рис. 1.) высокоомного тонкоплёночного резистора является главной характеристикой, так как именно от этого параметра сопротивление меняется в больших пределах – от 6 Гом до 110 Гом.

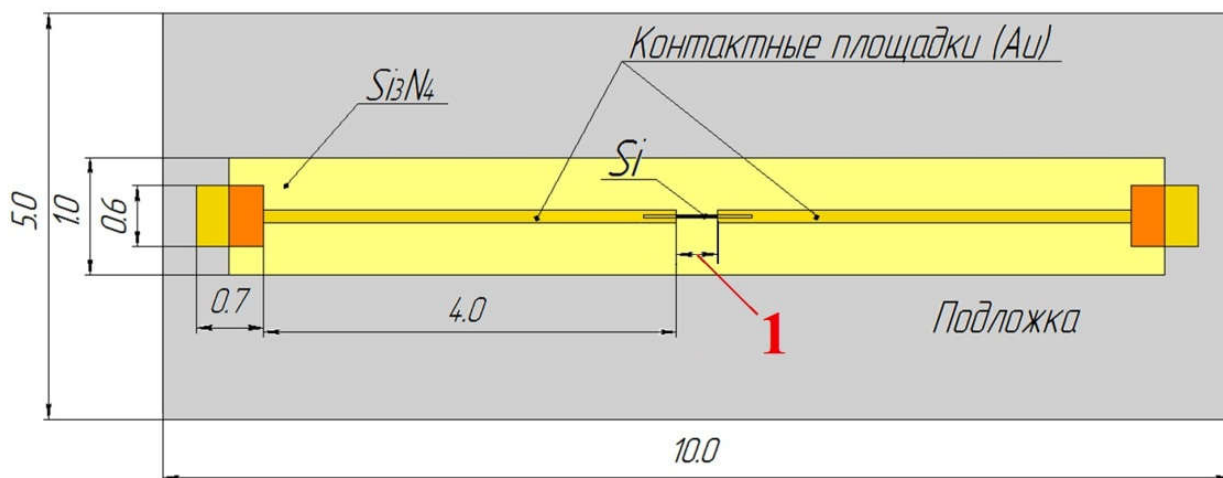


Рис. 1. Готовая структура высокоомного тонкоплёночного резистора

# ПРИДАНИЕ ГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИЭФИРНОЙ ТКАНИ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ТЕЛОМЕРОВ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА

Симонова А.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

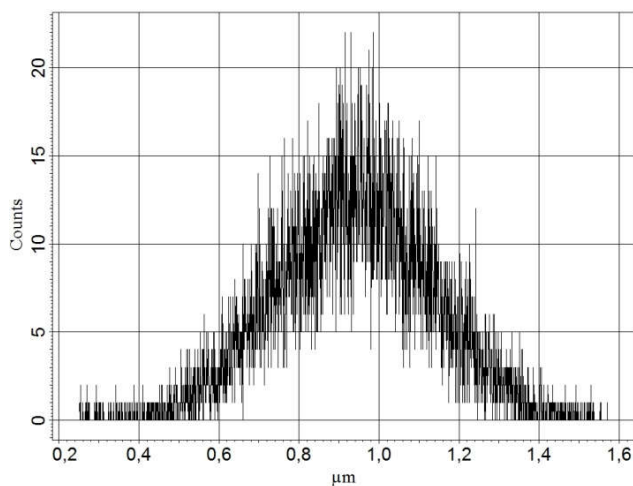
e-mail: morrg.mir@mail.com

Научный руководитель: д.ф.-м.н. Холодков И.В.

Полиэфирные ткани – один из самых перспективных и распространенных искусственных материалов, изготовленный на основе полиэфирных волокон. Высокопрочные полиэфирные нити применяются для изготовления нагруженных текстильных материалов и изделий (тросы, канаты, ремни, ленты, ткани и др.), резинотехнических изделий (транспортные ленты, шланги высокого давления, приводные ремни, мембраны и др.), автомобильных и авиационных шин, средств страховки, спасения и безопасности, для производства фильтровальных, тарных и укрывающих тканей, различных видов сеток, специальной одежды и перчаток. [1]. В силу повсеместности использования этого материала особую роль играют его физические свойства.

Целью исследования являлось изучение возможности изменения гидрофобных свойств полиэфирной ткани за счет нанесения покрытия на основе раствора теломеров тетрафторэтилена в ацетоне. Данный материал разработан в ИПХФ РАН с использованием радиационно-химического инициирования реакции теломеримеризации мономеров ТФЭ ( $\gamma$ -излучение  $^{60}\text{Co}$ ) в ацетоне. В результате образуется смесь гомологических низкомолекулярных соединений, содержащая более 90% теломеров состава  $R_1-(\text{C}_2\text{F}_4)_n-R_2$ , где  $R_1$  и  $R_2$ : H,  $\text{CH}_3$  или  $\text{COCH}_3$  и  $\text{CH}_2\text{COCH}_3$ .

На экспериментальный образец наносилось покрытие методом окунания в рабочий раствор, после чего производилась сушка образца на воздухе при атмосферном давлении. Гидрофобные свойства поверхности исследовались методом краевых углов смачивания. Для поверхности после нанесения покрытия краевой угол смачивания водой ( $\theta_{\text{cp}}$ ) составил  $130^\circ$ . Далее была произведена выдержка образца в ацетоне в ультразвуковой ванне в течение 2 минут, в результате угол смачивания уменьшился до  $122^\circ$ , что говорит о относительной стойкости покрытия к воздействию растворителя. Так же была осуществлена оценка механической стойкости покрытия к кратковременному (1 минута) истирающему воздействию. Угол смачивания при этом практически не изменился и составил  $123^\circ$ .



**Рисунок. Распределение точек поверхности по высоте для исходного**

Измерения топологических характеристик сформированных покрытий (рисунок) выполнялись на атомно-силовом микроскопе Solver 47 Pro в полуконтактном режиме (скорость сканирования порядка 10 мкм/с, амплитуда колебаний зонда 30–50 нм). Проведенные исследования показали, что в результате обработки средняя шероховатость поверхности покрытия ( $R_a$ ) составляет 160 нм.

Обработка полиэфирных тканей в растворе теломеров тетрафторэтилена значительно улучшает гидрофобные свойства материала, однако покрытие не обладает достаточной износостойкостью для внедрения в производство. Для оценки прочности связи покрытие-материал требуются дальнейшие исследования.

1. Перепёлкин, К.Е. Современные химические волокна и перспективы их применения в текстильной промышленности / К. Е. Перепелкин // Рос. хим. ж. – 2002. – №1. – С.31–48.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».*



# КОНЦЕНТРАЦИИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕ СМЕСИ $\text{CF}_4 + \text{O}_2 + \text{Ar}$ С ПЕРЕМЕННЫМ СООТНОШЕНИЕМ $\text{O}_2/\text{Ar}$ И $\text{O}_2/\text{CF}_4$

Соболев А. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[ajlekandr1213@mail.ru](mailto:ajlekandr1213@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Ефремов А. М. (ИГХТУ)

Фторуглеродные газы вида  $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$  часто используют для проведения процессов плазмохимического травления  $\text{Si}$ ,  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Si}_3\text{N}_4$  при изготовлении изделий микро- и нанoeлектроники. Широкое применение, в частности, получили плазмообразующие смеси на основе тетрафторметана ( $\text{CF}_4$ ). Использование чистого  $\text{CF}_4$  ограничивается тем, что на поверхности обрабатываемого материала образуется фторуглеродная полимерная пленка, которая препятствует процессу травления. Поэтому на практике обычно используют бинарные смеси  $\text{CF}_4 + \text{Ar}$  или  $\text{CF}_4 + \text{O}_2$ . Образующиеся в плазме ионы  $\text{Ar}^+$  эффективно разрушают полимерную пленку по механизму физического распыления, а добавление кислорода обеспечивает химическую деструкцию полимерной пленки. Предшествующие исследования показали, что начальный состав смесей  $\text{CF}_4 + \text{Ar}$  и  $\text{CF}_4 + \text{O}_2$  является эффективным механизмом регулирования как состава плазмы, так и баланса скоростей процессов травления и полимеризации. Очевидно, что большую перспективу в этом плане имеют тройные смеси, например,  $\text{CF}_4 + \text{O}_2 + \text{Ar}$ , которые изучены в значительно меньшей степени. Поэтому целью данной работы являлось 1) исследование кинетики и механизмов плазмохимических процессов в трехкомпонентной смеси  $\text{CF}_4 + \text{O}_2 + \text{Ar}$  с переменным соотношением  $\text{O}_2/\text{Ar}$  и  $\text{O}_2/\text{CF}_4$ ; и 2) получение предварительных результатов по концентрациям и потокам нейтральных частиц.

Эксперименты проводились в условиях индукционного ВЧ (15.56 МГц) разряда при постоянном давлении смеси 6 мтор, скорости потока газа 40 станд.  $\text{см}^3/\text{мин}$  и вкладываемой мощности 700 Вт. В первой серии экспериментов в качестве варьируемого параметра выступало соотношение компонентов  $\text{O}_2/\text{Ar}$  в плазмообразующей смеси в диапазоне 0–50% при постоянном 50%-м содержании  $\text{CF}_4$ . Во второй экспериментальной серии содержание  $\text{Ar}$  в смеси поддерживали постоянным, при этом варьировалось соотношение  $\text{O}_2/\text{CF}_4$  в диапазоне 0–50%. Зондовая диагностика с помощью двойного зонда Лангмюра обеспечивала данные по температуре электронов и суммарной концентрации положительных ионов, которые использовались в качестве входных параметров модели. Моделирование плазмы основывалось на совместном решении уравнений химической кинетики для заряженных и нейтральных частиц в квазистационарном приближении. Кинетическая схема включала 98 реакций.

Было найдено, что при замещении аргона на кислород в смеси 50%  $\text{CF}_4 + \text{O}_2 + \text{Ar}$  имеет место монотонный рост концентрации атомов  $\text{F}$  ( $[\text{F}] = 1 \times 10^{13} - 5 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}$  при 0–50%  $\text{O}_2$ ) и резкое снижение концентраций полимеробразующих радикалов  $\text{CF}$  и  $\text{CF}_2$  ( $[\text{CF}] + [\text{CF}_2] = 2.8 \times 10^{12} - 3.5 \times 10^7 \text{ см}^{-3}$  при 0–50%  $\text{O}_2$ ). Анализ потоков позволяет заключить, что в смеси с постоянным содержанием  $\text{CF}_4$  имеется возможность комбинировать более высокую концентрацию атомов  $\text{F}$  вместе с меньшим количеством  $\text{FC}$  полимера на обрабатываемой поверхности. В смеси 50%  $\text{Ar} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$  концентрация атомов  $\text{F}$  приходит через максимум при содержании  $\text{O}_2 \sim 25\%$  в смеси ( $[\text{F}] = 1 \times 10^{13} - 0 \text{ см}^{-3}$  при 0–50%  $\text{O}_2$ ). Поведение концентраций полимеробразующих радикалов не отличается от предыдущей смеси ( $[\text{CF}] + [\text{CF}_2] = 2.8 \times 10^{12} - 0 \text{ см}^{-3}$  при 0–50%  $\text{O}_2$ ). Исходя из анализа потоков нейтральных частиц можно заключить, что для данной смеси можно получить результаты, аналогичные первой смеси только при содержании  $\text{O}_2 < 25\%$ . При увеличении доли кислорода в смеси поток атомов фтора на поверхности становится малым и эффективность травления заметно уменьшается. Поэтому можно сделать вывод о том, что в случае рассмотрения смесей с постоянной долей  $\text{Ar}$  получаются аналогичные результаты, как и для «классических» двухкомпонентных газовых систем  $\text{CF}_4/\text{O}_2$ .

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 19-07-00804А).*

# ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В СМЕСИ AR-O<sub>2</sub>

Тевризов Н.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[nikita.tevrizov@yandex.ru](mailto:nikita.tevrizov@yandex.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Смирнов С.А.

В последнее время отмечается заметный научный и практический интерес в исследовании разрядов атмосферного давления, стабилизированных потоком газа. Целью данной работы является исследование электрофизических параметров тлеющего разряда атмосферного давления в смеси кислорода с аргоном.

Разряд возбуждался между полой стальной иглой (анодом с диаметром 470 мкм) и заостренной пластиной из нержавеющей стали (катодом). Поток газовой смеси O<sub>2</sub>-Ar пропусклся через зону плазмы с линейными скоростями ( $V$ ) от 24 до 105 м/с. Ток разряда ( $I_p$ ) был фиксированным и составлял 15 мА. Межэлектродное расстояние в экспериментах варьировалось от 0,03 до 0,18 см. Диаметр положительного столба определяли по фотографиям, сделанным цифровой фотокамерой и он составил от 0,04 до 0,06 см. Распределение потенциала в плазме измеряли методом перемещающегося анода. Для регистрации спектров излучения разряда использовали спектрофотометр AvaSpec-2048FT-2-SPU7.

При различных скоростях потока и соотношении компонентов в смеси газов, были определены катодное падение потенциала и напряженности электрического поля в положительном столбе микроарзряда. При уменьшении концентрации аргона в смеси катодное падение потенциала увеличивается от 230 до 800 В. Для сравнения катодное падение потенциала в плазме воздуха составляло 357 В ( $I_p = 10$  мА,  $V = 86$  м/с), а в плазме чистого аргона 270 В ( $I_p = 15$  мА).

Напряженность электрического поля, при увеличении концентрации аргона в смеси, падает от 3500 до 1350 В/см и уменьшается с ростом линейной скорости потока смеси, тогда как по данным литературы напряженность электрического поля в плазме чистого аргона не зависит от линейной скорости потока аргона (520 В/см,  $I_p = 15$  мА). Напряженность поля в плазме воздуха составляет 770 В/см ( $I_p = 15$  мА,  $V = 86$  м/с).

В спектрах излучения разряда были зарегистрированы полосы второй положительной системы азота (переход  $C_3\Pi_u, v' \rightarrow B_3\Pi_g, v''$ ), полосы излучения ионов  $N_2^+$  и линии излучения атомов аргона и кислорода. Были определены эффективные колебательная ( $T_v$ ) и вращательная ( $T_{rot}$ ) температуры состояния  $N_2(C_3\Pi_u)$ . Колебательная и вращательная температуры незначительно уменьшаются с ростом скорости потока газа ( $T_v$  от 2500 до 2000 К;  $T_{rot}$  от 850 до 700 К). При увеличении концентрации кислорода в смеси, колебательная и вращательная температуры увеличиваются: с 2000 до 4000 К, а  $T_{rot}$  с 700 до 1000 К. В плазме воздуха колебательная и вращательная температуры  $N_2(C_3\Pi_u)$  оказались выше ( $T_{rot} = 1500$  К;  $T_{vib} = 4500$  К) причем при увеличении скорости расхода газа  $T_{rot}$  практически не меняется, а  $T_{vib}$  незначительно снижается. Концентрация тяжелых частиц в плазме смеси Ar-O<sub>2</sub> составляет от  $5,6 \cdot 10^{18}$  до  $8,6 \cdot 10^{18}$  см<sup>-3</sup>. При увеличении скорости потока смеси газов и содержании кислорода в смеси приведенная напряженность электрического поля увеличивается. Например, при 40 м/с и при увеличении концентрации кислорода в смеси от 0 до 70%, значения приведенной напряженности электрического поля изменяются от  $1,5 \cdot 10^{-16}$  до  $4,8 \cdot 10^{-16}$  В·см<sup>2</sup>. В плазме воздуха, значения приведенной напряженности поля оказались ниже  $1,7 \cdot 10^{-16}$  В·см<sup>2</sup> ( $I_p = 15$  мА,  $V = 86$  м/с).

# МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОТВОДОВ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Ткачева А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Alisochka\_37@mail.ru

Научный руководитель: к. ф-м. н., доцент Холодков И.В.

В настоящее время актуален вопрос разработки теплоотводящих подложек для мощной СВЧ электроники. Эффективное рассеивание тепловой энергии осуществляется за счет высокой теплопроводности материала теплоотвода, передающего тепло от подложки прибора к внешней системе охлаждения электронного устройства. Важной задачей является создание подложек, обладающих высокими теплопроводностью и сопротивлением [1]. Широкие возможности в этом направлении предоставляет применение в качестве материала поликристаллического алмаза, обладающего уникальными электрофизическими, теплофизическими, оптическими и механическими свойствами.

При создании радиоэлектронных устройств использование поликристаллического алмаза в качестве теплоотвода требует металлизации его поверхности. Покрытие алмаза металлом является весьма сложной проблемой, так как алмаз имеет чрезвычайно низкую адгезию к любым материалам и не смачивается металлами. Целью данной работы было нанесение металлического покрытия на поверхность пластины из поликристаллического алмаза для обеспечения возможности пайки компонентов. Образцы алмаза изготавливались методом химического осаждения из газовой фазы (CVD). Для проведения процесса металлизации была разработана технология, в которой на CVD-алмаз наносился промежуточный слой кремния, хорошая адгезия которого обеспечивалась имплантацией ионов аргона (рисунок, а). Затем на промежуточный слой кремния наносились последовательно слои вольфрама и никеля (рисунок, б) методом магнетронного распыления в плазме аргона [2].

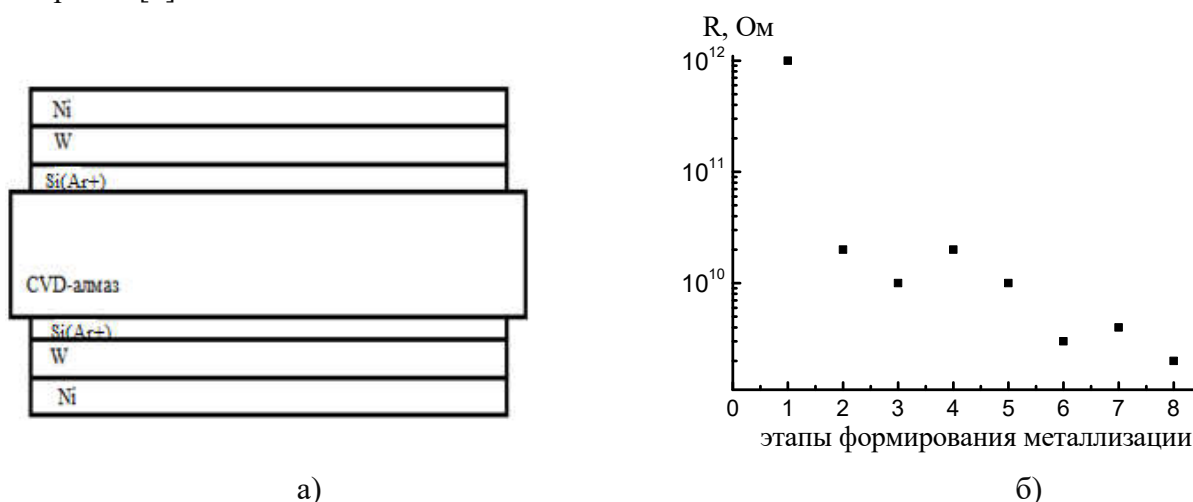


Рисунок. Структура теплоотвода на основе CVD-алмаза (а) и график зависимости сопротивления подложки на каждом этапе формирования металлизации (б).

Сопротивление металлизированной подложки уменьшается на 3 порядка (рисунок, б) по сравнению с исходными образцами, что находится в пределах допусков технического задания.

1. Хмельницкий, Р.А. Синтетический алмаз для электроники и оптики / Р.А. Хмельницкий, Н.Х. Талипов, Г. В. Чучева – М.: Издательство ИКАР, 2017. – 228 с.
2. Духновский, М.П. Металлизация пластин из искусственного CVD-алмаза / М.П. Духновский, Г.А. Крысов, А.К. Ратникова // Электронная техника. – 2008. - №1. – С. 3-7.

## ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ ГАЛОГЕНОВОДОРОДОВ

Травкина Д. С., Башмакова Д. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
travkina.d@mail.ru

Научный руководитель: д – р хим. наук, проф. каф. ТП и МЭТ Ефремов А. М.

В наши дни хлор и бром широко применимы во многих отраслях промышленности, науки и бытовых нужд. Ведущая область применения этих газов – химическая промышленность. Основным побочным продуктом их применения в химической промышленности является хлористый водород и бромоводород, выделяющиеся при реакции прямого галогенирования, протекающей по схеме  $R - H + X_2 \rightarrow R - X + HX$ , которые обладают высокой токсикологической опасностью, где  $X - Cl$  или  $Br$ . Проблема здесь заключается в том, что востребованность исследуемых газов в качестве исходного реагента существенно ниже объемов их производства. Возможности традиционных методов переработки (абсорбция и/или нейтрализация жидкой фазой, электролиз растворов или натриевых солей, каталитическое окисление) ограничены низкой востребованностью конечного продукта, высокой энергоемкостью и сложностью технологического цикла. Поэтому актуальной задачей является разработка новых эффективных методов утилизации (перевода в нетоксичные соединения) или конверсии (перевода в высоко востребованные соединения) галогенводородов.

В данной работе произведен анализ кинетики плазмохимических процессов в хлористом водороде и бромоводороде при различных давлениях: низком (1 Па) и высоком (100 Па), при этом варьировалась концентрация электронов  $n_e = 10^9 - 10^{12} \text{ см}^{-3}$ . Выбранный диапазон перекрывает характерные значения концентраций электронов в электрических разрядах различной природы (тлеющий, дуговой, барьерный). В качестве основного инструмента исследований выбрано моделирование плазмы, алгоритм которой базируется на решении уравнений химической кинетики для пятикомпонентной системы частиц ( $HX, H_2, X_2, H, X$ ), где  $X - Cl$  или  $Br$ . Для этих целей было задействовано открытое программное обеспечение Kinet для численного моделирования кинетики сложных химических реакций. Константы скоростей процессов под действием электронного удара определялись с использованием литературных данных по сечениям процессов и Максвелловской функции распределения электронов по энергиям. Расчеты велись для температуры электронов  $T_e = 3 \text{ эВ}$ , что является типичным значением для стационарных разрядов, возбуждаемых при атмосферном и пониженном давлении. Константы скоростей для газофазных реакций атомов и молекул были выбраны из открытой базы данных NIST для  $T = 600 \text{ К}$ .

В ходе данного исследования была показана принципиальная возможность получения хлора и брома методом прямой (без использования дополнительных реагентов) деструкции  $HCl$  и  $HBr$  в условиях низкотемпературной неравновесной плазмы. Были получены расчетные данные по концентрациям частиц; определены процессы образования и гибели частиц; определены скорости процессов, формирующие стационарный состав плазмы. Проанализировано влияние внешних параметров плазмы на степени превращения и степени конверсии газов. Было найдено, что наиболее благоприятными условиями для конверсии  $HCl$  в  $Cl_2$  и  $HBr$  в  $Br_2$  являются высокие концентрации электронов (высокие уровни мощности, вкладываемые в плазму). Это обусловлено высокими скоростями реакций под действием электронного удара, приводящими к диссоциации  $HCl$  и  $HBr$ . В то же время, влияние давления на степень конверсии для этих газов является различным из-за различий в константах скоростей атомно-молекулярных реакций  $H_2 + Cl \rightarrow HCl + H$  ( $k = 6.69 \times 10^{13} \text{ см}^{-3}/\text{с}$ ) и  $H_2 + Br \rightarrow HBr + H$  ( $k = 3,01 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}/\text{с}$ ). Таким образом, увеличение давления в реакторе при конверсии  $HCl$  способствует быстрому восстановлению исходных частиц.

Максимальная степень конверсии  $HBr$  составила 80,35%, а  $HCl - 78,54 \%$ . Можно предположить, что увеличение степени конверсии возможно путем добавления в газовую смесь дополнительных реагентов, таких как  $O_2$  или  $Ar$ . Не исключено, что в присутствии данных газов может быть осуществимо эффективное разложение поступающих в реактор молекул  $HCl$  либо  $HBr$ .

3. Электронная техника. – 2008. - №1. – С. 3-7.

# МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИКАРБОНАТА В ПОСЛЕСВЕЧЕНИИ ПЛАЗМЫ СМЕСИ АРГОНА И КИСЛОРОДА

Трошенкова Д. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[integra649@mail.ru](mailto:integra649@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., зав. каф. ТП и МЭТ Смирнов С.А. (ИГХТУ)

Наиболее перспективным и современным методом модификации поверхности полимеров является воздействие низкотемпературной плазмы, которое позволяет изменить свойства поверхности материалов и расширить области их использования. Целью работы является исследование изменений концентраций функциональных групп в поверхностном слое поликарбоната при его обработке в послесвечении разряда атмосферного давления в смеси кислорода и аргона.

Разряд возбуждался между полый стальной иглой – анодом и заостренной пластиной из нержавеющей стали толщиной ~ 1 мм, выступающей в роли катода. Поток смеси аргона и кислорода пропусклся со скоростью от 24 до 105 м/с. Ток разряда составлял 15 мА. Межэлектродное расстояние во всех экспериментах составляло 1 мм. Образцы поликарбоната Lexan 8010 размерами 2×7 см размещали в потоковом послесвечении разряда на расстоянии 7 мм от катода перпендикулярно потоку газа. Состав поверхностного слоя поликарбоната исследовали методом спектроскопии ИК МНПВО на спектрофотометре «Avatar ESP 360» (фирма Thermo Fisher Scientific) с разрешением 2 см<sup>-1</sup>.

После проведения эксперимента был исследован поверхностный состав обработанной области поликарбоната. Измерены значения оптической плотности на шести волновых числах и рассчитаны значения приведенной оптической плотности, рассчитываемой по следующей формуле:

$$D = \frac{D_i/D_{1500}}{D_i^{исх}/D_{1500}^{исх}}$$

где  $D_i$  – оптическая плотность на волновом числе  $i$ ,  $D_{1500}$  – оптическая плотность опорной полосы с волновым числом 1500 см<sup>-1</sup>,  $D_i^{исх}$  – оптическая плотность на волновом числе  $i$  для исходного образца,  $D_{1500}^{исх}$  – оптическая плотность опорной полосы с волновым числом 1500 см<sup>-1</sup> для исходного полимера.

*Волновые числа, исследуемые в работе.*

Волновое число, см <sup>-1</sup>	Отнесение к определенному типу связи [1]
1015	Колебания растяжения связи О-С-О
1500	Колебания связи С-С в ароматическом кольце
1650	Колебания связи С=О в оксиарилкетонах или хинонах
1695	Колебания связи С=О в кетонах или альдегидах
1770	Колебания связи С=О в карбонатном мостике
3220	Колебания связи О-Н

Исследования показали, что добавление малых долей кислорода (до 25% содержания) к аргону ведет к росту приведенных оптических плотностей практически для всех исследованных групп на поверхности поликарбоната после обработки в плазме. Добавление в смесь большего количества кислорода (>25%) ведет к снижению величины оптических плотностей до значений, соответствующих необработанному поликарбонату. Данная зависимость наблюдается для всех внешних параметров: скорости потока газа и времени обработки поликарбоната.

## Литература:

1. Kraus, R.G. Infrared absorption spectroscopy of polycarbonate at high pressure / R.G. Kraus, E. D. Emmons, J. S. Thompson, A. M. Covington // Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics. 2008. - V. 46. - № 7. - P. 734 – 742.

## РАЗРАБОТКА ФЕРРИОВОГО МИКРОПОЛОСКОВОГО ВЕНТИЛЯ ММ-ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ МОЩНОСТИ

Цыберт А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[nastuffco@mail.ru](mailto:nastuffco@mail.ru)

Научный руководитель: нач. сектора, Семенов А.С. (АО «НПП «Исток» им. Шокина», г Фрязино)

Активное освоение миллиметрового диапазона длин волн, которое происходит в последние годы, обусловлено рядом преимуществ данного диапазона: уменьшение габаритов радиоаппаратуры, повышение разрешающей способности радионавигационных систем, повышение плотности передачи данных.

Ферритовые приборы используются в качестве развязывающих устройств в пассивных и активных приемопередающих СВЧ системах, а так же в многоканальной радиоаппаратуре, антенно-фидерных трактах для направленной передачи энергии.

С июня 2018 года в АО «НПП «Исток» им. Шокина» проводится опытно-конструкторская работа, посвященная разработке миниатюрного широкополосного ферритового вентиля Ка-диапазона частот для приёмопреобразующих модулей.

В ходе проведения ОКР была разработана конструкция вентиля 8 мм-диапазона. В качестве материала подложки вентиля был выбран феррит со структурой типа шпинель (разработанные в АО «НПП «Исток» им. Шокина») - никель-цинковая шпинель (НЦВ) с большим значением намагнитченности насыщения ( $4\pi M_s \sim 380$  кА/м) для обеспечения широкополосности прибора.

Путем расчетов были получены: ширина микрополосковой линии МПЛ ( $\omega$ ) и радиус диска циркуляции (R). Опытным путем была подобрана величина сопротивления нагрузки  $R_{\text{пов}}$  и исследована зависимость электрических параметров вентиля от конструкции магнитной системы и величины подмагничивающего поля.

В ходе работы был решен ряд технологических трудностей, возникших при изготовлении миниатюрных плат вентиля. Для исключения растрескивания ферритовых подложек при операции шлифовки и полировки ферритовые пластины наклеивают на носители из поликора.

Для предотвращения деградации материала были оптимизированы технологии напыления Cr/Cu и тантала.

В результате проведенной работы была разработана конструкция и изготовлены опытные образцы микрополосковых вентиля Ка-диапазона частот повышенного уровня мощности, не имеющие аналогов на отечественном рынке.

## Секция «Промышленная экология»

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕЖНОГО И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВОВ В ЗОНАХ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ РОДНИКОВ Г.ИВАНОВО И Г. КОХМА

Бондарев В.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[vadim.bondarev.97@bk.ru](mailto:vadim.bondarev.97@bk.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А. (ИГХТУ)

В качестве объекта мониторинга состояния окружающей среды все чаще используют снежный и почвенный покров как универсальный показатель загрязненности атмосферы. Известно, что участки инфильтрации атмосферных осадков могут быть одним из основных источников загрязнения. Осадки обеспечивают необходимой кинетической энергией процессы высвобождения из почвы твёрдых взвешенных частиц вместе с сорбированными в них химическими веществами. Анализ снежного и почвенного покровов на содержание приоритетных загрязнителей очень важен для оценки уровня загрязнения атмосферы.

В связи с этим целью работы являлось провести химический анализ и определить состав снежного и почвенного покровов, а также оценить экологический риск от наличия токсикантов различной природы в объектах окружающей среды.

Для этого в 2018 г. были отобраны пробы снега и почвы в зонах санитарной охраны родников № 1 (г. Иваново, район городского бассейна), № 2 (г. Кохма) и № 3 (г. Иваново, парк отдыха «Харинка») и у ближайших к родникам автомобильных дорог.

Выбор объектов исследования определялся тем, что снежный и почвенный покровы эффективно сорбируют различные примеси из атмосферы, в том числе выбросы от техногенных источников и автомобильного транспорта.

В исследованных образцах контролировали следующие показатели химического состава: водородный показатель рН, а также содержание соединений различных металлов ( $\text{Cu}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ). Для контроля применяли стандартные методы анализа (фотометрический, атомно-абсорбционный) согласно действующей нормативной документации: ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», ГОСТ 26423-85 «Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки», ГОСТ Р 56157-2014 «Почва. Методики (методы) анализа состава и свойств проб почв. Общие требования к разработке».

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно неблагоприятной экологической обстановке в зонах санитарной охраны исследуемых родников. При этом в пробах снега было обнаружено наличие различных примесей. Отметим, что в образцах снега и почвы, отобранных в зоне пониженной антропогенной нагрузки (парке «Харинка» г. Иваново) наблюдалось значительно меньшее количество поллютантов.

Таким образом, в работе был исследован химический состав почвы и снежного покрова, проведена сравнительная характеристика образцов и идентифицированы возможные источники антропогенного загрязнения рассматриваемой территории, оценено современное экологическое состояние мест выхода родников.

В качестве наиболее выполнимых мероприятий по улучшению экологической ситуации в городе Иваново предложены: соблюдение зон санитарной охраны (ЗСО) вокруг родников, ограждение, обеспечение охраной; использование механических способов обезвреживания тяжелых металлов в почвах; использование методов фиторемедиации для очистки почв от соединений металлов; в радиусе ближе 20 м недопущение наличие свалок хозяйственно-бытовых и промышленных отходов.



# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВБЛИЗИ МЕСТ ВЫХОДА РОДНИКОВЫХ ВОД

Вахромов В.Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
vahromoff.vladislav@yandex.ru

Научные руководители: д.х.н., доцент Бубнов А.Г., к.х.н., доцент Буймова С.А.

В условиях бурного развития промышленности и транспортных коммуникаций, интенсивности разработки полезных ископаемых, активной химизации сельского хозяйства происходит резкий рост уровня загрязнения природной среды, и, в первую очередь, почв и растений. Из большого числа разнообразных химических веществ, поступающих из антропогенных источников, особое место занимают тяжелые металлы, обладающие высокой токсичностью. Тяжелые металлы способны включаться в биологический круговорот веществ и аккумулироваться в организме человека. Чрезмерное их накопление может оказаться причиной разрушения целостности природного комплекса. Наиболее токсичными из тяжелых металлов являются соли кадмия, свинца, цинка, никеля, меди, кобальта, обладающие канцерогенными свойствами [1], [2].

Целями данной научной работы являлись:

9. исследование химического состава растительного и снежного покровов вблизи мест выхода родниковых вод и близлежащих дорог;

10. установление закономерностей между уровнем антропогенного воздействия и качеством родниковой воды.

Для исследований были отобраны пробы в непосредственной близости к родникам и у близлежащих автомобильных дорог (родник № 1 (г. Иваново, район городского бассейна); родник № 2 (г. Кохма); родник № 3 (г. Иваново, парк отдыха «Харинка»).

Пробы для определения содержания в растениях соединений металлов отбирались в осенний период, так как содержание металлов в пересчете на сухое вещество к осени достигает максимума. Растения выкапывались и укладывались в полиэтиленовые пакеты. Образцы собирали непосредственно у родников и в радиусе 15 м от них. Была определена густота стояния растений. По результатам визуального исследования (включающего определение видового разнообразия и густоты стояния) растений, произрастающих на исследованных территориях, можно расположить анализированные площадки в последовательности уменьшения антропогенного воздействия:

родник № 1 → родник № 2 → родник № 3

Отбор проб снега производился в феврале и выполнялся с помощью трубки из полимерного материала по всей глубине, при этом с поверхности удалялся мусор (листья, ветки и др.), а также исключалось попадание в образцы частиц почвы.

Используя метод сканирующей электронной микроскопии, в образцах исследуемых растений было определено распределение следующих элементов по площади: С, О, Mg, Na, Cl, Al, Si, K, Ca, Ti, Fe.

В пробах талых вод определяли водородный показатель рН, а также наличие неорганических веществ ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) и соединений различных металлов ( $\text{Fe}_{\text{общ.}}$ ,  $\text{Mn}_{\text{общ.}}$ ,  $\text{Cr}_{\text{общ.}}$ ,  $\text{Cu}_{\text{общ.}}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ). Для исследования использовали титриметрический, фотометрический и атомно-абсорбционный методы анализа.

1. Кроик, А.А. Закономерности накопления и распределения тяжёлых металлов в системе «Почва – растения» / А.А. Кроик, В.А. Готвянская, М.Г.Диденкул // Journal of Geology, Geography and Geocology. 2012. № 32. – С. 1-4.

2. Лёвкин, Н.Д. Распространение тяжелых металлов в зоне движения автотранспорта / Н. Д. Лёвкин, А.В. Лазеба // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. 2014, Вып. 3. – С. 9-16.

# ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ Г.ИВАНОВО.

Воронина В.В, Искинова И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[vika-vikylya.2011@mail.ru](mailto:vika-vikylya.2011@mail.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Извекова Т.В. (ИГХТУ)

Бенз(а)пирен (БаП) является представителем класса полициклических ароматических углеводородов(ПАУ)- органических соединений, для которых характерно наличие в химической структуре трех или более конденсированных бензольных колец.[1] БаП имеет в своей структуре 5 бензольных колец и относится к группе пятикольчатых незамещенных пери-конденсированных ПАУ.[2] БаП относится к веществам 1 класса опасности.[3] Поэтому осуществление экологического мониторинга за содержанием БаП в объектах окружающей среды является актуальной задачей.

Целью данной работы являлась оценка динамики содержания БаП в снежном покрове на территории г.Иваново. Для осуществления анализа содержания БаП были проведены исследования снежного покрова, взятых с мостов по протяженности р. Уводь. Чаще всего главным маркером при проведении мониторинга любого рода загрязнения ПАУ считается БаП, так как он является приоритетным токсикантом окружающей среды, обладает наибольшей канцерогенной и мутагенной активностью.

В зимнее время года происходит аккумуляция ПАУ в снежном покрове, который является накопителем аэрозольных частиц. Проба снега по всей его толще может характеризовать загрязнение за период, прошедший от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора образца.[4] Поэтому наиболее информативным объектом, отражающим источники выбросов и состояние атмосферного воздуха, является снежный покров. Снег выступает в роли природного концентратора, поллютантов, поступающих воздушным путем, как с сухими, так и мокрыми выпадениями. Содержание загрязняющих веществ в снеге на два-три порядка выше по сравнению с атмосферным воздухом, что позволяет определять их концентрацию довольно простыми методами с высокой степенью достоверности.

Отбор проб снежного покрова на рассматриваемых участках осуществляли в соответствии с требованиями.[5] Пробы снега отбирали в период с января по март включительно (т.е. в то время, когда установился устойчивый снежный покров и наблюдаются обильные снегопады). Пробу снега отбирали методом «конверта». Определение содержания БаП проводилось с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Чтобы оценить экологическую ситуацию в дальнейшем для сравнения будем использовать полученные данные за 2018 г. Анализ пространственного распространения БаП на изучаемой территории позволил оценить уровень превышения атмосферных выпадений БаП ( $K_d = C_v/C_{cp}$ ) относительно среднего значения по городу, равного 4,1 нг/л, который варьируется в диапазоне 0 ÷ 2,8 раз.

1. Суздорф А.Р. Полициклические ароматические углеводороды в окружающей среде: источники, профили и маршруты превращения. // Химия в интересах устойчивого развития. – Новосибирск, 1994. – Т. 2. - № 2-3. – С. 511-540.

2. Ровинский Ф. Я., Теплицкая Т. А., Алексеева Т. А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 224 с.

3. Негрбов, О.П. Снежный покров как индикатор состояния атмосферного воздуха в системе социально-гигиенического мониторинга / О.П. Негрбов, И.К. Астанин, В.С. Стародубцев, Н.Н. Астанина // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2005. № 2. С. 149-153.

4. Майстренко, В.Н. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. Учебное пособие для вузов/ В.Н. Майстренко, Р.З. Хамитов, Г.К. Будников. - М.: Химия, 1996. - 319 с.

5. РД. 52.04.186 – 89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.-М.: Госкомгидромет. - 1991, 693 с.

# ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ (НА ПРИМЕРЕ Г. ИВАНОВО)

Герасимова М.С., Искинова И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[masha.gerasimova96@yandex.ru](mailto:masha.gerasimova96@yandex.ru)

Научный руководитель: к. х. н., доцент Извекова Т.В., ст. преп. Кобелева Н.А. (ИГХТУ)

Интенсивное развитие промышленности в настоящее время приводит к выбросу большого количества различных химических загрязнителей, представляющие опасность для здоровья населения и состояния природных элементов городских экосистем. Одним из классов данных загрязнителей являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) [1]. Данные загрязнители привлекли особое внимание из-за их потенциального токсичного, канцерогенного и мутагенного воздействия. Поллютанты распространяются повсеместно, характеризуются высокой устойчивостью и способностью к биоаккумуляции [2]. Таким образом, актуальной задачей становится мониторинг содержания и оценка путей миграции ПАУ в объектах окружающей среды.

В качестве объекта исследования был выбран снежный покров на территории г. Иваново, так как снег является удобным способом оценки техногенной нагрузки на окружающую среду, проба по всей его толще может характеризовать загрязнение за период, прошедший от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора образца [3].

Целью работы являлось определение содержания приоритетных ПАУ в снежном покрове и выявление вероятных путей поступления в снежный покров данных загрязнителей.

По результатам анализа в исследуемых пробах снега идентифицированы и количественно определены концентрации 13 приоритетных ПАУ. Уровень загрязнения ПАУ снежного покрова в десятки раз превышает фоновое содержание исследуемых поллютантов. Основной вклад в суммарное загрязнение снега вносят легкие ПАУ (конденсированные углеводороды с 2-4 ароматическими кольцами), содержание которых составляет 81 % от общего содержания ПАУ.

Для выявления наиболее загрязненных районов города была построена карта пространственного распределения суммарного содержания ПАУ, результаты анализа которой, позволили установить, что максимальные уровни связаны с расположением сети автомобильных дорог, а также наиболее крупных промышленных объектов, которые, вероятно, и являются основными источниками поступления ПАУ в атмосферный воздух.

Для установления более точных каналов поступления были применены индикаторные соотношения между индивидуальными ПАУ [4]. По соотношению [«легкие» ПАУ/«тяжелые» ПАУ] было определено, что основными источниками образования ПАУ на территории г. Иваново являются процессы высокотемпературного сжигания топлива, что подтверждает пространственное распределение ПАУ в снежном покрове.

1. Masiol M. Carcinogenic and mutagenic risk associated to airborne particle-phase polycyclic aromatic hydrocarbons: A source apportionment / M. Masiol, A. Hofer, S. Squizzato, R. Piazza, G. Rampazzo, B. Pavoni // Atmospheric environment. – 2012. – Vol. 60. – P. 375 – 382.
2. Wang C. Pollution levels and risks of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments from two typical estuaries in China / C. Wang, X. Zou, Y. Li, Y. Zhao, Q. Song, W. Yu // Marine Pollution Bulletin. – 2017. – Vol. 114. – P. 917 – 925.
3. Котельникова, И. М. Полициклические ароматические углеводороды в твердых частицах снежного покрова как показатели загрязнения городской атмосферы / И. М. Котельникова, Н. Г. Куимова, Л. М. Павлова, А. Г. Сергеева, Л. П. Шумилова // Известия Самарского научного центра РАН. - 2011. - №1-6. – С. 1341 – 1346.
4. Yunker M.B. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition / M.B. Yunker, R.W. Macdonald, R. Vingarzan, K.P. Mitchell, D. Goyette, S. Sylvestre // Organic Geochemistry. - 2002. - Т. 33. - С. 489-515.

# ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ БИОТЕСТИРОВАНИЕМ

Елистратова. Е.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[Eka0096@yandex.ru](mailto:Eka0096@yandex.ru)

Научные руководители: д.х.н., доцент Бубнов А.Г., к.х.н., доцент Буймова С.А.

Количество выбросов летучих органических соединений (ЛОС), начиная с 2007 года понемногу, снижается [1], но это не делает проблему выбросов ЛОС в атмосферу менее актуальной и злободневной. Одним из ведущих поллютантов воздуха является формальдегид, входящий в группу летучих органических соединений [2], а так же и входящий в список АХОВ. Всемирной организацией здравоохранения формальдегид отнесён к классу опасных канцерогенов [3]. В настоящее время для того, чтобы оценить качество воздуха, активно используются биологические методы анализа, в частности, биотестирование, которое даёт возможность определить степень интегральной токсичности в объекте исследования, так как живые организмы способны воспринимать более низкие концентрации веществ, чем любой аналитический датчик [4]. Одним из наиболее перспективных для охраны и защиты окружающей среды методов химии высоких технологий является применение неравновесной низкотемпературной плазмы и, в частности диэлектрического барьерного разряда (ДБР) [5]. Именно поэтому, мы предлагаем для получения показателей надёжности (коэффициента готовности и интенсивности отказа) реактора ДБР использовать методику [6]. В частности, коэффициент готовности можно определять аналогично [6].

Время исправной работы можно определять не только как в [6] - по контролю за степенью снижения концентрации формальдегида при обработке газо-воздушной смеси в реакторе с ДБР, но и по контролю токсичности воздуха до и после очистки в ДБР (после аспирации через воду) на нескольких тест-организмах: пресноводные рыбы *Poecillia Reticulata Peters* и данио *Brachydanio rerio Hamilton-Buchanan* [7]. Тем самым можно определить ещё не только возможность применения методов биотестирования для контроля качества очистки воздуха в реакторе с ДБР, но и для выявления показателей надёжности последнего (на примере очистки воздуха от формальдегида).

1. URL:[http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/environment/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#) - Сайт Федеральной службы государственной статистики
2. Weigel H.I. The effects of air pollutants on forest trees. In: H. I. Weigel, G. Halbwachs, H. I. Tager // Z. Pflanzenzucht, 1989. Bd. 96. H. 2. S. 203-217.
3. URL:<http://www.whogis.com/publications/en/> - Сайт Всемирной организации здравоохранения. Список канцерогенов.
4. Бубнов, А.Г. Биотестовый анализ интегральный метод оценки объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие / А.Г. Бубнов, С.А. Буймова, А.А. Гущин, Т.В. Извекова. – Иваново: Изд-во ИГХТУ, 2007. - 113 с.
5. Young Sun Mok, Jin-Oh Jo, Heon-Ju Lee, Hyun Tae Ahn, Jeong Tai Kim. // Plasma Chemistry and Plasma Processing. 2007. № 13. PP. 51-64.
6. Бубнов, А.Г. Некоторые надёжные аспекты очистки воздуха от формальдегида в диэлектрическом барьерном разряде // VIII Международный симпозиум по теоретической и прикладной плазмохимии. (10-15 сентября 2018 г., Плётс, Россия): сборник трудов/ Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2018. - С. 145.
7. Горболетова, И.В. Разработка методики биотестового анализа качества воздуха при его очистке от формальдегида в диэлектрическом барьерном разряде / И.В. Горболетова, А.М. Суоров, А.Г. Бубнов, // Менделеев-2012. Аналитическая химия. Шестая Всероссийская конференция молодых учёных, аспирантов и студентов с международным участием. Тез. докл. (3 - 6 апреля 2012 года). -СПб.: Изд.-во СПб. Гос. Унив. 2012. -С. 54-56.

## КОНТРОЛЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ

Ефимов А.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [hcc@isuct.ru](mailto:hcc@isuct.ru)  
Научные руководители: к.х.н., доцент Буймова С. А., д.х.н., доцент Бубнов А.Г. (ИГХТУ)

Индикатором состояния природных экосистем (включая и урбанизированные территории) могут служить родники – места естественной разгрузки грунтовых вод. На сегодняшний день население не только сельской местности, но и городов использует воду из природных источников в качестве питьевой. В настоящее время в связи с антропогенным и техногенным загрязнением окружающей среды все более актуальной становится проблема повышенного содержания тяжёлыми металлами (ТМ) в поверхностных водах, поэтому оценка качества и возможного наличия вредных веществ, в том числе и других неорганических загрязнителей в родниковой воде является актуальной задачей.

В связи с этим целью работы являлось: рассмотреть различные способы контроля органических веществ в природных водах. В связи с поставленной целью в задачи работы входило:

- 1) Определение количественного содержания неорганических веществ в родниковой воде;
- 2) Выявление возможной степени антропогенного влияния на качество подземных вод;
- 3) Оценка ущерба и экологического риска на здоровье населения.

Для исследования родниковых вод на содержание органических веществ были выбраны три источника, находящиеся на территории городов Иваново и Кохма.

Родник № 1 расположен в г. Иваново в районе городского бассейна (долина р. Увось, входит в территорию водосбора р. Волга). Он находится на урбанизированной территории, в зоне повышенного антропогенного влияния, а именно в 550 м от АЗС, в 60 м от автодороги и в непосредственной близости к местам неорганизованного хранения бытовых отходов в частном секторе.

Родник № 2 расположен в г. Кохма (долина р. Увось). Он находится на урбанизированной территории, в зоне повышенного антропогенного влияния, а именно в 30 м от автодороги и 100 м от АЗС, в 60 – 70 м от селитебной территории (частный сектор).

Родник № 3 расположен в г. Иваново, непосредственно в парке отдыха «Харинка» (в долине р. Харинка, входит в территорию водосбора р. Волга). Он находится в зоне пониженного антропогенного влияния, а именно в рекреационной зоне г. Иваново. Источник расположен в 650 м от селитебной территории и в 180 м от ближайшей автомобильной дороги.

В ходе анализа определялась величина перманганатной окисляемости (ХПК<sub>KMnO4</sub>), поскольку именно этот показатель нормируется в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 [1]. Также определялись значения, которые могут повлиять на величину ХПК, а именно аммиак, ионы аммония, нитрит-ионы, нитрат-ионы и сульфат-ионы которые характеризуют процесс нитрификации. Помимо этого были определены такие показатели качества родниковой воды, как содержание растворенного в воде кислорода и биохимического потребления кислорода (БПК). Для того, чтобы оценить, какое количество трудно разлагаемых веществ содержится в воде, было рассчитано соотношение БПК<sub>5</sub>/ХПК для каждого из родников.

Также на значение величины ХПК может повлиять содержание некоторых неорганических соединений, таких как соли Cd, Pb, Fe, Mn и др.

Результаты химического анализа проб родниковой воды на наличие неорганических веществ показали, что ни один из контролируемых показателей не превышал предельно допустимую концентрацию.

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.– Москва: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 62 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИОНОВ ХРОМА ПРИ ДЕЙСТВИИ РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА В КИСЛОРОДЕ

Извекова А.А., Батова Н.А.

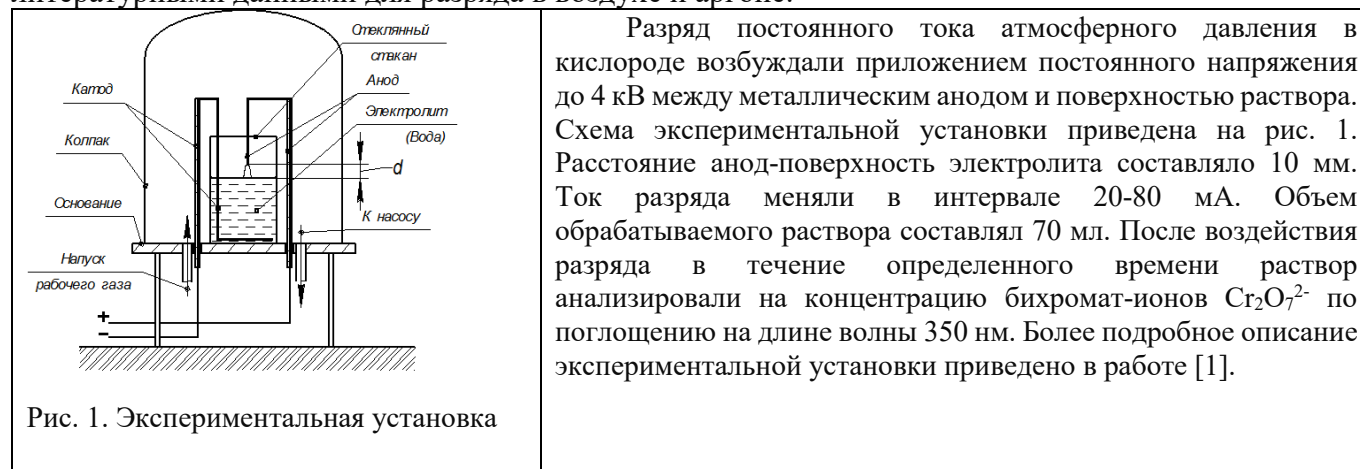
Ивановский государственный химико-технологический университет  
[esket@yandex.ru](mailto:esket@yandex.ru)

Научные руководители: д. х. н., профессор Рыбкин В.В., к.х.н., доцент Гушин А.А.

В последнее десятилетие опубликовано много работ посвященных методам очистки воды с использованием различных видов газовых разрядов. Основная часть этих работ посвящена окислительной деструкции органических загрязнителей. В то же время работа предприятий различных отраслей промышленности приводит к загрязнению воды солями тяжелых металлов, и, в частности, солями хрома. Соли  $\text{Cr}^{6+}$  являются сильными токсикантами.

Традиционно,  $\text{Cr}^{6+}$  переводят в менее вредный  $\text{Cr}^{3+}$  химическими методами. Общим недостатком этих методов является то, что реакции окисления-восстановления являются обратимыми и достижение высокой степени восстановления требует избытка восстановителей, которые являются источником вторичного загрязнения воды. В тоже время действие разрядов в разных газах на воду приводит к образованию в ней частиц, обладающих окислительно-восстановительными свойствами. Высокой окислительной способностью обладают радикалы  $\cdot\text{OH}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{HO}_2$ , пероксид водорода, озон, тогда как атомы и молекулы водорода и сольватированные электроны являются хорошими восстановителями. Так как образование этих частиц не требует каких-либо химических реагентов, то это делает плазменную обработку привлекательной. Возможности разряда в кислороде для инициирования редокс-процессов практически не исследованы.

Поэтому целью данной работы было выявление закономерностей кинетики восстановления-окисления ионов хрома под действием разряда в кислороде, и сравнение их с имеющимися литературными данными для разряда в воздухе и аргоне.



Были исследованы кинетические закономерности процессов окисления-восстановления ионов хрома под действием на водный раствор бихромата калия разряда постоянного тока атмосферного давления в кислороде при токах (20–60) мА и концентрациях (0.092–0.39) ммоль/л. Раствор служил катодом разряда. Обнаружено, что под действием разряда начинают протекать обратимые реакции  $\text{Cr}^{6+} \leftrightarrow \text{Cr}^{3+}$  окисления-восстановления ионов хрома. Предельная степень восстановления ионов  $\text{Cr}^{6+}$  слабо зависела от тока разряда и падала с ростом начальной концентрации раствора. Найдены константы скоростей окисления и восстановления, оценена энергетическая эффективность процесса. При сравнении разных плазмообразующих газов показано, что разряд в аргоне является наиболее эффективным для проведения процесса восстановления.

1. Shutov, D.A. Kinetics and mechanism of Cr(VI) reduction in a water cathode induced by tmospheric pressure DC discharge in air/ D.A. Shutov, A.V. Sungurova, A.L.Choukourov, V.V. Rybkin // Plasma Chem. Plasma Process. – 2016. – Vol.36, № 5. – P. 1253-1269.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Исследование проведено с использованием ресурсов ЦКП научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ПАУ, ПРИСУТСТВУЮЩИХ В ВОДЕ РЕКИ УВОДЬ

Искинова И.А., Воронина В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[ira.iskinova@mail.ru](mailto:ira.iskinova@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Гущин А.А.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – группа органических соединений, содержащих два и более конденсированных ароматических кольца. Некоторые из этих веществ, например, бенз(а)пирен и бенз(а)антрацен, обладают ярко выраженными токсическими, канцерогенными и мутагенными свойствами, поэтому необходим постоянный мониторинг за содержанием этих соединений в окружающей среде. В США в список таких веществ, приоритетных для контроля, включены 16 ПАУ, в Европе – 6 [1], в России контролю подлежит только бенз(а)пирен.

ПАУ образуются главным образом при процессах неполного сгорания в природных и антропогенных источниках. Природные источники – это извержения вулканов, лесные пожары, а также преобразования биогенных отложений. Антропогенные источники включают в себя автомобильные выбросы, продукты сжигания угля, газа, нефти, бытовых и промышленных отходов и т.п. [1]. Поступая преимущественно в атмосферу, ПАУ попадают в водную среду в результате осаждения твердых частиц, а также прямой диффузией из воздуха в поверхностные воды.

В данной работе объектом исследования на содержание ПАУ была выбрана река Уводь, протекающая на территории г. Иваново. Полученные после отбора проб растворы анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием анализатора жидкости ФЛЮОР-02М в качестве флуориметрического детектора с колонкой, заполненной обращенно-фазовым сорбентом «Kromasil C18» [2].

В пробах было идентифицировано 13 ПАУ. При анализе компонентного состава смеси был сделан вывод, что доминирующим является антрацен, что обусловлено его хорошей растворимостью в воде, по сравнению с другими соединениями. Также и от интенсивного поступления в реку нефтепродуктов.

Содержание суммы веществ варьируется в пределах  $203 \div 4306$  нг/л с максимальной концентрацией в пробах, отобранных в центральной части города. Анализ показал, что данный факт связан дорожным движением. Наиболее распространёнными ПАУ были пирен, флуорантен и бенз(а)пирен, которые связаны с дизельными и бензиновыми выхлопными частицами [3]. Большинство соединений ПАУ, как показывают исследования, обладают канцерогенными и мутагенными свойствами [1, 4].

Таким образом, можно сделать вывод, что именно локальные источники ответственны за формирование качества воды в р. Уводь, что подтверждают результаты ранее проведенных исследований по оценке уровня загрязнения снежного покрова г. Иваново [5].

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239 А). Исследование проведено с использованием ресурсов ЦКП научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

## Список литературы

1. McGowin A.E. Polycyclic aromatic hydrocarbons // *Chromatographic Analysis of the Environment*. [Text]: / A.E. McGowin // L.M.L. Nollet. - 2006. - P. 556–616.
2. ПНД Ф 14.2:4.70-96 Методика выполнения измерений массовой концентрации полициклических ароматических углеводородов в питьевых и природных водах методом ВЖХ. – Москва, 1996.
3. Голохваст К. С., Чернышев В. В., Угай С. М. Выбросы автотранспорта и экология человека (обзор литературы) // *Экология человека*. – 2016. – №. 1.
4. Christensen A., Östman C., Westerholm R. Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in urban dust and diesel particulate matter using ultrasonic assisted extraction and on line LC-GC-MS // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. – 2005. – Т. 381. – С. 1206-1216.
5. Izvekova, T. V. Влияние бенз(а)пирена на качество окружающей среды и здоровье населения (на примере г. Иваново). / T. V. Izvekova, N. A. Kobeleva, A. A. Gushchin, M. S. Gerasimova, V. I. Grinevich // *ХИХТ*. – 2018. – 61. – С. 144-152.

# ОЧИСТКА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОТ НАФТАЛИНА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ

Клюшкина А.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет,

[nasya\\_2312@mail.ru](mailto:nasya_2312@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., м.н.с. Квиткова Е. Ю.

Быстрый рост населения планеты в сочетании с возрастающими объёмами водопотребления для бытовых и промышленных нужд и интенсивным сельским хозяйством приводит к глобальному водному кризису, который проявляется в нехватке пресной воды и в её усиливающемся загрязнении. В настоящее время остаются актуальными исследования, направленные на поиск путей эффективной очистки сточных вод от токсичных отходов, к которым можно отнести полициклические ароматические углеводороды (ПАУ).

Проблема загрязнения водных объектов ПАУ отмечается на всей территории России и за её пределами. ПАУ можно отнести к группе трудноокисляемых органических соединений, что вызывает определенные трудности в подборе эффективного метода очистки воды от такого рода загрязняющих веществ.

В последние годы для очистки широко применяются плазменные технологии, позволяющие эффективно очищать воду от различных типов стойких загрязнителей без использования реагентов. В частности, для генерации плазмы активно применяется диэлектрический барьерный разряд (ДБР), характеризующийся высокой производительностью как озона, так и других активных частиц, являющихся сильнейшими окислителями [1].

Целью работы являлось изучение возможности деструкции нафталина растворенного в воде в диэлектрическом барьерном разряде.

Эксперимент проводился на установке, детально описанной в работе [2]. Объёмный расход раствора, подаваемого на очистку, варьировался от 0,03 до 0,2 мл/с. Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора, значение переменного (ток с частотой 50 Гц) напряжения между электродами составляло 13 кВ. В качестве газа-носителя использовался технический кислород, подаваемый противотоком жидкости.

Концентрация нафталина в модельных водных растворах варьировалась в диапазоне от 0,5 до 25 мг/л. Измерение массовой концентрации нафталина выполнялось методом ВЭЖХ с флуоресцентным детектированием после экстракции из водной пробы гексаном и концентрирования экстракта упариванием.

Во всем рассматриваемом диапазоне начальных концентраций нафталина в воде степень его деструкции в ДБР была высока (~ 100 %). После обработки модельных растворов нафталина в ДБР на выходе из разрядного устройства регистрировались альдегиды (в пересчёте на формальдегид) в жидкой фазе, а также СО и СО<sub>2</sub> в газовой фазе.

Экспериментально показано, что при увеличении времени контакта раствора с зоной разряда наблюдается резкое снижение содержания органических соединений в системе: при максимальных временах контакта значение показателя ХПК в обработанных пробах воды снижалось в 27 раз, а величина минерализации составляла порядка 96 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение ДБР является высокоэффективным методом очистки модельных водных растворов от нафталина.

1. Destruction Kinetics of 2,4 Dichlorophenol Aqueous Solutions in an Atmospheric Pressure Dielectric Barrier Discharge in Oxygen / A. A. Gushchin, V.I. Grinevich et al. // Plasma Chem. Plasma Proc. – 2018. – V. 38. – N. 1. – P. 123-134.
2. Plasma-Catalytic Decomposition of Phenols in Atmospheric Pressure Dielectric Barrier Discharge / A.G. Bubnov, E.Yu. Burova et al. // Plasma Chem. Plasma Proc. – 2006. – V. 26. – N. 1. – P. 19-30.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239).*



# ВЫЯВЛЕНИЕ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ГАЗОВОГО ВЫБРОСА ОТ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Князев К.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
kirill.94.37@mail.ru

Научный руководитель: д.х.н., доцент Бубнов А.Г.

Очистка отходящих газов промышленных предприятий от примесей летучих органических соединений (ЛОС) является важной проблемой в области защиты атмосферного воздуха [1]. Какого-либо единственного подхода к очистке газовых выбросов от ЛОС на данный момент нет. В России, кроме научной литературы, имеются рекомендации по различным методам очистки, представленные в справочниках НДТ [2]. Методы очистки газовых выбросов выбираются в зависимости от физико-химических свойств загрязняющего вещества, его агрегатного состояния, концентрации в очищаемой среде и др. [2]. Целями настоящей работы являлись:

- 1) выявить и описать самые распространённые и перспективные методы очистки газового потока/выброса от критериальных ЛОС;
- 2) провести расчёт для выбранных технологий параметров техногенного риска и относительной общей пользы от применения оборудования;
- 3) сопоставление расчётных параметров и выявление наиболее оптимальных методов очистки газовых потоков/выбросов от критериальных ЛОС;

На основании данных информационно-технических справочников наилучших доступных технологий, для сопоставления и расчётов были отобраны три метода: адсорбция, катализ, плазменно-каталитический метод (на основе диэлектрического барьерного разряда). Первые два являются самыми распространёнными методами, имеют высокую степень очистки [2], но отличаются серьёзными затратами в зависимости от интервала рабочих концентраций удаляемых из воздуха ЛОС. Плазменно-каталитический метод является перспективной технологией [2], которую, на основе расчётов, можно будет рекомендовать к установке на предприятиях [2].

Для сравнения расчётных параметров выбранных методов очистки были выделены два способа сопоставления результатов. Для такого многокритериального отбора методов очистки мы воспользовались одним из эвристических методов - иерархической процедурой оценивания (ИПО, здесь эксперты могут задать самый широкий спектр сравниваемых параметров) [3]. Кроме этого, нами применялась методика обоснования выбора очистного оборудования по показателю относительной общей пользы, учитывающая такие критерии как, например: возможность отказа очистного оборудования, риски, связанные с ним и возможный ущерб, по аналогии с [4].

В результате проведённой работы были рассчитаны:

- риски наступления неблагоприятного события (снижение степени очистки) для выбранных методов очистки;
- проведены расчёты показателя относительной общей пользы для выбранных методов очистки;
- построена шкала отношения степеней важности при оценке очистного оборудования и проведено заполнение матриц попарного сравнения.

1. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году» – М: 2017. – 528 с.
2. ИТС–47–2017. Система обработки (обращения) со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности. -М.: Бюро НДТ, 2017 – 148 с.
3. Томас Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь. 1993. - 278 с.
4. Сараев, И.В. Относительная общая польза – дополнительный комплексный критерий выбора пожарных рукавов / И.В. Сараев, А.Г. Бубнов, В.Ю. Курочкин, Ю.Н. Моисеев, А.Д. Семенов // Пожаровзрывобезопасность. 2015. № 24 (4). С. 66–71.

# ДИНАМИКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД И ЗНАЧЕНИЙ РИСКОВ ОТ ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Кудрявцева Я. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
forvard.96@mail.ru

Научный руководитель: д. х. н., доцент Бубнов А. Г.

Вода относится к основным факторам, влияющим на здоровье людей, поэтому очень важно проводить мониторинг каждого из них на соответствие предъявляемым требованиям. В качестве альтернативного источника питьевой воды всё большая часть населения предпочитает употреблять – родниковую воду. Таким образом, определение показателей качества родниковых вод, оценка риска для здоровья населения от употребления родниковой воды являются чрезвычайно актуальными задачами. Поэтому целями настоящей работы являлись:

1. Определение показателей качества воды из родников, расположенных на территории городов Иваново и Кохма, и сравнить их с санитарно-гигиеническими нормативами;
2. Оценка риска здоровью населения по двум различным методикам - [1] и [2].

Для исследования динамики показателей качества родниковых вод были рассмотрены три природных источника, находящиеся на территории городов Иваново и Кохма.

Контроль качества воды осуществлялся по следующим показателям: запах, привкус, цветность, мутность, pH, ХПК<sub>KMnO4</sub>, жёсткость, щёлочность, общая минерализация, СПАВ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Al_3^+$ , а также общему содержанию металлов  $Cu_{общ}$ ,  $Fe_{общ}$ ,  $Mn_{общ}$ ,  $Cr_{общ}$ .

Результаты проведённых анализов показали, что вода из исследованных источников не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам по величине общей жёсткости, содержанию  $Fe_{общ}$  и СПАВ. Наиболее загрязнённой в 2018 году является вода из родников, расположенных г. Иваново в районе городского бассейна и г. Кохма.

Пожизненные индивидуальные риски от употребления воды из источников находится на приемлемом уровне (исходя из критериев приемлемости риска Эшби). Оценка величины рисков и связанных с ними ущербов от вероятного сокращения ожидаемой продолжительности жизни людей, употребляющих родниковую воду, показала, что данные величины являются небольшими и лежат в области ниже минимальных ущербов.

В целом величины риска по исследуемым методам за исследуемый период уменьшаются, что свидетельствует о тенденции улучшения качества воды из родников.

Во избежание риска канцерогенеза при пероральном употреблении некипячёной родниковой воды, предлагаем поставить вблизи источников таблички с информацией о качестве родниковой воды в источнике, расположенном в районе городского бассейна, в парковой зоне и в г. Кохма.

Таким образом, необходимо продолжать отслеживать динамику уровня качества родниковых вод и значений рисков от их загрязнения, для предупреждения и своевременного реагирования в случае резкого ухудшения.

Список используемой литературы:

1. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.
2. Звягинцева, А.В. Оцінка екологічних ризиків при забрудненні водних об'єктів (на прикладі рік та водоймищ донецької області): [Текст] / А.В. Звягинцева // Вісник Донецького університету. Серія природничі науки. – 2007. № 2. – С. 330- 337.

# АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПО ДАННЫМ О КАЧЕСТВЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК

Макарова А.И., Спирина А.А.

*Ивановский государственный химико – технологический университет, факультет неорганической химии и технологии, Иваново, Россия  
E-mail: nastenkamak2009@mail.ru*

Современная урбанизация и все возрастающее техногенное «давление» на окружающую среду неизбежно приводят к возрастанию экологического риска для населения промышленных городов [1].

ДО могут выступать в качестве индикатора для выявления состава, интенсивности и масштаба техногенного загрязнения, так как их состав отражает биогеохимические особенности водосборных территорий [2].

Количественная оценка экологического риска. Согласно принятому определению, риск – это количественная мера опасности с учетом ее последствий. Последствия проявления опасности всегда приносят ущерб, который может быть эномическим, социальным, экологическим и т.д. Следовательно, оценка риска должна быть связана с оценкой ущерба. При этом полагают, что чем больше ожидаемый ущерб, тем значительнее риск. Кроме того, риск будет тем больше, чем выше вероятность проявления соответствующей опасности [3, 4].

Целью работы стал анализ параметров риска для здоровья и экологического риска по данным о качестве донных отложений малых рек Ивановской области. Расчет рисков осуществлялся по двум методикам: ДонНТУ и Р 2.1.10.1920-04.

Сравнив, полученные значения рисков в воде полученные методикой ДонНТУ и риски полученные с помощью методики Р 2.1.10.1920-04 данные Российской методики оказались на порядок больше, и имеют так же неприемлемый уровень риска, требующий незамедлительных мероприятий.

Оценивая суммарный риск, согласно критериям Эшби, все исследуемые реки имеют неприемлемый уровень риска  $R > 10^{-3}$ .

Произведен расчет методикой исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, соответствующих рек. Максимальный ущерб причинен реке Мера и составил 47 млн. руб. (с учетом коэффициента дефляции на 2018 г.).

## Литература

1. Дьяконов К. Н. Экологическое проектирование и экспертиза: учебник для вузов / К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева. М.: Аспект Пресс, 2002. -384 с.
2. Янин, Е.П. Техногенные геохимические ассоциации в донных отложениях малых рек (состав, особенности, методы оценки) / Е.П. Янин. – М.: ИМГРЭ, 2002. – 51 с.
3. Дмитриев В.Г. Оценка экологического риска. Аналитический обзор публикаций // Арктика и север. 2014. № 14. С. 126–147.
4. Тимофеева С.С., Хамидуллина Е.А. Основы теории риска: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2012. 128 с.

# МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ЗОНАХ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ РОДНИКОВ ГОРОДА ИВАНОВО

Малова Ю.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[yulyasha.malova.98@mail.ru](mailto:yulyasha.malova.98@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А.

Снежный покров как универсальный показатель загрязненности атмосферы все чаще используют в качестве объекта мониторинга состояния окружающей среды. Участки инфильтрации атмосферных осадков могут быть одним из основных источников загрязнения подземных вод. Анализ атмосферных осадков на содержание приоритетных загрязнителей очень важен для оценки влияния атмосферных выпадений на состав и качество родниковых вод. В связи с этим цель работы заключалась в исследовании химического состава снежного покрова в местах выхода родников, расположенных в городах Иваново, и Кохма. С этой целью были отобраны пробы снега (в холодный период 2017 – 2019 г.) около родников № 1 (г. Иваново, район городского бассейна), № 2 (г. Кохма) и № 3 (г. Иваново, парк отдыха «Харинка»). Для сравнительной оценки были проанализированы пробы снега, отобранные в зоне пониженного антропогенного влияния, на менее урбанизированной территории в сельской местности Ивановской области (г. Южа – в феврале 2019 г.).

Выбор объектов исследования определялся тем, что государственная служба не контролирует химический состав талых вод. Снег эффективно сорбирует разные примеси из атмосферы, в том числе выбросы от техногенных источников и автомобильного транспорта, при этом поллютанты загрязняют территорию города, но их распределение в снежном покрове практически не изучено.

В пробах талых вод определяли водородный показатель pH, а также содержание соединений различных металлов ( $Fe_{\text{общ}}$ ,  $Ca_{\text{общ}}$ ,  $Si_{\text{общ}}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ). Для контроля использовали стандартные методы анализа (потенциометрический, фотометрический, титриметрический, атомно-абсорбционный).

Пробы снега отбирались в пяти точках вокруг каждого из анализируемых источников, а также у ближайшей автомобильной дороги.

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно благополучной экологической обстановке в зонах санитарной охраны исследуемых родников города Иваново. При этом в пробах снега, отобранных на урбанизированной территории, а именно в зоне повышенного антропогенного влияния (в городах Иваново и Кохма) было обнаружено большее содержание различных примесей. В пробах снега, взятых в зоне пониженной антропогенной нагрузки (парке «Харинка» г. Иваново) наблюдалось меньшее количество поллютантов, а в пробах, отобранных в сельской местности (г. Южа Ивановской области) – значительно меньшее.

Таким образом, в работе:

- был исследован химический состав талой воды;
- проведена сравнительная характеристика образцов снега, отобранных с февраля 2017 г. по февраль 2019 г., проконтролирован химический состав атмосферных осадков, выпавших за летний и осенний периоды 2017 – 2018 гг.;
- идентифицированы возможные источники антропогенного загрязнения рассматриваемой территории;
- оценено современное экологическое состояние мест выхода родников, а также предложены меры по улучшению экологической ситуации.

В качестве наиболее выполнимых мероприятий по улучшению экологической ситуации в городе Иваново предложены: своевременный вывоз снега, а также правильная сортировка мусора, его переработка и уничтожение.

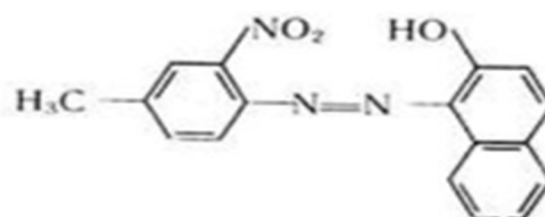
# ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ МОДЕЛИ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗА С ТЕТРАПИРОЛЛЬНЫМИ ЛИГАНДАМИ

Осокин В. С., Манин А. Д.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
vovka.33rus@mail.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Кудрик.Е.В.

Азокрасители относятся к трудно деградируемым органическим загрязнителям и проблема очистки сточных вод, источниками которых являются в основном текстильные предприятия, от них является весьма актуальной. Предложено несколько методов очистки из которых чаще всего применяют реакция Фентона, то есть их окисление в присутствии солей железа и пероксида водорода. Данный процесс требует большого расхода окислителя и соли железа и в этом плане является не совсем удобным и зачастую малоэффективным.



Нами изучено каталитическое окисление пигмента алого (см. рисунок) *трет*-бутилгидропероксидом и перекисью водорода с использованием двух катализаторов: тетрафинилпарфурината железа и  $\mu$ -нитридодимерного бис-фталцианината железа. Установлено, что первый катализатор не проявляет каталитической активности при использовании обоих окислителей, в то время как  $\mu$ -нитридодимер достаточно эффективно катализируют указанные реакции. Установлено так же, что катализатор является устойчивым в данных процессах. Исследована зависимость скорости реакции от концентрации катализатора и окислителя. На основе полученных данных сделан вывод об их механизме.

Петрова М.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[samsung.94.94@mail.ru](mailto:samsung.94.94@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А. (ИГХТУ)

На сегодняшний день одной из актуальных экологических проблем человечества является качество питьевой воды, которое напрямую связано с состоянием здоровья населения, экологической чистотой продуктов питания, с разрешением проблем медицинского и социального характера. В России, как и во всем мире, за последние годы резко выросло производство и потребление воды питьевой расфасованной в ёмкости. Однако в нашей стране нормативная документация, устанавливающая требования к такой воде, до 2002 г. отсутствовала. В 2002 г. впервые в России были утверждены санитарные правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1116-02, которые установили гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости (бутылки, контейнеры, пакеты) предназначенной для питьевых целей и приготовления пищи. СанПиН 2.1.4.1116-02 установлены гигиенические нормативы состава и свойств расфасованных вод для двух категории качества.

Качество воды, расфасованной в ёмкости, должно соответствовать гигиеническим нормативам как при её розливе, транспортировании, хранении, так и в течение всего разрешённого срока реализации в оптовой и розничной торговле. В связи с вышеизложенными целями работы являлись:

1. Определить показатели качества питьевой воды, расфасованной в ёмкости, различных торговых марок и производителей, а также родниковой воды г. Иваново и г. Кохма и сравнить образцы по химическому составу.
2. Определить соответствие показателей качества анализированных проб воды нормативным требованиям, предъявляемым к качеству воды питьевого назначения.
3. Определить соответствие показателей качества воды значениям, заявленным изготовителем на этикетке.
4. Рассчитать величины потенциальной опасности и «физиологической полноценности», а также ущерб от употребления рассматриваемых образцов воды.

Для исследования были выбраны образцы питьевой воды, расфасованной в ёмкости, следующих торговых марок: «Пилигрим», «Новотерская», «Эдельвейс», «AQVAMinerale» и «Bio Vita» и три образца родниковой воды, отобранной в г. Иваново и г. Кохма.

Первым этапом работы было определение показателей качества образцов воды. Контроль качества воды осуществлялся по следующим показателям:

- органолептическим: запах, привкус, цветность, мутность;
- обобщенным: рН, жесткость, общая минерализация, щелочность;
- содержанию неорганических веществ:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ;
- содержанию металлов:  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ .

Для контроля применяли стандартные методы анализа (потенциометрический, гравиметрический, титриметрический, фотометрический, атомно-абсорбционный) согласно действующей нормативной документации:

На основании полученных данных по содержанию химических веществ в анализированных пробах, можно проранжировать исследованные образцы (в порядке ухудшения качества):

- для родниковой воды: Родник г. Иваново (район городского бассейна) → Родник г. Кохма → Родник г. Иваново (парк отдыха «Харинка»).
- для воды питьевой бутилированной: «Новотерская» → «Эдельвейс» → «Bio Vita» → «Пилигрим» → «Aqva Minerale».

Рассчитанные величины риска и экономического ущерба указывают, что масштабы уровня загрязнения исследованных образцов питьевой воды можно отнести к категории «средних».

# ПОКАЗАТЕЛИ РИСКА ОТ УПОТРЕБЛЕНИЯ РОДНИКОВЫХ ВОД ГОРОДСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ 2003-2019 ГОДАХ

Пискунова М. С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
mardzhi.piskundzhova.96@mail.ru

Научные руководители: д.х.н., доцент Бубнов А.Г., к.х.н., доцент Буймова С.А.

Качество и безопасность питьевой воды являются важным вопросом для общественного здравоохранения. В настоящее время практически все водные источники продолжают подвергаться техногенному воздействию различной интенсивности, что увеличивает совокупный риск для здоровья и повышает уязвимость человека вследствие изменения водного фактора. Подземные воды являются основой водного фонда России и служат, главным образом, для питьевых целей. Таким образом, определение показателей качества родниковых вод, оценка риска для здоровья населения от употребления родниковой воды являются актуальными задачами.

Целями работы являлись:

- 4) определение показателей качества воды питьевой из подземных источников (родников) городов Иваново и Кохма;
- 5) оценка соответствия качества исследованных вод нормативным требованиям и возможности потребления рассматриваемых образцов вод в питьевых целях в чрезвычайных ситуациях;
- 6) оценка риска здоровью населения по различным методикам - [1] и [2];
- 7) разработка мероприятий, направленных на улучшение состояния территорий вблизи родников.

Для исследования динамики показателей качества родниковых вод были рассмотрены три природных источника, находящиеся на территории городов Иваново и Кохма. Проведённый химический анализ родниковой воды из трёх источников показал, что вода из родников не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам [3].

В России отсутствует нормативная методика оценки экологических рисков (для элементов окружающей среды (ОС)). Имеется лишь рекомендуемая методика к применению по оценке риска для здоровья человека от воздействия негативных факторов ОС [1]. Поэтому оценка рисков здоровью населения и для ОС осуществлялась ещё и по методическому подходу, предложенному учёными из Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) [2].

Оказалось, что о целом оба применённых нами подхода применимы к расчёту показателей риска для здоровья населения при употреблении родниковой воды и, вероятно, методику ДонНТУ, можно применять для оценок экологических рисков. Методика ДонНТУ для расчёта нижней границы риска применительно к родниковым водам неприменима.

С целью сохранения и улучшения санитарного состояния природных источников необходимо выполнять мероприятия, которые направлены на улучшение состояния территории вблизи родника, а также на качество родниковой воды. В качестве мероприятий по устранению негативных факторов, оказывающих влияние на качество родниковых вод, можно предложить, например, кипячение и фильтрование.

5. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.
6. Звягинцева, А. В. Оцінка екологічних ризиків при забрудненні водних об'єктів (на прикладі рік та водоймищ донецької області): [Текст] / А.В. Звягинцева // Вісник Донецького університету. Серія природничі науки. – 2007. № 2. – С. 330-337.
7. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

# ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ УВОДЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Преснякова А.В., Леуш Е.О., Спирина А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[nastenkabasket@mail.ru](mailto:nastenkabasket@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Извекова Т.В. (ИГХТУ)

В настоящее время ухудшение качества воды в поверхностных водотоках и, как следствие, ухудшение питьевой воды, является одной из актуальных экологических проблем современности. Низкое качество поверхностных вод, которые зачастую являются одним из основных источников водоснабжения и водообеспечения населения, несет потенциальную угрозу здоровью населения. От качества воды, потребляемой человеком, зависит наш метаболизм и здоровье в целом.

Основные показатели, характеризующие чистоту воды в системах водоснабжения, зависят от качественных и количественных характеристик воды в источнике водоснабжения. Поэтому целью данной работы было исследование взаимосвязи между качеством воды в источнике водоснабжения и его уровнем в питьевой воде. Оценка уровня химического загрязнения Увудьского водохранилища; оценка параметров экологического риска и риска здоровью населения от употребления воды из поверхностного источника водоснабжения г. Иваново.

Содержание органических соединений в поверхностных водах колеблется в широких пределах и зависит от многих факторов, основным из которых является хозяйственная деятельность человека, в результате которой поверхностные стоки и атмосферные осадки загрязнены разнообразными соединениями, включая и органические. Некоторые вещества, такие как пестициды, ПАУ, хлорорганические соединения (ХОС), включая диоксины, даже в микродозах чрезвычайно опасны для здоровья человека [1, 2].

Основным источником водоснабжения г. Иваново является Увудьское водохранилище (до 80 % водообеспечения населения). Для оценки возможных негативных последствий для здоровья населения отбор проб воды осуществлялся из Увудьского водохранилища, а также из системы городского водопровода. Анализ показателей качества проводился в соответствии с аттестованными методиками по следующим показателям: рН, сухой остаток, взвешенные вещества, ХПК,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}$ , как в источнике водоснабжения, так и в питьевой воде.

По результатам оценки химического состава воды в анализируемых пробах был выполнен анализ соответствия питьевой воды по контролируемым показателям и произведена оценка риска нарушения функционирования органов и систем человека при употреблении воды, прошедшей водоподготовку. Наблюдается тенденция к уменьшению величин риска, что указывает на повышение качества питьевой воды центральной системы водоснабжения г. Иваново. Полученные результаты показывают, что необходимо осуществление мероприятий, направленных на снижение уровня загрязнения, как воды в водохранилище, так и воды в централизованной системе водоснабжения г. Иваново.

Также были проведены сравнительные оценки показателей риска, характерного для 2018-2019 гг. с данными 2003-2008 гг. [1, 3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Извекова Т.В., Гриневиц В.И., Костров В.В.//Инженерная экология. 2003. №3. - С.49-54.
2. Сябагатуллина А.М. Динамика загрязненности речной воды/А.М. Сябагатуллина, П. М. Мазуркин //Экология и промышленность России. 2009. № 2. С. 48-52.
3. В.И. Гриневиц, Т.В. Извекова, Н.А. Пластинина, Х. Шурэнцэцэг. // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2009. – Т.52. – Вып. 9. – С. 110-112.



# ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Спирина А.А., Преснякова А.В., Марченко Т.А., Леуш Е.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[olliannet@mail.ru](mailto:olliannet@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Извекова Т.В. (ИГХТУ)

Донные отложения (ДО) являются важнейшей составляющей водных объектов, в значительной степени, определяющей их состояние. В донных отложениях происходит аккумуляция большей части органических и неорганических, в том числе наиболее опасных и токсичных загрязняющих веществ, которые с одной стороны при определенных условиях (ветровое взмучивание, изменение рН, минерализации, водности, проведение дноуглубительных работ, дампинг и т.д.) могут переходить в водную толщу, вызывая ее вторичное загрязнение. Однако, с другой стороны, способствуют самоочищению водной среды. [1]. Индикационная роль ДО состоит в их геохимической консервативности, которая отражает способность накапливать стойкие вещества и токсичные элементы [2]. Донный грунт и водная толща связаны между собой условиями равновесия. Как результат, изменения в одном (например, загрязнение) из компонентов приводит к изменению второго. Поэтому наблюдения за загрязненностью ДО становятся неотъемлемой частью мониторинга состояния водных объектов [3].

Приоритетные загрязнители вод – тяжелые металлы (ТМ), органические вещества и соединения биогенных элементов. Тяжелые металлы (свинец, кадмий, никель, цинк, медь и другие) обладают выраженной мутагенной и канцерогенной активностью [1].

Регламентация загрязнения пресноводных экосистем ТМ основана на определении их содержания в воде, хотя значительная их часть мигрирует в составе взвешенных веществ и оседает на дно. Участвуя в разнообразных процессах, ТМ изменяют свою биологическую доступность и, соответственно, токсичность [4].

В данной работе объектами исследования стали малые реки Ивановской области (р. Казоха, р. Елпать, р. Кинешемка, р. Сунжа, р. Мера). Проводился контроль содержания тяжелых металлов в донных отложениях исследуемых водотоков.

Для оценки загрязнения водного объекта использовались суммарный показатель загрязнения почв  $Z_c$ , коэффициента загрязнения  $C_f$ , характеризующий загрязнение донной акватории отдельными веществами и степень загрязнения  $C_d$ , отражающий общее загрязнение водного объекта, исследуемыми веществами.

В результате исследования можно сделать следующие выводы:

1. По значению показателя  $Z_c$  донные отложения находятся в пределах  $16,4 < Z_c < 308,5$  и имеют в основном очень высокий уровень техногенного загрязнения.
2. Большая часть исследуемых вещества не являются загрязняющими, и оценка загрязнения водного объекта характеризуется как умеренная, т.к. коэффициент загрязнения ДО находится в пределах  $1 \leq C_f \leq 3$ .
3. Из расчета степени загрязнения следует, что наиболее загрязненными реками являются Кинешемка, Казоха, Сунжа, степень загрязнения которых классифицируется как высокая  $C_d \geq 36$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чернова Н. М. Общая экология. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
2. Опекунов А.Ю. Аквальный техноседиментогенез // Труды ВНИИ Океанологии Министерства природных ресурсов РФ. СПб: Наука, 2005 Т. 208 278 с.
3. Новиков Ю.В. Сохраняйте чистоту водоемов. М., 1983
4. Даувальтер В.А. Концентрации металлов в донных отложениях закисленных озер // Водные ресурсы. 1998 Т. 25 № 3 С. 358–365.

# ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Терентьев С. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Tertill@mail.ru

Научный руководитель: д.х.н., доцент Бубнов А.Г.

Нефть имеет свойство вызывать необратимые изменения и нежелательные процессы при попадании в воду. Поэтому защита окружающей среды от нефтепродуктов является сложной и важной задачей на сегодняшний день. Для того, чтобы выявить наиболее оптимальный метод отбора очистки сточных вод, мы воспользуемся усредненными количественными характеристиками сточных вод с нефтеперерабатывающего завода.

Целями настоящей работы являлись:

- 1) выявить (обосновать) наиболее эффективные/перспективные технологии очистки от сточных вод от органических поллютантов;
- 2) рассчитать для выбранных технологий очистки параметры риска/относительной общей пользы;
- 3) сопоставить расчётные параметры и выявить наиболее оптимальные методы очистки сточных вод от органических соединений.

На основании данных информационно-технических справочников наилучших доступных технологий, для сопоставления и расчётов были отобраны три метода: сорбционные фильтры, система обратного осмоса, плазменно-каталитический метод (на основе диэлектрического барьерного разряда). Первые два являются распространёнными методами, имеют высокую степень очистки [1], но отличаются серьёзными затратами в зависимости от интервала рабочих концентраций удаляемых из воды нефтепродуктов. Плазменно-каталитический метод является перспективной технологией [1].

Для сравнения расчётных параметров выбранных методов очистки были выделены два способа сопоставления результатов. Метод с использованием параметра относительной общей пользы [2]. Метод был включен в список методов отбора, т.к. очистное сооружение и оборудование очистки сточных вод, имеет очень важное значение в защите окружающей среды от попадания в гидросферу загрязняющих веществ. Аварии на таких сооружениях имеют очень неблагоприятные последствия для гидросферы.

Кроме того, использовался и метод анализа иерархий [3]. Определение эффективности использования метода осуществлялось, главным образом, математическими методами, предусматривающими достаточно широкое применение моделей процесса протекания метода очистки. При этом полученные результаты выражались в аналитической, графической или табличной формах.

В результате проведённой работы были рассчитаны:

- риски наступления неблагоприятного события для выбранных методов очистки;
- проведены расчёты показателя относительной общей пользы для выбранных методов

очистки.

8. ИТС–47–2017. Система обработки (обращения) со сточными водами и отходящими газами в химической промышленности. -М.: Бюро НДТ, 2017 – 148 с.

9. Сараев, И.В. Относительная общая польза – дополнительный комплексный критерий выбора пожарных рукавов / И.В. Сараев, А.Г. Бубнов, В.Ю. Курочкин, Ю.Н. Моисеев, А.Д. Семенов // Пожаровзрывобезопасность. 2015. № 24 (4). С. 66–71.

10. Томас Саати. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь. 1993. - 278 с.

# МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВБЛИЗИ РОДНИКОВ

Трусова Т.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[tatrusov4@yandex.ru](mailto:tatrusov4@yandex.ru)

Научные руководители: д.х.н., доцент Бубнов А.Г., к.х.н., доцент Буймова С.А.

Одним из методов, позволяющих оценить степень техногенной нагрузки на окружающую среду городов и здоровье проживающего в них населения, является мониторинг качества депонирующих сред – почвы и снежного покрова. Почва служит геохимическим экраном любого ландшафта, в том числе техногенного. Через неё проходят все миграционные потоки вещества (водные, воздушные), под воздействием которых она изменяется, влияя в свою очередь и на сопредельные среды. Снежный покров не является активным ни в химическом, ни в биологическом отношении, как, почва, так как в нём почти не происходит химических трансформаций веществ, поэтому снег является индикатором предшествовавшего загрязнения атмосферы и будущего загрязнения почвы и гидросферы [1].

Цель данной работы заключалась в исследовании химического состава почвенного и снежного покровов в местах выхода родников, расположенных в городах Иваново и Кохма. В качестве объектов исследования были выбраны родник № 1 (г. Иваново, район городского бассейна), родник № 2 (г. Кохма) и родник № 3 (г. Иваново, парк отдыха «Харинка»). Кроме того, образцы были отобраны около близлежащих дорог.

Отбор почвенного материала проводился в соответствии с требованиями, изложенными в нормативном документе [2] из поверхностного слоя методом «конверта» на глубину 0,0 – 0,2 м. Для оценки уровня фонового загрязнения были проанализированы пробы почвы, отобранные на менее урбанизированных территориях. Отбор проб снега производился в феврале и выполнялся с помощью трубки из полимерного материала по всей глубине, при этом с поверхности удалялся мусор (листья, ветки и др.), а также исключалось попадание в образцы частиц почвы.

Среди различных химических веществ, поступающих из антропогенных источников, особое место занимают тяжелые металлы, обладающие высокой токсичностью [3]. При проведении аналитических исследований в пробах почв определяли подвижные формы элементов ( $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ) методом атомно-абсорбционной спектроскопии и весовые проценты металлов и неметаллов (С, О, Mg, Al, Si, К, Са, Ti, Fe) методом сканирующей электронной микроскопии.

В пробах талых вод определяли водородный показатель рН, а также наличие неорганических веществ ( $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ) и соединений различных металлов ( $Fe_{общ.}$ ,  $Mn_{общ.}$ ,  $Cr_{общ.}$ ,  $Cu_{общ.}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ). Для контроля использовали титриметрический, фотометрический и атомно-абсорбционный методы анализа.

В результате анализа и систематизации данных о качестве снежного и почвенного покровов города Иваново в периоды исследования 2003-2006 гг. и 2017-2019 гг. были выявлены приоритетные загрязняющие вещества, к которым относятся медь, цинк, марганец, никель, железо.

1. Родивилова О.В., Разинова Е.Ю., Костров В.В. Уровень антропогенного загрязнения г. Иваново // Инженерная экология. 2000. № 5. - С. 53.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. -М.: Изд.-во стандартов, 1984. - 8 с.
3. Buymova, S.A. The use of vegetation to indicate the ecosystem status of springs / S.A. Buymova, A.G. Bubnov, A.E. Ivanova // Abstracts book : The 6<sup>th</sup> International Conference on Ecological & Environmental Chemistry 2017 (EEC-2-17), March 2-3, 2017, Academy of Sciences of Moldova: Chisinau, Printing House of the Moldova State University. 2017. - P. 212.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ ЧХУ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ В ДБР

Тюканова К.А., Малинина К.А.

Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет  
tyka-ksenia@mail.ru

Научный руководитель – к.х.н., доцент А.А. Гушин

В настоящее время ученые акцентируют особое внимание на проблеме загрязнения воздуха хлорированными органическими соединениями (ХОС). Они широко используются в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве. ХОС обладают высокой летучестью и устойчивостью к разрушению, что и приводит к их повсеместному распространению. Многие соединения данного класса обладают мутагенными и канцерогенными свойствами, а также способны привести к острым и хроническим последствиям для здоровья населения. Достаточно широкий спектр ХОС отнесен к числу приоритетных загрязнителей атмосферы.

Выбор метода очистки производится на основе различных параметров, к которым относят начальная концентрация загрязняющих соединений, скорость потока газа, подаваемого на очистку, температура газо-воздушной смеси, а также необходимая эффективность удаления загрязнителя. На сегодняшний день широко используются методы химии высоких энергий для очистки газовых выбросов [1]. Целью данной работы являлось исследование кинетики деструкции  $\text{CCl}_4$  в плазме диэлектрического барьерного разряда (ДБР) в среде кислорода.

Эксперимент проводился на плазмохимической установке при атмосферном давлении в среде кислорода. Подробное описание экспериментальной установки приведено в работе [2]. Плазмообразующим газом являлся технический кислород (99.8 %), расход которого варьировался в диапазоне 1-3  $\text{см}^3/\text{с}$ , что соответствовало временам контакта модельных газовых смесей с разрядной зоной от 1.5 до 15 с. Исходная концентрация ТХМ в газовой смеси составляла 20  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Для формирования разряда на электроды реактора подавалось высокое напряжение с частотой 1000 Гц, которое контролировать с помощью осциллографа GW Instek GDS-2072. Мощность разряда составляла 8 Вт.

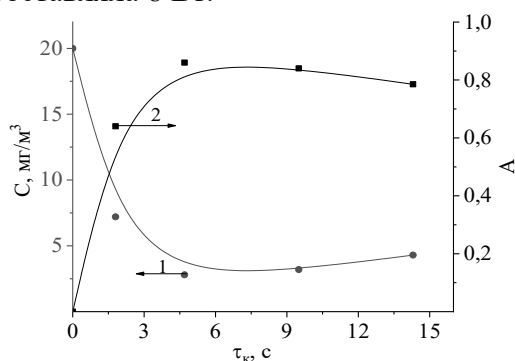


Рис. 1. Кинетика (1) и эффективность (2) деструкции ТХМ в ДБР.

На рис. 1 приведена кинетика и эффективность деструкции ТХМ при мощности, вкладываемой в разряд, равной 0.8 Вт/ $\text{см}^3$ . Степень деструкции ТХМ в условиях проведения эксперимента достигает 90 %.

Величина эффективной константы скорости реакции равна 0.49  $\text{с}^{-1}$ . Скорость деструкции и энергозатраты на процесс очистки составили 0,01  $\text{г}\cdot\text{м}^{-3}\cdot\text{с}^{-1}$  и 0.006 молекулы/100 Эв соответственно, что сопоставимо с величинами, полученными при изучении деструкции 2,4-дихлорфенола при аналогичных условиях в ДБР [2].

Список используемой литературы:

1. Chen HL. Removal of volatile organic compounds by single-stage and two-stage plasma catalysis systems: a review of the performance enhancement mechanisms, current status, and suitable applications/ Chen HL, Lee NM, Chen SH, Chang MB, Yu SJ, Li SN // Environ Sci Technol – 2009. – 43(7). – С. 2216–2227.
2. Gushchin A. A. Destruction of 2,4 Dichlorophenol in an Atmospheric Pressure Dielectric Barrier Discharge in Oxygen/ Gushchin A. A., Grinevich V. I., Kozlov A. A., Kvitkova E. Y., Shutov D. A., Rybkin V. V. // Plasma Chemistry and Plasma Pro-cessing. – 2017. – Т. 37, № 5. – С. 1331-1341.

Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239).

# ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ Г. ИВАНОВО

Удальцова С.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[udaltsova.svetlana95@yandex.ru](mailto:udaltsova.svetlana95@yandex.ru),

Научный руководитель: к.х.н., доцент Извекова Т.В. (ИГХТУ)

В настоящее время большое значение имеет исследование загрязнения окружающей среды разнообразными поллютантами, среди которых важное место занимают тяжелые металлы, являющиеся наиболее токсичными среди химических элементов. Тяжелые металлы аккумулируются в депонирующих средах, к числу которых относятся почва и снеговой покров, и образуют техногенные ореолы и потоки рассеивания [1]. Выхлопные газы, а также сам транспорт становятся главным источником поступления тяжёлых металлов в атмосферу и почвенный покров. Именно поэтому оценке качества почв урбанизированных территорий и оценке риска неблагоприятных последствий для здоровья населения придается все большее значение.

По химическому составу снега можно установить площадное распределение и количественные характеристики веществ, выпадающих зимой из атмосферы, благодаря этому — выявить источники загрязнения и ореолы их влияния, получить приближенную оценку количества токсикантов, выносимых с территории городов и промышленных площадок талыми водами и попадающих в почвы [2].

Цель данной работы заключалась в исследовании химического состава почвы на территории г. Ивановой оценить поуровню химического загрязнения величину экологического ущерба и экологического риска.

В качестве объекта анализа была выбрана территория города, поделённая на 12 квадратов. В течение 2016 и 2017 годов в каждом из квадратов определялись участки с различной антропогенной нагрузкой: промышленные предприятия, АЗС, авто и ж/д дороги, места проживания населения. Контролировалось содержание тяжёлых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni, Mn) и нефтепродуктов в почвах и снежном покрове. Для получения данных о фоновых уровнях загрязнения были отобраны пробы вне сферы локального антропогенного воздействия. Анализ токсикантов осуществлялся методом электротермической атомно-адсорбционной спектроскопии (Cu, Zn, Cd, Pb, Co, Ni, Mn) и ИК-спектрофотометрическим методом (нефтепродукты). Химическое загрязнение почв оценивалось сравнением полученных результатов с нормируемыми величинами, и по показателям, являющимися индикаторами неблагоприятного воздействия на здоровье населения, а именно коэффициенту концентрации химического вещества ( $K_c$ ) и суммарному показателю химического загрязнения ( $Z_c$ ) [4]. Для того чтобы количественно оценить степени опасности, которая наносится почве в результате химического загрязнения использовали понятие риска (R), определяемого как произведение вероятности (P) неблагоприятного события и ожидаемого ущерба (Y) в результате этого события [5]:

1. Василенко В.Н., Назаров И.Н., Фридман Ш.Б. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985.
2. Илюшкина, Л.Н. Санитарно-гигиеническое состояние почв рекреационных зон г. Ростова-на-Дону / Л.Н. Илюшкина, Е.Е. Шевченко // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4 (ч. 2). – С. 375-378.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Охрана природы. Почвы: Сб. ГОСТов. - М.: Стандартинформ. 2008. 4 с.
4. МУ 2.1.7.730-99. «Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 1999. 7с.
5. Алымов В. Т. Техногенный риск: Анализ и оценка: учеб. пособие для вузов / Алымов В. Т., Тарасова Н. П. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 118 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СТОКОВ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ

Чугунов Р. Н., Ключкина А.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет

bur\_1981@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., м. н. с. Квиткова Е. Ю.

В последнее время фармацевтические препараты и их метаболиты всё чаще обнаруживаются в природных водах, становясь новым классом приоритетных органических загрязнителей. Последствиями такого рода загрязнений (в частности препаратами, относящимися к группе антибиотиков) могут быть гибель простейших микроорганизмов экосистемы, увеличение риска развития устойчивости к антибиотикам у возбудителей различных болезней, что может приводить к вспышкам различного рода инфекций. Данные препараты могут попадать в природные воды с выделениями людей и животных, через стоки фармацевтических предприятий посредством сброса вод после промывки оборудования, а также с мест накопления отходов, где происходит захоронение лекарств с истёкшим сроком годности, откуда они способны мигрировать в объекты окружающей среды.

Среди перспективных методов очистки стоков от трудноокисляемых соединений все большее применение находят так называемые продвинутое окислительные технологии (АОП), к которым относится диэлектрический барьерный разряд (ДБР). Эти методы успешно зарекомендовали себя, в том числе для деструкции различных фармацевтических препаратов [1]. В данной работе представлены результаты экспериментов, показывающих возможность обезвреживания в ДБР фармодержащих стоков, на примере водных растворов ибупрофена.

Эксперимент проводился на установке, описанной в работе [2]. Обработке в ДБР подвергались модельные водные растворы ибупрофена с начальными концентрациями в воде 0,005 – 0,05 г/л. Для приготовления модельного раствора использовались таблетки ибупрофена производства АО «Татхимфармпрепараты». Количество активного вещества - 200 мг на одну таблетку.

Для контроля содержания ибупрофена в воде был выбран метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) со спектрофотометрическим детектором при длине волны 214 нм. В качестве подвижной фазы использовалась смесь раствора 1 %-ой уксусной кислоты и ацетальдегида в соотношении 1:1. Для извлечения исследуемого вещества из раствора проводили двойную экстракцию дихлорметаном. По сравнению с другими экстрагентами (хлороформом, дихлорэтаном) он лучше всего извлекал ибупрофен из раствора (степень извлечения достигала 83 %). После испарения дихлорметана сухой остаток растворяли в 1 мл подвижной фазы и производили закол пробы в хроматограф.

В ходе проведения экспериментов выявлено, что степень извлечения ибупрофена из раствора зависит его начальной концентрации в растворе. Так, с увеличением начальной концентрации ибупрофена в растворе в 10 раз степень извлечения снижалась с 83 до 50 %

Степень деструкции ибупрофена в ДБР в исследуемом диапазоне начальных концентраций составляла не менее 50 %.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что метод ДБР может быть использован для очистки фармодержащих стоков, в частности от ибупрофена. Однако, требуется проведение дополнительных исследований для изучения механизмов протекающих процессов деструкции.

А. В. Желовицкая, А. Ф. Дресвянников, О. Г. Чудакова // Вестник технологического университета. 2015. Т.18. № 20. с. 73-79.

Grinevich V.I., Kvitkova E.Yu., Plastinina N.A., Rybkin V.V // Plasma Chem. Plasma Process. 2011. V. 31(4). p. 573–583.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть) № 3.1371.2017/4.6. Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-08-01239).*

Секция «Школьные исследования и научные проекты»

# СИНТЕЗ И КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЦИАНОФЕНОКСИ- ЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ КОБАЛЬТА

Беликова А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[89051065598@mail.ru](mailto:89051065598@mail.ru)

Научный руководитель: Ерзунов Д. А. инженер-исследователь (ИГХТУ)

Производные фталоцианиновых металлокомплексов достаточно широко используются в настоящее время. Фталоцианины нашли свое применение в качестве пигментов. Производные фталоцианинов используются также в качестве красителей и катализаторов. Однако, применимость соединений в перечисленных сферах сильно ограничивается рядом факторов. Так, например, при изменении центрального атома металла или введении на периферию объемных заместителей можно наблюдать значительное уменьшение каталитической активности вплоть до сведения данной величины к нулю.

В настоящей работе получены фталоцианины кобальта с одним и тремя пара-фенокси-фрагментами (Рисунок 1). Синтез проводился путем сплавления соли металла с соответствующими динитрилами при температуре плавления нитрила. Соединения были выделены из реакционной смеси и очищены посредством колоночной хроматографии. Структура полученных комплексов доказывалась с помощью ИК-, ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрического метода анализа. Полноту протекания реакций контролировали посредством тонкослойной хроматографии. Наконец, была исследована каталитическая активность данных соединений на примере реакции окисления диэтилдитиокарбамата натрия.

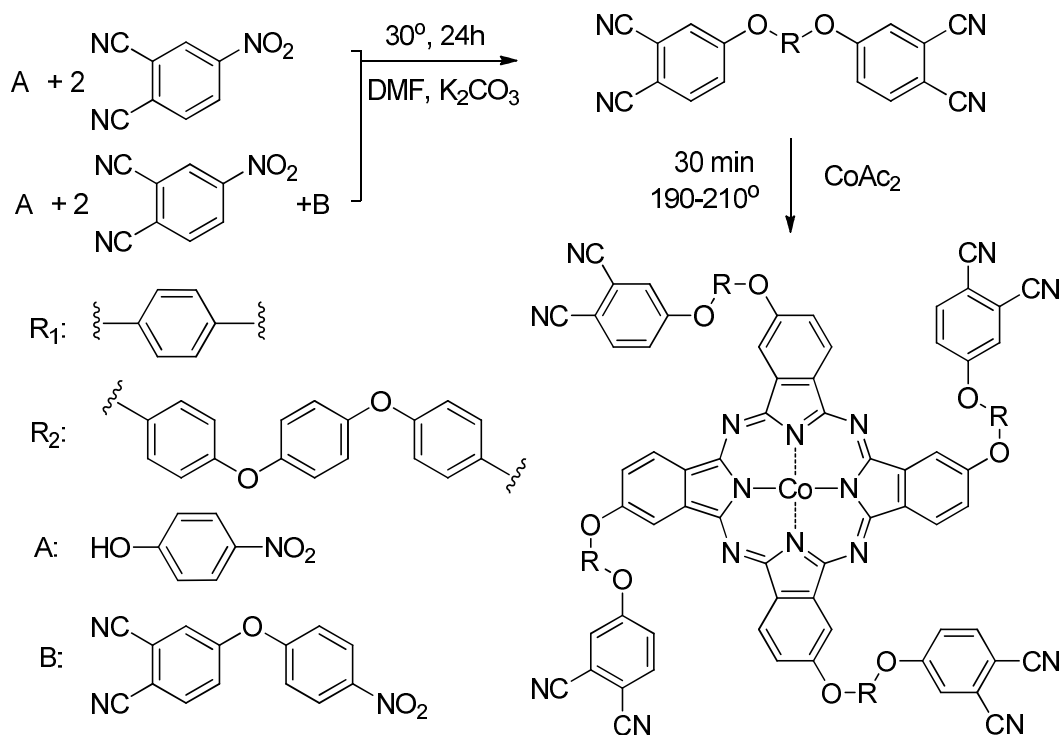


Рисунок 1 – Схема синтеза нитрилов различного строения с последующим получением фталоцианинов

Работа была выполнена при поддержке гранта Российского Научного Фонда, проект № 17-73-20017.



## КАРТОФЕЛЬ ФРИ: ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД?

Горский М.Ю.

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Лицей № 22»

[qrqrgrase@mail.ru](mailto:qrqrgrase@mail.ru)

Научные руководители: к.х.н., доцент Буймова С. А. (ИГХТУ),  
учитель биологии Маилян Н.Р. (МБОУ «Лицей № 22»)

Актуальность проекта заключается в том, что в настоящее время среди молодёжи очень популярно быстрое питание. «Картофель фри» представляет собой брусочки картофеля, обжаренные в большом количестве масла. Чаще для его приготовления используется специальная посуда – фритюрница, без которой уже трудно представить любую закусочную, где предлагают это популярнейшее блюдо. Но мало кто задумывается о том, какой вред или пользу может принести организму данное блюдо.

В связи с этим целью работы было исследовать картофель фри на наличие некоторых соединений металлов и сравнить полученные результаты с соответствующими нормативами.

В ходе работы решались следующие задачи: 1) Обзор литературы по теме исследования. 2) Проведение социологического опроса учащихся старших классов. 3) Изучение методик проведения эксперимента. 4) Составление рекомендаций по результатам исследования.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы картофеля фри различных торговых марок «McDonalds», «KFC», «Burger King», «МакМастер».

В пробах картофеля фри определяли содержание  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cu_{общ}$ ,  $Fe_{общ}$ . Для контроля компонентов использовали стандартные методы анализа (фотометрический и титриметрический). Полученные результаты представлены в табл.

Таблица

Показатели химического состава картофеля фри

Определяемый показатель, мг/кг продукта	Наименование торговой марки картофеля фри				Допустимый уровень, мг/кг продукта
	McDonalds	Burger King	МакМастер	KFC	
$Zn^{2+}$	$2,4 \cdot 10^{-4} \pm 5 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-4} \pm 6 \cdot 10^{-5}$	$3,3 \cdot 10^{-4} \pm 6 \cdot 10^{-5}$	–	10
$Ni^{2+}$	$6 \cdot 10^{-5} \pm 1 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-4} \pm 2 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-5} \pm 1 \cdot 10^{-5}$	Не обнаружен	0,5
$Mn^{2+}$	$0,11 \pm 0,02$	$0,68 \pm 0,14$	$0,80 \pm 0,16$	–	2,0
$Al^{3+}$	$0,78 \pm 0,15$	$1,04 \pm 0,20$	$1,56 \pm 0,31$	$1,04 \pm 0,20$	30
$Cu_{общ}$	$0,46 \pm 0,10$	$0,48 \pm 0,10$	$0,46 \pm 0,10$	$0,47 \pm 0,10$	10
$Fe_{общ}$	$0,90 \pm 0,18$	$1,17 \pm 0,23$	$1,02 \pm 0,20$	–	50
$NO_3^-$	–	–	–	–	250

Далее был проведен сравнительный анализ полученных результатов с нормативными значениями, приведёнными в Техническом регламенте Таможенного Союза (ТР ТС 021/2011) от 09.12.2011 № 880 «О безопасности пищевой продукции» и методических рекомендациях МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ».

Было установлено, что содержание контролируемых компонентов в исследованных образцах картофеля фри не превышало допустимых значений.

Авторы благодарят сотрудников лаборатории кафедры ПЭ ИГХТУ за помощь в проведении хим. анализа.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ НА НАЛИЧИЕ АЛЮМИНИЯ

Егорычева А.М.

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Лицей № 22»

nasya.egorycheva@list.ru

Научные руководители: к.х.н., доцент Буймова С.А. (ИГХТУ),

учитель биологии Маилян Н.Р. (МБОУ «Лицей № 22»)

На сегодняшний день широкое применение в производстве упаковочного материала нашли Al и его сплавы (преимущественно с Mg и Mn, которые добавляются для повышения прочности). Рост производства Al и разнообразия упаковочного материала определяются следующими свойствами: а) пластичность и хорошая термостойкость; б) водо-, паро-, газо-, аромато-, жиронепроницаемость; в) микробиологическая устойчивость; г) высокая светоотражательная способность. В норме  $Al^{3+}$  практически не содержится в организме человека. Однако избыточное поступление  $Al^{3+}$  в организм человека с пищевыми продуктами может быть связано с использованием материалов и изделий, изготовленных из Al и его сплавов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами.

Соединения  $Al^{3+}$  способны накапливаться в следующих органах: головном мозге, эпителиальной и костной ткани, легких и печени.  $Al^{3+}$  тормозит усвоение Fe, Mg, Ca, определенных серосодержащих аминокислот, витаминов B6 и C. Для снижения негативного воздействия соединений  $Al^{3+}$  на организм человека является целесообразным получить данные о содержании  $Al^{3+}$  в реализуемых на отечественном рынке пищевых продуктах и провести оценку рисков для здоровья потребителей. В ходе работы решались следующие задачи: 1) изучение фотометрического метода определения соединений  $Al^{3+}$ ; 2) овладение методиками анализа на содержания  $Al^{3+}$ ; 3) анализ проб; 4) сравнение содержания соединений  $Al^{3+}$  в исследованных образцах с соответствующими нормативными значениями.

В качестве объектов исследования были выбраны образцы газированных напитков в алюминиевой упаковке различных торговых марок «Nordic», «7up» (lemon), «BORJOMI», «Sprite» и «Mountain DEW». Для контроля соединений  $Al^{3+}$  использовали стандартный фотометрический метод анализа согласно ГОСТ 18165-2014. Кроме того, в работе была определена величина pH образцов с применением потенциометрического метода. Полученные результаты представлены в табл.

Таблица

Показатель	Наименование образца газированного напитка					ПДК (норматив)*
	«Nordic»	«BORJOMI»	«Sprite»	«7up» (lemon)	«Mountain DEW»	
Компания-производитель (страна)	HBC «Coca-Cola» (Испания)	«IDS BORJOMI GEJRGIA» (Грузия)	ООО «Кока-Кола ЭйчБиСи Евразия» (Россия)	ООО «ПепсиКо Холдингс» (Россия)		–
Величина pH, ед. pH	2,30 ± 0,01	6,00 ± 0,01	2,58 ± 0,01	2,78 ± 0,01	2,72 ± 0,01	(6,0 – 8,0)
$Al^{3+}$ , мг/л	0,30 ± 0,06	Н/О	Н/О	1,58 ± 0,24	0,11 ± 0,02	0,5

\* ПДК (норматив) приведены согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения" (с изменениями на 2 апреля 2018 года), поскольку содержание  $Al^{3+}$  в газированных напитках не нормируется. Подлежат контролю только Pb, As, Cd, Hg, Sn, Cr,  $NO_3^-$  и пестициды.

Результаты химического анализа показали, что в образце газированного напитка «7up» (lemon) наблюдалось повышенное содержание соединений  $Al^{3+}$  на уровне 3 ПДК. В остальных образцах превышений обнаружено не было.

*Авторы благодарят сотрудников лаборатории кафедры ПЭ ИГХТУ за помощь в проведении хим. анализа.*

## СИНТЕЗ ЧАСТИЦ ОРГАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО КРЕМНЕЗЁМА

Карасёва Д.А.

Гимназия №3 г. Иваново

00\_99darya.k@mail.ru

Научный руководитель: Лебедев Максим Дмитриевич

Цель: получить частицы метил-, фенил- и меркаптопропилмодифицированного кремнезёма

Задачи:

- 1) адаптировать разработанную методику получения аминомодифицированного оксида кремния под метил-, фенил- и меркаптопропилтриметоксисилан;
- 2) посмотреть полученный результат на СЭМ;
- 3) проанализировать полученный результат.

Ход работы:

В настоящей работе был проведен синтез субмикронных частиц кремнезёма, поверхность которых была модифицирована различными функциональными группами. Матрицу органо-модифицированного диоксида кремния получали методом золь-гель синтеза с использованием алкоксисиланов. Органические группы обеспечивали взаимодействие матрицы с ионами металлов и способствовали их росту на поверхности.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# СОЗДАНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ БИОСЕНСОРОВ НА БЕЛКИ И АМИНОКИСЛОТЫ

Корнеева А.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[s.korneevaa@yandex.ru](mailto:s.korneevaa@yandex.ru)

Научный руководитель: младший научный сотрудник к.н.х. Тарасюк И.А.

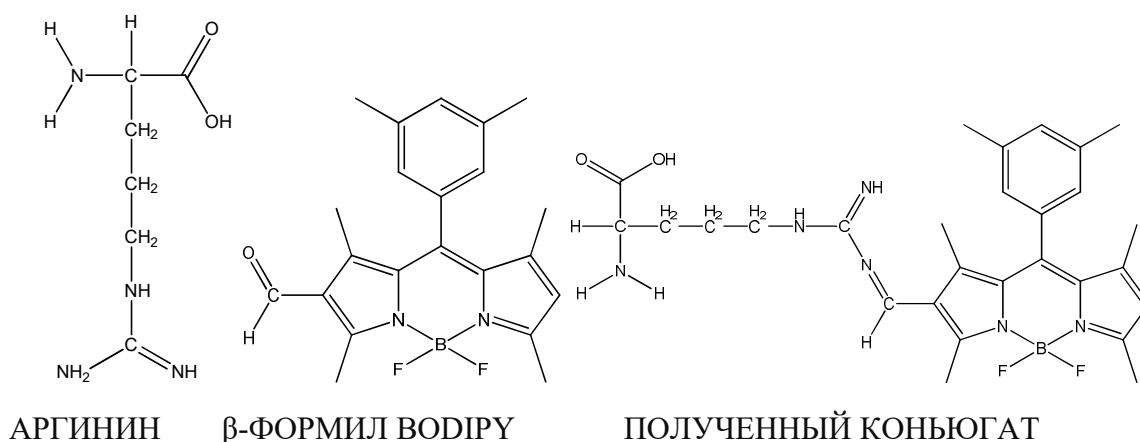
Для визуализации и отслеживания биологически активных веществ (в том числе и белков) используются флуоресцентные красители различных классов. Они связываются с белками посредством различных взаимодействий, в том числе и ковалентных с остатками аминокислот. В работе был проделан ряд экспериментов по изучению взаимодействия флуоресцентного красителя класса BODIPY с аминокислотами в растворе, посредством ковалентного связывания.

Цель нашей работы заключалась в определении условий связывания флуоресцентного красителя класса BODIPY с аминокислотами через азометиновую связь, а также идентификация полученных соединений.

В ходе работы было установлено, что при нормальных условиях азометиновая связь между карбонильной группой молекулы BODIPY и первичной альфа-аминогруппой аминокислот не образуется. Связь образуется при взаимодействии терминальной аминогруппы аргинина и лизина – это происходит по всей видимости потому, что у терминальных аминогрупп отсутствует влияние электронных эффектов от карбоксильной группы аминокислоты.

Был проведен спектральный анализ полученных соединений методами электронной спектроскопии поглощения и инфракрасной колебательной спектроскопии. На спектрах поглощения наблюдается смещение максимума поглощения на 5 нм в длинноволновую область, что свидетельствует об увеличении протяжённости сопряжённой  $\pi$ -электронной системы. В ИК спектрах проявляется колебание азометиновой связи и пропадает колебание альдегидной группы, а на масс-спектрах наблюдается пик молекулярного иона искомого соединения, что доказывает образование нового вещества, которое имеет изначально предполагаемую нами структуру.

В дальнейшем планируется провести реакции присоединения молекулы флуорофора к различным пептидам и белкам, для последующего использования в системах биовизуализации в клетках.



*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

## ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРУНТА ДЛЯ РАССАДЫ

Лампасова З.А., Берёзкина Д.М., Антуганова В.А.

МБОУ «Новоталицкая СШ», [allamode@mail.ru](mailto:allamode@mail.ru)

Научные руководители: к. х. н., Буймова С.А. (ИГХТУ),

учитель химии Завьялова Е.Б. (МБОУ «Новоталицкая СШ»)

Растительный грунт часто называют почвогрунтом. В настоящее время он часто применяется в сельскохозяйственной деятельности. Его могут использовать как готовую смесь для выращивания рассады, а также для устройства грядки, клумбы, газона. Также в нём хорошо высаживать деревья и кусты. На магазинных прилавках появилось огромное количество почвенных смесей и грунтов. Производитель заявляет, что почвенная смесь содержит все необходимые элементы для полноценного развития растений. Как разобраться в таком количестве товара? Это весьма актуальная проблема в связи с тем, что содержащиеся в почве компоненты могут по-разному влиять на культурные растения. Многие культурные растения на начальных стадиях развития, способны к большей восприимчивости тяжёлых металлов, нитратов и других компонентов почвы по сравнению с дикорастущими.

В связи с этим целью исследований было провести химический анализ нескольких образцов почвогрунтов, определить качественный состав почвенной смеси и сравнить полученные значения с маркировкой на упаковке. Задачи, поставленные в работе: а) провести наблюдения, за прорастанием семян и развитием растений, высаженных на исследованных образцах грунтов; б) провести химический анализ почвенных смесей для определения соответствия данных показателей информации, представленной на упаковке.

В работе исследовалось несколько образцов различных почвенных смесей, а так же был отобран образец почвы с приусадебного участка расположенного в Ивановском районе. В почвенные смеси были посажены семена кресс-салата. Прорастание семян началось на 6-ой день. На 14-ый день были выполнены замеры различных частей растений (надземной и подземной). Полученные результаты представлены в табл.

Таблица

Результаты фенологического наблюдения за кресс-салатом, выращенным с использованием исследованных образцов грунтов

Номер образца грунта	Наименование образца грунта	Длина корня, мм	Длина стебля, мм	Длина листа, мм
1	«Народный грунт» садовая земля (натуральный торфогрунт)	2,7	5,0	0,4
2	«Народный грунт» универсальный (натуральный торфогрунт)	2,2	7,0	0,6
3	«Микропарник-Н» (натуральный торфогрунт)	2,4	8,6	1,0
4	«Живая земля» грунт теплично-огородный	2,1	5,1	1,0
5	Приусадебный участок в Ивановском районе	3,0	6,4	1,1

Результаты фенологического наблюдения за кресс-салатом, выращенным с использованием исследованных образцов грунтов, показал, что для выращивания данной культуры лучше использовать образец № 5.

На следующем этапе работы был проведён химический анализ исследованных образцов грунта. Контроль осуществлялся по обобщённым показателям (удельный вес твёрдой фазы почвы, гигроскопическая влажность, активная, обменная и гидролитическая кислотность, сумма обменных оснований), а также на наличие подвижных форм алюминия и фосфора. Показатели химического

состава грунтов, полученные в результате анализа, позволят в дальнейшем оценить свойства почвы и протекающие в ней процессы.

*Авторы благодарят сотрудников лаборатории кафедры ПЭ ИГХТУ за помощь в проведении хим. анализа.*

## ПОКАЗАТЕЛИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЦИТРУСОВЫХ СОКОВ

Лебедько П. В., Теремов Д. П., Канатьева М. Н., Мурычева Е. В.

МБОУ «Гимназия № 23», lebedko\_04@mail.ru

Научные руководители: учитель биологии Бойцова Т.А. (МБОУ «Гимназия № 23»)

к.х.н., доцент Буймова С.А. (ИГХТУ)

Перед российским обществом особую значимость приобрела проблема здорового питания. В настоящее время многих волнует вопрос о пользе или вреде для здоровья тех или иных продуктов. Одним из самых популярных продуктов здорового питания является сок. Потребление соков в нашей стране непрерывно увеличивается. Это обусловлено высокой пользой соков, в частности цитрусовых, которые отличаются хорошими вкусовыми характеристиками и биологической ценностью. Ассортимент цитрусовых соков богат по видовому разнообразию, способам производства и цене. При выборе соков потребитель руководствуется, прежде всего, критерием качества, поэтому сведения о химическом составе цитрусовых соков необходимы для полного представления их пищевой ценности.

В связи с этим целью работы являлось определить показатели качества цитрусовых соков и сравнить их с соответствующими нормативами. В ходе работы решались следующие задачи: 1) изучение методики исследования цитрусового сока; 2) овладение методиками анализа цитрусового сока на предмет содержания в нём различных компонентов; 3) анализ нескольких образцов цитрусового сока; 4) сравнение показателей качества свежееотжатого и восстановленного сока.

В работе был исследован химический состав апельсиновых восстановленных соков (торговых марок «Rich» и «ABC») и свежееотжатых апельсинового и лимонного, проведена сравнительная характеристика образцов и оценено качество исследуемых соков.

В пробах соков определяли водородный показатель pH, титруемую кислотность, относительную плотность и содержание растворимых сухих веществ, содержание золы и нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ). Для контроля выше перечисленных компонентов использовали стандартные методы анализа (фотометрический, титриметрический, потенциометрический и гравиметрический).

Результаты анализа показали, что значения величины pH для всех исследуемых образцов соков находились в диапазоне от 2,5 до 4,0, что не превышает нормативное значение ( $\text{pH} = 4,2$ ). Минимальное значение величины pH наблюдалось для свежееотжатого лимонного сока.

Величина титруемой кислотности оказалась наибольшей для образца свежееотжатого лимонного сока, что примерно в 4 раза превышает показатель нормы. Показатели титруемой кислотности других исследуемых проб соков не превышали нормативных значений.

Значения относительной плотности и содержания растворимых сухих веществ во всех исследуемых соках находились в пределах нормы.

Величина содержания золы уменьшается в ряду: апельсиновый свежееотжатый сок → апельсиновый сок «ABC» → апельсиновый сок «Rich» → лимонный сок. Нормативное значение данного показателя установлено по методике, согласно которой осуществляется «сухое» озоление продукта. В ходе эксперимента нами проводилось «мокрое» озоление. Поэтому проводить оценку и сравнивать полученные результаты с нормативным значением не корректно.

Содержание нитрат-ионов ( $\text{NO}_3^-$ ) во всех исследуемых образцах соков не превышало установленного норматива.

Таким образом, все изученные образцы соковой продукции по исследуемым показателям качества соответствовали требованиям нормативных документов [1] и [2].

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» // Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» // Информационно-правовой портал ГАРАНТ.РУ

*Авторы благодарят сотрудников лаборатории кафедры ПЭ ИГХТУ за помощь в проведении хим. анализа.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЯЗИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БЕЛИЗНА И КАПИЛЛЯРНОСТЬ

Лобова М.А., Телегина А.А.

МОУ СОШ №20 г. Шуя.  
marina.lobova.05@list.ru

Научный руководитель: учитель химии, Елистратова Е.С.

Во все времена люди пытались сократить свой сон до минимума. История сохранила немало интересных фактов об этом. Сон занимает львиную долю в нашей жизни, большую, чем еда, то он более значим и необходим, чем пища. Добровольное или вынужденное голодание может длиться до полутора месяцев, а без сна человек не выдержит больше недели [1].

В книге [2] автор сравнивает человеческий организм с фабрикой ядов: продуктами собственных органов мы отравлены с головы до ног. Ночью происходит очищение организма от накопленных за день шлаков и ядов, утром отравление от засорения возобновляется. Как вы все знаете, спать удобнее на мягкой кровати застеленную постельным бельём. Большую часть для изготовления постельного белья - используют бязь [3], именно она и стала объектом исследования. Но правда ли вся ткань соответствует требованиям? Именно это мы и решили проверить с помощью химического анализа. Целью исследования стала проверка бязи для постельного белья на пригодность для своего использования. Образцы бязи я исследую по показателям белизна и капиллярность. Полученные данные сравнила с ГОСТом.

Белизну текстильных материалов определяют на лейкометре [4]. Прибор представляет собой фотоэлектрический фильтровый упрощенный спектрофотометр, позволяющий измерять коэффициент отражения образцов в трех зонах спектра [5]. Капиллярность определяют по [6] и [7] Сущность метода заключается в определении высоты капиллярного подъема жидкости в ткани [7]. – Сократила твои методики, что бы все улеглось в 1 лист

В ходе исследования получили следующие данные: капиллярность – 82,4, при норме не менее 80%; белизна 84,3, при норме не менее 82%. Данные показывают, что полученные показатели не превышают норму. Это значит, что исследуемая бязь соответствует ГОСТу.

- 1.Сайт «Сонная кантата». Зачем нужно спать
- 2.Остромысленский И.И. Сон у человека и животных / И.И. Остромысленский. –Москва.: Изд-во ПРИРОДА, 1918. -25 с.
- 3.Сайт «Постель релакс». Постельное белье из бязи.
- 4.ГОСТ 18054-72 Материалы текстильные. Метод определения белизны.
- 5.МИ 68-75 Государственная система обеспечения единства измерений. Методика проверки лейкометров.
- 6.ГОСТ 3816-81 Полотна текстильные. Методы определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств.
- 7.ГОСТ 29140.11-91 Ткани технические. Метод определения капиллярности.



## КАЧЕСТВО ПРИРОДНЫХ ВОД ГОРОДА ИВАНОВО

Никифоров И., Попова А., Аббасов Г., Магомедов А, Смирнов И., Шашникова Е.

МБОУ «Средняя школа № 41» г. Иваново,

[Nikiforoff Ilia <ilia.kifirchic@gmail.com>](mailto:Nikiforoff Ilia <ilia.kifirchic@gmail.com>), [onirog80@mail.ru](mailto:onirog80@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А. (ФГБОУ ВО ИГХТУ)

Руководитель: учитель биологии и химии Карпова Н.Ю. (МБОУ «СШ № 41» г. Иваново»)

Здоровье человека во многом определяется качеством воды, которую он использует для питья и приготовления пищи, поэтому важное социально-экономическое значение имеет удовлетворение текущих и перспективных потребностей населения России в качественной питьевой воде. В связи с этим **целями работы** были: 1. Провести химический и органолептический анализ воды из трёх источников питьевого назначения г. Иваново (микрорайон «Горино»). 2. Сравнить источники между собой по санитарно-гигиеническим показателям качества. 3. Установить зависимость качества воды от глубины её залегания.

**Задачами работы** являлись: 1. Благоустройство территории вокруг родника. 2. Проведение учебно-исследовательской и эколого-просветительской работы.

В качестве **объектов исследования** выбраны три источника питьевой воды:

№ 1 – нисходящий родник, расположенный в восточной части м. Горино, относящийся к бассейну реки Харинка (входит в территорию водосбора р. Волга). Около родника не соблюдается зона санитарной охраны, окружающая местность заболочена.

№ 2 – артезианская скважина глубиной 70 м, расположенная на территории школы, оборудованная на нижнетриасовом водоносном комплексе. Зоны санитарной охраны (ЗСО-1) вокруг скважины благоустроены, огорожены забором.

№ 3 – скважина глубиной 14,5 м на территории садово-огородного участка, прилегающего к частному дому, в северо-восточной части м. Горино. Водоносный слой – песчаники.

Образцы из вышеперечисленных источников отбирались в октябре 2018 г. и марте 2019 г.

**Органолептический анализ** показал, что во всех трёх источниках вода прозрачная, без цвета, запаха и привкуса, осадка не имеет. Химический анализа проб воды осуществлялся с применением следующих методов: потенциметрического (величина рН), титриметрического (содержание солей жесткости и  $\text{Cl}^-$ ), фотометрического ( $\text{NO}_2^-$  и  $\text{Cu}_{\text{общ}}$ ) и турбидиметрического ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Результаты **химического анализа** показали, что вода всех исследованных источников соответствуют нормативным требованиям, предъявляемым к воде питьевого назначения, по контролируемым нами показателям качества кроме величины рН, которая составила  $5,30 \pm 0,01$  для воды из источника № 1 и  $5,55 \pm 0,01$  – для источника № 3 (слабокислая среда).

Сравнительный анализ проб показал, что с октября 2018 г. по март 2019 г. значительно увеличилось содержание солей жёсткости во всех исследованных источниках: № 1 – с 2,7 до 5,76 мг-экв/л, № 2 – с 2,6 до 3,46 мг-экв/л, № 3 – с 3,7 до 12,48 мг-экв/л, (при норме 7,0 мг-экв/л). Кроме того наблюдался незначительный рост содержания  $\text{Cl}^-$  в источниках № 1 с 31,98 мг/л до 37,3 мг/л и № 2 – с 1,78 мг/л до 3,55 мг/л (ПДК = 350 мг/л). Содержание  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{Cu}_{\text{общ}}$  не изменилось и находилось значительно ниже ПДК<sub>пит.</sub>

Кроме химического анализа воды в работе было проведено определение содержания различных соединений металлов в **образцах снега**, отобранных в зонах санитарной охраны исследованных источников питьевой воды. Контроль содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках важен, т.к. снежный покров эффективно собирает различные примеси из атмосферы, в том числе выбросы от техногенных источников и автомобильного транспорта.

Результаты анализа показали, что содержание  $\text{Cu}_{\text{общ}}$  в пробах снега, отобранных около источника № 1 составило 0,08 мг/л, № 2 – 0,03 мг/л и № 3 – 0,15 мг/л (при ПДК<sub>пит.</sub> = 1,0 мг/л). Другими словами, исключается источник поступления в родниковую воду соединений меди с атмосферными выпадениями.

*Авторы благодарят сотрудников лаборатории кафедры ПЭ ИГХТУ за помощь в проведении хим. анализа.*

## ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ТОНКИХ ПЛЕНОК

Павлюк С.А.

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования

Детско-юношеский центр №1 г.Иваново

[Sonya.pavlyuk.01@list.ru](mailto:Sonya.pavlyuk.01@list.ru)

Научные руководители: К. х.н. Холодкова Н.В. (ИГХТУ), Глухова М.А. (МБУ ДО ДЮЦ №1)

Современный мир невозможен без микроэлектроники. В повседневной жизни нас окружает большое количество гаджетов: мобильные телефоны, планшеты, компьютеры, фото и видео аппаратура, «умные» бытовые приборы. Когда-то их прототипы были такими громоздкими, что их нельзя было поднять. В середине 20 века произошла революция в электронике. Благодаря открытию замечательных свойств полупроводников все эти устройства стали гораздо меньше. В дальнейшем тенденция к миниатюризации продолжилась. Целью данной работы является изучение технологий получения и обработки тонких плёнок.

Задачи: 1. Изучить литературу по теме исследования

2. Ознакомиться с технологией нанесения тонких пленок из газовой фазы

3. Выполнить эксперимент с нанесением пленки олова на стеклянную подложку

4. Провести наблюдение структуры пленки с помощью электронного микроскопа

Строгие требования к надежности приборов, расширение их функций потребовали внедрения тонкопленочной технологии. Сейчас именно по этой технологии изготавливаются микросхемы для цифровых приборов. Достоинствами таких микросхем являются возможность автоматизации процесса напыления плёнок и их высокая температурная стабильность. Но тонкопленочные микросхемы имеют недостатки и связаны они с методами производства. Из-за больших капитальных вложений процесс производства становится лабораторно-промышленным. Себестоимость таких микросхем очень высока.

Существуют различные методы изготовления тонкопленочных приборов:

- 1) Вакуумное термическое распыление это испарение нагретого материала и конденсация его на подложку. Частицы диаметром 0,4 нм имеют длину пробега 60 м. Из-за отсутствия столкновений частицы сохраняют свою очень высокую температуру. Испарённый материал распыляется неравномерно, если подложка имеет неровную поверхность.
- 2) Вакуумное - дуговое нанесение происходит в вакууме путём конденсации на подложку материала из плазменных потоков. Этот метод используется для нанесения металлических, керамических и композитных плёнок на различные изделия.

Обработка тонких пленок также различается по методам:

- 1) Сущность лазерной обработки пленочных элементов заключается в изменении формы и размеров тонкопленочных элементов в результате прямого удаления части материала пленки.
- 2) Еще один способ обработки пленок – химическое травление.

Напыление тонкой пленки олова на стеклянную подложку осуществлялось в лаборатории микроэлектроники ИГХТУ. В результате эксперимента мы получили небольшое зеркало с металлическим слоем.

В ходе работы мы ознакомились с теоретическими основами изготовления тонкопленочных элементов для микроэлектроники, а также попробовали освоить элементы этой технологии на практике. Использование электронного микроскопа позволило нам представить, как выглядит вещество пленки на самом деле и убедиться в том, что она совсем не является гладкой. Наша работа еще не окончена. Мы планируем провести еще ряд экспериментов, чтобы исследовать свойства полученной пленки.

### Список источников:

1. [https://m.studref.com/365492/tehnika/tehnologiya\\_proizvodstva\\_tonkoplennocnyh\\_integralnyh\\_s\\_hem](https://m.studref.com/365492/tehnika/tehnologiya_proizvodstva_tonkoplennocnyh_integralnyh_s_hem)
2. [http://sibsauktf.ru/courses/hitech/html/cont\\_011.htm](http://sibsauktf.ru/courses/hitech/html/cont_011.htm)
3. [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Термическое\\_напыление](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Термическое_напыление)
4. [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Вакуумно-дуговое\\_нанесение\\_покрытий](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Вакуумно-дуговое_нанесение_покрытий)

## КОНВЕКТИВНАЯ СУШКА ОВОЩЕЙ

Суворов А.А., Власов А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

artemsuvorov333@gmail.com

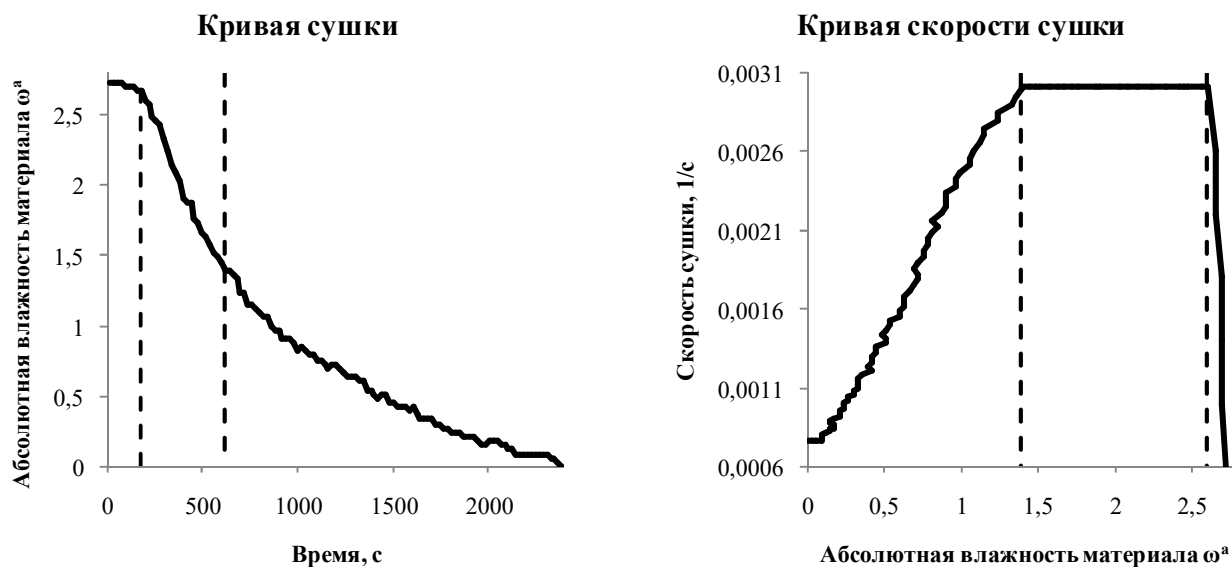
Научный руководитель: к.х.н. Романенко Ю.Е.

Для пищевой промышленности делают заготовки из репчатого лука, моркови, картофеля, свеклы, перца, томатов, чеснока и т.д. Кроме этого, по заказу пищевиков промышленным способом засушивают корни различных ароматных растений, таких как сельдерей, укроп, петрушка или пастернак. Используют их в основном для приготовления супа, борща или овощного рагу.

Сушка позволяет сохранить питательные и лечебные свойства выращенного урожая для обеспечения населения растительными продуктами питания в межсезонье, а также в тех ситуациях, когда приобретение или использование свежих овощей невозможно, например, жителями северных регионов, космонавтами, геологами, военными, туристами, рыболовами. Сушеные заготовки обладают меньшим весом и объемом, что удобно при их хранении и транспортировке.

При высушивании фруктов удаляется значительная часть воды. В высушенных плодах остается лишь 16-25% влаги. При этом создаются неблагоприятные условия для жизни микробов, и продукты могут храниться долгое время. Для этого их тщательно промывают, нарезают, раскладывают в один слой на белой бумаге, ткани, подносах и сушат в защищенном от пыли месте под солнечными лучами, на воздухе или в специальных сушилках.

В работе было проведено исследование кинетики сушки ряда овощей: моркови, картофеля, лука и чеснока при 120 °С на комбинированной сушилке с фиксацией масса образца. В последующем рассчитывались абсолютная влажность материала (отношение массы влаги, содержащейся в теле, к массе абсолютно сухого тела) и скорости сушки. На графиках приведены кривые сушки и скорости сушки картофеля.



На графиках ярко выражено 3 периода: прогрева ( $\omega^a = 2,73 \div 2,61$ ), постоянной скорости сушки ( $\omega^a = 2,61 \div 1,39$ ), в который с поверхности материала удаляется свободная влага, и падающей скорости ( $\omega^a = 2,61 \div 1,39$ ), в который удаляется связанная влага. Для исследованных овощей рассчитаны содержания свободной и связанной влаги.

Полученные результаты позволят подобрать оптимальные параметры сушки овощей и рассчитать ее время.

# КАЧЕСТВО ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЁМОВ РОССИИ

Трусова А.Д., Данилова А.А.

МБОУ «Лицей № 22» г. Иваново,

[anna.danilova.2001@mail.ru](mailto:anna.danilova.2001@mail.ru), [sasha\\_volkova1999@mail.ru](mailto:sasha_volkova1999@mail.ru)

Научные руководители: учитель биологии Маилян Н.Р. (МБОУ «Лицей № 22»),  
к.х.н., доцент Буймова С.А. (ИГХТУ)

Проблема сохранения качества воды является актуальной, поэтому важно контролировать наличие различных загрязнителей в воде поверхностных и подземных источников. **Цель исследования.** Провести химический анализ воды по ряду показателей, оценив её пригодность для использования в рекреационных нуждах. **Объекты исследования.** Вода из различных природных источников, расположенных на территории России: Чёрное море, Мёртвое море, Балтийское море, Белое море, Средиземное море, Адриатическое море, озеро Байкал, р. Волга, р. Кама, р. Двина, Рубское озеро. **Методика исследования.** На первом этапе работы был проведён обзор литературы по теме исследования. Далее проводился химический анализ указанных образцов. Все исследованные пробы контролировались по следующим показателям качества: величине рН, наличию солей жёсткости, содержания соединений марганца, алюминия, массовой концентрации железа и меди. При этом применялись потенциометрический, титриметрический, фотометрический и атомно-абсорбционный методы анализа. Следующим этапом работы стал сравнительный анализ качества воды. **Результаты и выводы.** Исследования показали, что в пробах воды, отобранной из Белого и Средиземного морей, наблюдалось повышенное содержание соединений меди, в воде Мертвого моря – соединений алюминия, в водах Чёрного, Балтийского, Адриатического, Белого, Средиземного морей – соединений марганца. Вода из Рубского озера, озера Байкал и Мёртвого моря не соответствовала нормативным требованиям по величине кислотности среды. Величина рН была ниже нормы. Для всех образцов характерно повышенное содержание солей жёсткости. Воды исследованных водных объектов можно отнести к категории «очень жёсткая» (величина жёсткости – более 12 мг-экв/л). По содержанию железа все образцы воды соответствовали нормативным требованиям. Результаты химического анализа исследованных проб воды приведены в табл.

Таблица

Показатели химического состава образцов воды из поверхностных водоёмов России

Наименование образца воды	Определяемый показатель					
	Величина рН, отн. ед.	Общая жёсткость, мг-экв/л	Сu <sub>общ</sub> , мг/л	Fe <sub>общ</sub> , мг/л	Mn <sup>2+</sup> , мг/л	Al <sup>3+</sup> , мг/л
Чёрное море	7,55 ± 0,01	25 ± 5	Н/О	0,04 ± 8·10 <sup>-3</sup>	0,80 ± 0,16	Н/О
Мёртвое море	5,00 ± 0,01	50 ± 10	0,35 ± 0,07	Н/О	0,05 ± 0,01	1,00 ± 0,20
Балтийское море	7,51 ± 0,01	25 ± 5	Н/О	0,07 ± 0,01	0,20 ± 0,04	Н/О
Белое море	6,30 ± 0,01	50 ± 10	2,60 ± 0,52	0,12 ± 0,02	1,00 ± 0,20	Н/О
Средиземное море	7,40 ± 0,01	51 ± 10	4,10 ± 0,82	0,06 ± 0,01	0,36 ± 0,07	Н/О
Адриатическое море	7,05 ± 0,01	48 ± 9	Н/О	0,06 ± 0,01	0,82 ± 0,16	Н/О
озеро Байкал	6,00 ± 0,01	50 ± 10	0,10 ± 0,02	0,06 ± 0,01	0,01 ± 2·10 <sup>-3</sup>	Н/О
р. Волга	6,88 ± 0,01	50 ± 10	0,12 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,01 ± 2·10 <sup>-3</sup>	8·10 <sup>-3</sup> ± 1·10 <sup>-3</sup>
р. Кама	7,45 ± 0,01	50 ± 10	0,23 ± 0,05	0,10 ± 0,02	0,02 ± 4·10 <sup>-3</sup>	5·10 <sup>-3</sup> ± 1·10 <sup>-3</sup>
р. Двина	6,76 ± 0,01	49 ± 9	0,40 ± 0,08	0,20 ± 0,04	0,02 ± 4·10 <sup>-3</sup>	0,012 ± 2·10 <sup>-3</sup>
Рубское озеро	5,40 ± 0,01	25 ± 5	Н/О	0,24 ± 0,05	0,02 ± 4·10 <sup>-3</sup>	Н/О
ПДК, мг/л	6,5 – 8,5	4,0 – 8,0	1,0	0,3	0,1	0,2

# КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ОВОЩАХ И ФРУКТАХ

Фефилов А.Д., Кульбацкая М.С.

МБОУ «СШ № 61»

fefilov24120@yandex.ru

Научные руководители: учитель биологии МБОУ «СШ № 61» Волкова Людмила Ивановна, к.х.н., доцент Буймова С.А. (ФГБОУ ВО ИГХТУ)

**Введение.** Впервые заговорили о нитратах ( $\text{NO}_3^-$ ) в нашей стране в 70-х годах XX века, когда в Узбекистане случилось несколько массовых желудочно-кишечных отравлений арбузами, из-за чрезмерного внесения в почву аммиачной селитры. По данным ООН, за период с 1962 по 1972 г. производство азотных удобрений возросло с 16 до 42 млн.т. На сегодняшний день производство азотных удобрений во всём мире (по различным оценкам) составляет около 200 млн.т. Азотные удобрения значительно повышают рост урожаев, но возникает и другая проблема – необходимость обеспечения химической безопасности и высокого качества продуктов питания.

**Актуальность.** Некоторые потребители считают, что не стоит употреблять внесезонные овощи и фрукты, так как употребление их в большом количестве может привести к опасному отравлению из-за большой концентрации  $\text{NO}_3^-$  и интоксикации организма. **Цель работы:** выяснить, насколько безопасно употребление некоторых овощей и фруктов в несезонное для них время. **Задачи:** 1) изучить материал по теме; 2) провести лабораторные исследования и установить уровень содержания  $\text{NO}_3^-$  в арбузах, дынях поздней осенью и ранней весной и в овощах и фруктах ранней весной; 3) сделать вывод на основе полученных результатов о безопасности употребления в пищу вышеперечисленных овощей и фруктов. **Объекты исследования:** ранние и поздние (для средней полосы России) овощи и фрукты. **Метод исследования:** для определения количественного содержания  $\text{NO}_3^-$  был использован фотометрический метод. Результаты анализа приведены в табл.

Номер образца	Наименование образца овощей и фруктов с указанием страны-производителя	Дата отбора образца	Величина рН, отн. ед.	Содержание $\text{NO}_3^-$ , мг/кг продукта	ПДК, мг/кг продукта*
<b>Арбузы</b>					
1	Ростовская обл.	10.11.18	5,45 ± 0,01	51 ± 8	60
2	г. Астрахань		5,84 ± 0,01	102 ± 15	
<b>Дыни</b>					
3	«Гуляби» Ростовская обл.	10.11.18	5,20 ± 0,01	48 ± 7	90
4	«Колхозница» Краснодарский край		6,23 ± 0,01	64 ± 10	
<b>Огурцы свежие</b>					
5	Ростовская обл., пос. Донской	5.03.18	6,12 ± 0,01	104 ± 16	150
6	Краснодарский край		6,40 ± 0,01	104 ± 16	
7	Московская обл., г. Долгопрудный		6,17 ± 0,01	105 ± 17	
8	Московская обл., г. Мытищи		5,81 ± 0,01	104 ± 16	
9	Ленинградская обл.		6,00 ± 0,01	106 ± 18	
<b>Салат-латук (листовой)</b>					
10	«Премиум», г. Москва	10.03.18	5,86 ± 0,01	60 ± 10	2000
11	«Лидер Фреш», Ленинградская обл., п. Пушное		6,18 ± 0,01	111 ± 17	
12	«Выборжец агрохолдинг», Ленинградская обл., Всеволожский р-н		5,74 ± 0,01	92 ± 14	
<b>Капуста</b>					
13	Пекинская «Лента», г. Санкт-Петербург	13.03.18	6,20 ± 0,01	113 ± 17	500
14	Белокочанная «Лента», г. Санкт-Петербург		6,36 ± 0,01	115 ± 18	
<b>Клубника</b>					
15	Ливанская Республика	24.03.19	5,15 ± 0,01	53 ± 8	100

\* ПДК приведена согласно постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 14 ноября 2001 г. №36 "О введении в действие санитарных правил" (с изменениями от 31 мая, 20 августа 2002 г., 15 апреля 2003 г.)

Результаты исследований показали, что во всех исследованных образцах овощей и фруктов содержание  $\text{NO}_3^-$  не превышало нормативное значение и находилось значительно ниже ПДК за исключением образцов арбузов и дынь (контролируемых ранней весной и поздней осенью) в которых было обнаружено повышенное содержание  $\text{NO}_3^-$  (на уровне 1,7 ПДК).

Авторы благодарят сотрудников лаборатории кафедры ПЭ ИГХТУ за помощь в проведении хим. анализа.

## АЛЛЕРГИЯ: ПРИЧИНЫ И ПРОФИЛАКТИКА

Фигурина Е.А.

МБОУ «Лицей № 22» г. Иваново, [a.kanusha.ru@mail.ru](mailto:a.kanusha.ru@mail.ru)  
Научные руководители: к.х.н., доцент Буймова С.А. (ИГХТУ),  
учитель биологии Маилян Н.Р. (МБОУ «Лицей № 22»)

В настоящее время с каждым днём у человеческого общества возрастает потребность в лекарственных препаратах, оказывающих при минимуме побочных эффектов положительное влияние на весь организм в целом. В сети аптек реализуется огромное количество лекарственных средств, выбор которых необходимо делать учитывая рекомендации врача-специалиста, кроме того следует учитывать индивидуальные особенности организма и характер заболевания.

За последние годы возросло число аллергических заболеваний. С 2001 по 2010 год по статистике Всемирной организации здравоохранения, число аллергиков увеличилось на 20 %. По прогнозным оценкам к 2025 году общее число аллергиков может составить 50 %. Многообразие средств от аллергии, представленных в аптечной сети, приводит к замешательству многих пациентов. Поэтому **целью** работы являлось изучить влияние ряда препаратов на симптомы аллергических проявлений. В работе решались следующие **задачи**:

- провести обзор литературы по теме исследования;
- провести социальный опрос различных категорий респондентов;
- составить рекомендации по профилактике аллергических заболеваний;
- сделать выводы.

В качестве **объектов исследования** были выбраны антигистаминные лекарственные препараты различных производителей и различной ценовой категории: **Супрастин** / Suprastin (EGIS Pharmaceuticals PLC, Венгрия), **Цетрин** / Cetrine (DR. REDDY'S LABORATORIES LTD., Индия), **Эриус** / Aerius (АО БАЙЕР, Россия). Выбор именно этих противоаллергических препаратов основывался на проведённом социологическом опросе, проводимом среди трёх групп респондентов: специалистов-фармацевтов сети аптек г. Иваново – 12 чел. (рис. а), старшеклассников МБОУ «Лицей № 22» г. Иваново – 70 чел. (рис. б) и пользователей социальных сетей – 316 чел. (рис. в). Данные, полученные в ходе социологического опроса, представлены на рис.

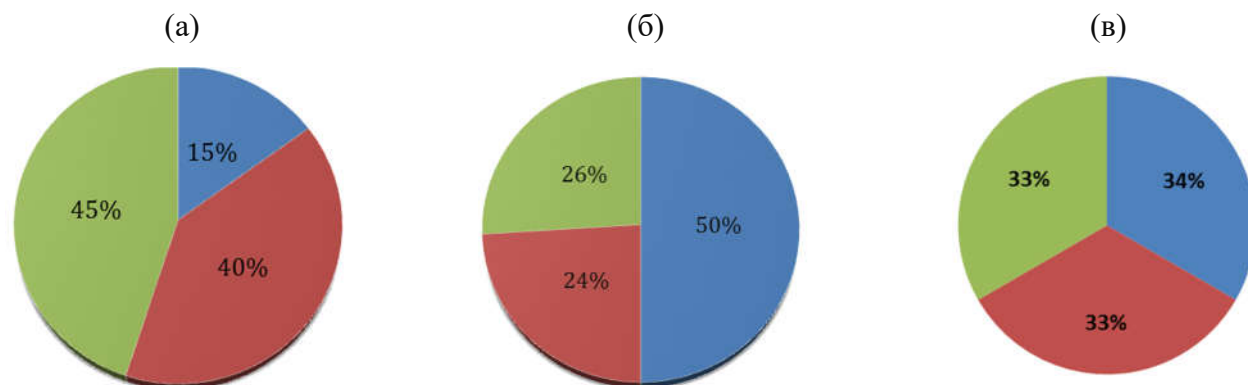


Рис. Результаты социологического опроса по выявлению часто употребляемых антигистаминных препаратов среди различных групп респондентов



В результате социологического опроса было выявлено, что **Супрастин** (хлоропирамин, аллергозан), **Цетрин** (цетиризин, зиртек, зодак) и **Эриус** (лордестин, дезлоратадин) являются на сегодняшний день наиболее востребованными среди антигистаминных препаратов. Людей, страдающих симптомами аллергии, становится всё больше. Со временем появляются новые аллергены, при этом ослабленный иммунитет может спровоцировать аллергические заболевания.

## МОНИТОРИНГ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Чиркова Ю.С., Остроумова П.Л., Цикина Е.А.

Муниципальное образовательное учреждение Средняя общеобразовательная школа № 20 г. Шуя,  
[Eka0096@yandex.ru](mailto:Eka0096@yandex.ru)

Научные руководители: учитель химии Елистратова Е.С. (МОУ СОШ № 20 г. Шуя),  
к.х.н., доцент Буймова С.А. (ФГБОУ ВО ИГХТУ)

Оценка загрязнения окружающей среды по степени загрязнения снежного покрова является широко используемым во всем мире приемом проведения мониторинга окружающей среды. Подобные исследования позволяют получать чёткую картину экологической обстановки на значительных территориях в течение ряда лет и представляют собой основу для осуществления рекреационных мер по восстановлению экологического благополучия природы, общества, человека [1]. Так, например, в работах [2, 3] приведены результаты исследования физико-химических характеристик снега – как индикатора загрязнения атмосферного воздуха.

Различные загрязнители, попадающие в снег в результате хозяйственной деятельности человека, при таянии проникают в почву и накапливаются в ней, что не может не сказаться на растительных и животных объектах и на экологическом состоянии региона в целом. Снежный покров может содержать значительно больше вредных веществ, чем атмосфера. Наибольшую долю загрязнения содержит снег, выпадающий в промышленных районах, рядом с автотрассами, железными дорогами и т.п.

Целью работы являлось изучить химический состав снежного покрова выбранных территорий и исследовать его состав на содержание: хлорид-, сульфат- и нитрит-ионов, формальдегида, величины жёсткости и щёлочности, водородного показателя рН, а также выявить возможные причины загрязнений.

Объектами исследований были: территория около предприятия по изготовлению ткани ОАО ХБК «Шуйские Ситцы» и ООО «Egger».

Показатели состава снега с территории около ОАО ХБК «Шуйские Ситцы» в несколько раз превышали аналогичные показатели территорий других объектов. Одним из основных источников загрязнения снежного покрова на ОАО ХБК «Шуйские ситцы» предположительно является автотранспорт и автодороги. Причиной загрязнений могут служить частицы различных веществ, содержащиеся в выхлопных газах, в составе автопокрышек, химический и механический вынос битумных, масляных и других минерально-органических соединений с днищ автомобилей. Кроме того выбросы с предприятия ОАО ХБК «Шуйские ситцы» представляют собой пыль, производимую в процессе переработки волокон сырья, используемого в производстве, и продукты термического разрушения волокон.

Причина повышенного содержания формальдегида (на уровне 0,31 мг/л при норме ПДК 0,25 мг/л) в том, что формальдегид является одним из главных компонентов при производстве карбамидоформальдегидных смол, используемых для пропитки древесно-стружечных и древесноволокнистых плит, производимых на ООО «Egger».

8. Дончева А. В. Экологическая проектирование и экспертиза: практикум: учеб. Пособие для студентов вузов. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 286 с.
9. Соловьева Н. Е., Олькова Е.А., Алябьева А.А., Краева О.В. Исследование талой воды (снега) как показатель загрязнения атмосферы урбанизированной среды // Молодой ученый. – 2015. - № 14 (94). – С. 668 – 671.
10. Шарипова С. Г., Срмакян Г. С., Татулян Д. В., Майшин Д. Т., Сорокин В. А., Забирова Э. Ф. Мониторинг загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега // Молодой ученый. — 2016. — № 9.1. — С. 64 – 65.





## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РОДНИКОВОЙ И ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ ДЕРЕВЕНЬ КУЛИКОВО И ВАСИЛЁВО ИВАНОВСКОГО РАЙОНА

Шлякова Д.А., Пименов И.В., Мустаева К.Р., Зюзина А.М.  
МБОУ «Куликовская средняя школа», [kulicovo.school@rambler.ru](mailto:kulicovo.school@rambler.ru)  
Научные руководители: к.х.н., доцент Буймова С. А. (ИГХТУ),  
учитель химии Кузмина М. С. (МБОУ «Куликовская СШ»)

Вода – величайшее благо, дарованное природой. И мы не всегда задумываемся над тем, как относимся, и как надо относиться к этому драгоценному дару – воде. Источником питьевой воды в нашем сельском поселении является централизованный водопровод, но многие жители используют в питьевых целях и родниковую воду. К сожалению, в последние годы все чаще отмечаются факты загрязнения источников в результате хозяйственной деятельности человека. Это не допустимо. Поэтому решение проблемы удовлетворения потребности жителей в качественной питьевой воде является **актуальным**.

В связи с этим **целью работы** являлось проследить динамику качества воды в родниках на основе химического анализа и установить пригодность родниковой воды для употребления в питьевых целях.

На **первом этапе работы** визуально проводилась оценка санитарного состояния местности прилегающей к родникам. Обследовав родники, можно отметить, что состояние этой территории относительно благополучно, поскольку в непосредственной близости к источникам отсутствуют какие либо промышленные предприятия, сельскохозяйственные комплексы, магазины, автодороги и т.п. Нами было проведено благоустройство каптажной камеры и зоны санитарной охраны природных источников. Составлены паспорта родников.

На **втором этапе работы** проводился сравнительный анализ проб родниковой и водопроводной воды по органолептическим и химическим показателям качества за два года, а также проводилось сравнение с показателями химического состава поверхностного водоёма – реки Шахмахта. В ходе исследования контролировались органолептические показатели качества родниковых вод (вкус, запах, цвет), величина перманганатной окисляемости, кислотности среды, содержание солей жесткости и минеральных солей, а так же концентрации  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ .

Проанализировав отобранные пробы воды из родников деревни Куликово за период исследования (2018 – 2019 гг.) было выявлено, что **контролируемые нами компоненты находились в пределах нормативных значений** согласно действующей документации.

Освоенные методики и проведенный эксперимент помогли приобрести новые научные знания и практические навыки.

В плане работы является привлечение жителей и учащихся к восстановлению этих важных водных объектов. План мероприятий по благоустройству родников включает:

- осуществлять постоянный мониторинг за состоянием природного источника и прилегающей к нему территории;
- продолжить работу по исследованию экологического состояния родников, находящегося в деревнях Куликово и Василево;
- провести более полный химический анализ качества родниковой воды, а также почвенного и растительного покрова в зоне санитарной охраны родника;
- проводить в школе мероприятия, на которых разъяснять значимость охраны родников;
- проводить акции по очистке прилегающей к родникам территории;
- через СМИ проводить информирование населения о значимости сохранения и благоустройства родников.

Авторы благодарят сотрудников лаборатории кафедры ПЭ ИГХТУ за помощь в проведении хим. анализа.

Секция «Системный анализ, автоматизация и управление технологическими процессами»

# СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА

Бакулин В.П., Кисловский А.А., Корсакова Н.Э.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),

[bakulin-vitali@mail.ru](mailto:bakulin-vitali@mail.ru), [natalyajom0802@gmail.com](mailto:natalyajom0802@gmail.com), [aveiro08@yandex.ru](mailto:aveiro08@yandex.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Невиницын В. Ю. (ИГХТУ)

В настоящей работе предложена методика полунатурного моделирования систем автоматического управления технологическими объектами. Для решения поставленной задачи в работе применяется программно-технический комплекс (ПТК) на базе многофункционального контроллера ТКМ410 производства компании Текон. Структура ПТК представлена на рис. 1.

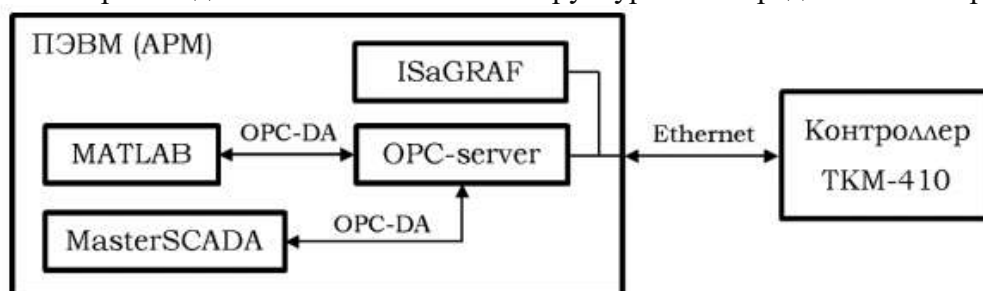


Рис. 1. Структура программно-технического комплекса

Согласно концепции полунатурного моделирования, воспроизведение работы технологических процессов осуществляется с использованием компьютерных имитационных математических моделей, а алгоритмы управления этими объектами реализуются на реальных технических устройствах – программируемых логических контроллерах (ПЛК).

Для проведения полунатурного моделирования в качестве объекта управления выступает двумерный объект, описываемый по каналам управления аperiodическим звеном первого порядка с запаздыванием. Используя расширение Simulink пакета MATLAB.

На базе контроллера ТКМ410 реализована двумерная несвязанная система автоматического регулирования объектом. Для этого проведено конфигурирование и программирование контроллера. Управляющая программа ПЛК реализована на языке FBD (functional block diagram) с использованием среды разработки приложений ISaGRAF (поддерживаются языки SFC, FC, FBD, LD, ST, IL). В качестве алгоритмов управления были использованы ПИ-законы из библиотеки алгоритмов контроллера.

Для диспетчерского управления, сбора и отображения данных в ходе процесса полунатурного моделирования используется современная объектно-ориентированная SCADA и softlogic система MasterSCADA фирмы InSat. Интеграция компонентов системы и организация обмена данными между контроллером, моделью объекта в MATLAB и SCADA-системой обеспечивается посредством TeconOPC-сервера.

Проведено моделирование двумерной системы управления объектом на базе ПТК. Установлена инвариантность системы к возмущениям и ковариантность с задающими воздействиями. Таким образом, система управления объектом является работоспособной.

Процесс выполнения полунатурного моделирования происходит в режиме реального времени, что позволяет оператору-исследователю проводить мониторинг всех происходящих процессов и оказывать воздействия как на имитационную модель технологического процесса, так и на управляющую программу контроллера, что является существенным преимуществом данного подхода.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАДИЕЙ ПОДГОТОВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭТАНОЛАМИНОВ

Бакулин В.П.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), bakulin-vitali@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Грименицкий П.Н. (ИГХТУ)

В данной работе рассмотрены вопросы разработки автоматизированной системы диспетчерского контроля и управления стадией подготовки в производстве этаноламинов. Работа была выполнена с использованием современной объектно-ориентированной SCADA и SoftLogic системы Master-SCADA, разработанной российской компанией ИнСАТ. Система предназначена для сбора, архивирования, отображения данных, а также для оперативного диспетчерского управления различными технологическими процессами.

Основными параметрами, подлежащими контролю и управлению, являются: расходы и концентрации исходных компонентов, уровень реакционной смеси в смесителе, и давление в трубопроводах.

В ходе работы была разработана технологическая структура АСУТП, создано дерево объекта и дерево системы, размещено технологическое оборудование на мнемосхеме, так же на мнемосхеме представлены приборы для контроля и управления за ходом технологического процесса.

Во вкладке Тренды представлены тренды. Во вкладке Приборы представлены устройства для отображения и контроля данных. Так же на мнемосхеме представлены основные параметры процесса с помощью графических элементов SCADA – системы. Составлено руководство пользователя для оператора-технолога.

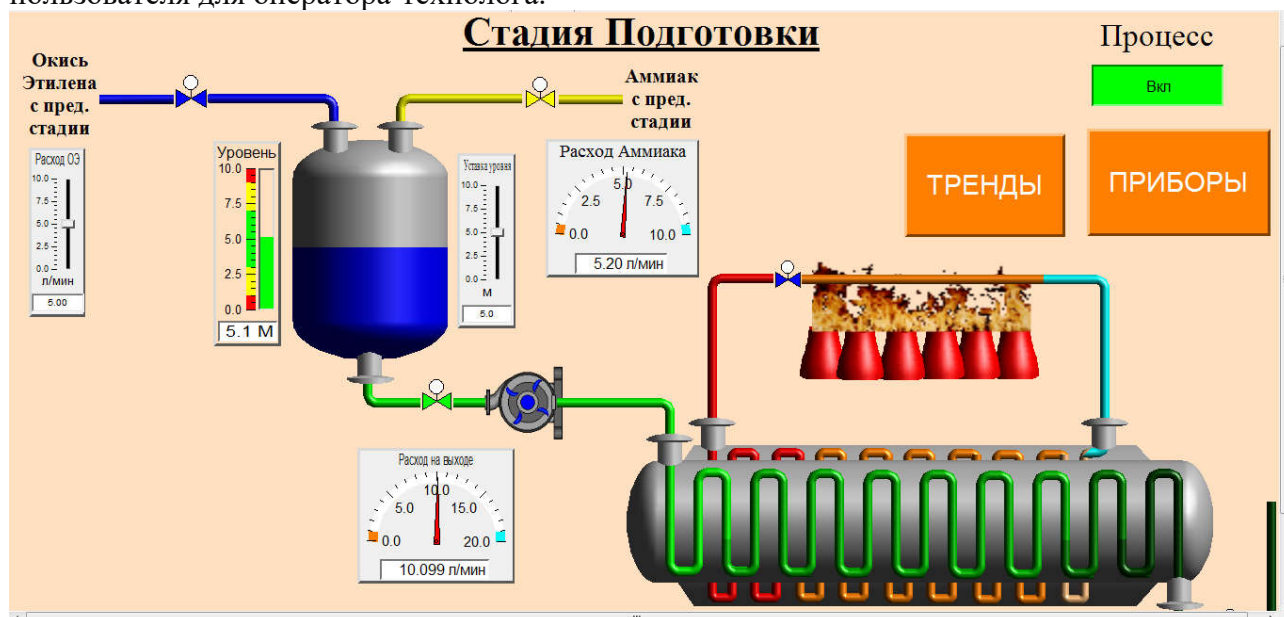


Рис. 1. Мнемосхема стадии подготовки в производстве этаноламинов

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ АБСОРБЦИИ СЕРНОГО ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Балакирев А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[balakirev.a@mail.ru](mailto:balakirev.a@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Грименицкий П. Н. (ИГХТУ)

В работе рассматриваются вопросы создания автоматизированной системы управления процессом абсорбции серного газа в производстве серной кислоты. Процесс абсорбции серного газа является конечным этапом производства серной кислоты. Процесс осуществляется на участке, состоящем из: башни - абсорбера, сборника серной кислоты, нагревательного котла и разбавителя. Серная кислота – негорючая пожароопасная жидкость. Разбавленная серная кислота растворяет металлы с выделением водорода, концентрированная вызывает самовоспламенение горючих веществ. Поэтому участок абсорбции оснащен системой противоаварийной защиты (ПАЗ).

Основной аппарат - башня-абсорбер представляет собой абсорбционную башню вертикального типа со сборником серной кислоты в основании. По всей башне происходит циркуляция серной кислоты и серного газа. Остатки серного газа удаляются через систему очистительных фильтров.

Для описания процесса абсорбции была разработана математическая модель объекта и составлена система управления концентрацией и температурой серной кислоты. На этой основе было проведено полунатурное (программно-аппаратное) моделирование.

В соответствии с полунатурным моделированием воспроизведение работы технологических объектов (процессов) происходит с использованием компьютерной имитационной математической модели, алгоритм управления этим объектом реализуются на реальном техническом устройстве – программируемом логическом контроллере (ПЛК). Структура программно - технического комплекса (ПТК) включает в себя следующее программное обеспечение: Matlab (расширение Simulink), MasterSCADA, ISaGRAF PRO, Tecon OPC-сервер.

Модель объекта разрабатывается в расширении Simulink пакета Matlab, алгоритм регулирования реализуются на базе контроллера ТКМ410, программирование которого выполняется с помощью инструментальной графической среды разработки прикладных программ ISaGRAF PRO.

Для оперативного диспетчерского управления и сбора данных в процессе полунатурного моделирования используется современная, мощная и объектно-ориентированная SCADA-система MasterScada. Обмен данными и связь между моделью объекта управления в Matlab, контроллером и Scada-системой осуществляется с помощью OPC-сервера Tecon OPC.

Полунатурное моделирование системы регулирования показало инвариантность к возмущающим воздействиям, ковариантность с задающими воздействиями и устойчивость замкнутой системы. Таким образом, можно сделать вывод, что система автоматического регулирования, реализованная на базе ПТК, является работоспособной.

Составлено руководство пользователя для диспетчера с целью обеспечения удобства работы в проекте. Разработанную систему можно использовать в учебном процессе.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НОРМАЛИЗАЦИИ И СКВАШИВАНИЯ МОЛОКА

Богачев Д.В, Селиванов А. Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет

dan-97@bk.ru

Научный руководитель: ст. преп., Ерофеева Е.В. (ИГХТУ)

В работе рассмотрен участок нормализации, пастеризации и сквашивания молока для производства кисломолочной продукции. Участок состоит из емкостей для хранения сливок и обезжиренного молока, гомогенизатора, пастеризатора, аппаратов сквашивания, трубопроводов и насосного оборудования.

Участок нормализации и сквашивания молока был проанализирован с точки зрения управления и выбраны параметры, подлежащие контролю и регулированию. Основными параметрами регулирования на участке являются:

- расход сливок,
- расход обезжиренного молока,
- расход молока на пастеризатор,
- температура пастеризации,
- температура сквашивания,
- время сквашивания.

Осуществлен выбор комплекса технических средств, учитывающих особенности молочного производства. В качестве контроллерной техники выбран конкурентоспособный контроллер TSX Modicon Quantum и составлена карта заказа на него.

В качестве датчиков выбраны: электромагнитный расходомер Siemens Sitrans F M MAG 1100 FOOD; инфракрасный анализатор Bentley 2000 для контроля жирности молока, датчик температуры TFR, датчик давления PY 9000, вибрационный датчик предельного уровня Liquiphant FTL 50 и т.д. Все датчики специально разработаны для пищевой промышленности.

В качестве регулирующих органов выбраны регулирующие, регулирующие-отсечные и отсечные клапаны фирмы «ЛГ Автоматика» с электроприводом МЭПК.

Разработана схема автоматизации, позволяющая решить следующие задачи:

- стабилизировать заданные режимы технологического процесса нормализации, гомогенизации, пастеризации и сквашивания молока путем контроля технологических параметров и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы и регулирующие органы;
- обеспечение режимов пуска и останова участка;
- представление инженеру-технологу информации о ходе технологического процесса, о состоянии оборудования в режиме реального времени, вывод на печатающее устройство наиболее важной информации о процессе.
- информирование обслуживающего персонала о предаварийных ситуациях.

Разработанная система управления может работать как автономно, так и в составе АСУТП всего молочного производства.

Критерием качества работы автоматизированной системы управления участка нормализации, пастеризации и сквашивания молока является точное выполнение регламента и рецептур данного пищевого производства.

## НЕСВЯЗАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Бодров А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

bodrovegzis@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., доц. Головушкин Б. А.

Начнем пожалуй с самого понятия о несвязанных системах автоматического управления. Итак, системами несвязанного управления называют такие, в которых регуляторы предназначенные для регулирования различных величин, не связаны друг с другом и могут взаимодействовать лишь через общий для них объект регулирования. В свою очередь такие системы подразделяются на зависимые и соответственно независимые. Зависимые системы несвязанного регулирования характеризуются тем, что в них изменение одной из регулируемых величин зависит от изменения остальных. Вследствие этого в таких системах процессы регулирования различных регулируемых величин нельзя рассматривать независимо, изолированно друг от друга. А независимая же система несвязанного регулирования характеризуется тем, что в ней изменение каждой из регулируемых величин не зависит от изменения остальных, благодаря чему процессы регулирования различных величин можно рассматривать изолированно друг от друга.

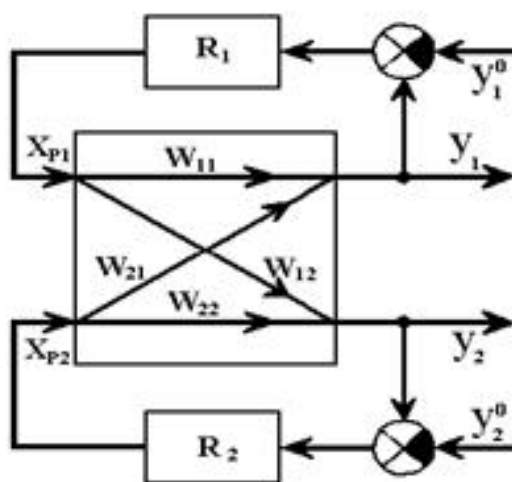


Рис.1. Структурная схема САУ несвязанного управления

Стоит сказать, что при слабых перекрестных связях расчет несвязанных регуляторов ведут, как для обычных одноконтурных САУ с учетом основных каналов регулирования.

Если перекрестные связи достаточно сильны, то запас устойчивости системы может оказаться ниже расчетного, что приводит к снижению качества регулирования или даже к потере устойчивости.

1. Ротач В.Я. Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат. 1985. – 296с., ил

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ТЕСТИРОВЩИКОВ

Бодрягина А.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[bodr1997@list.ru](mailto:bodr1997@list.ru)

Научный руководитель: ст. преподаватель Князева Е. Я.

Проанализировав перечень специальностей и направлений подготовки высшего образования, был сделан вывод о том, что ни один из ВУЗов не готовит профильных специалистов по направлению «Тестирование программного обеспечения».

В связи с этим основная масса людей, работающих в этой сфере, является самоучками, что негативно сказывается на качестве профессиональной подготовки персонала.

Автоматизированная система обучения тестировщиков представляет собой приложение с клиент-серверной архитектурой доступное в сети Интернет. Для взаимодействия пользователя с системой пользователю необходимо открыть браузер и перейти на определенный URL-адрес сайта. Для доступа ко всем функциям системы пользователь должен быть зарегистрирован и авторизован в ней. Основной функционал предоставляет возможность в прохождении курсов или практических игр. В ходе выполнения курса пользователь может ознакомиться с теорией по теме, выполнить практические задачи, тесты, по итогу необходимо сдать экзамен на основе полученных знаний. В результате прохождения курса пользователь может получить электронный сертификат, который может быть использован в качестве преимущества при устройстве на работу. При прохождении практических игр пользователь может тренировать свои практические навыки и соревноваться в успешности прохождения заданий с другими пользователями системы.

На рисунке 1 представлена структурная схема автоматизированной системы обучения тестировщиков.



Рисунок 1. Структурная схема автоматизированной системы обучения тестировщиков



# АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ

Бурчу С. П.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[explay\\_one@mail.ru](mailto:explay_one@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Невиницын В. Ю. (ИГХТУ)

В данной работе решается задача синтеза нелинейной скалярной системы управления температурным режимом в химическом реакторе с использованием теории синергетического управления.

Реактор представляет собой жидкофазный аппарат емкостного типа непрерывного действия, снабженный механической мешалкой для перемешивания реакционной смеси и теплообменной рубашкой.

Поскольку химические реакторы являются нелинейными, многомерными и многосвязными объектами, перспективным подходом к синтезу алгоритмов управления аппаратами данного типа является метод АКАР, разработанный в рамках синергетической теории управления [1].

Используя метод АКАР, получен закон управления температурным режимом целевого продукта. Примеры переходных процессов регулирования представлены на рис. 1.

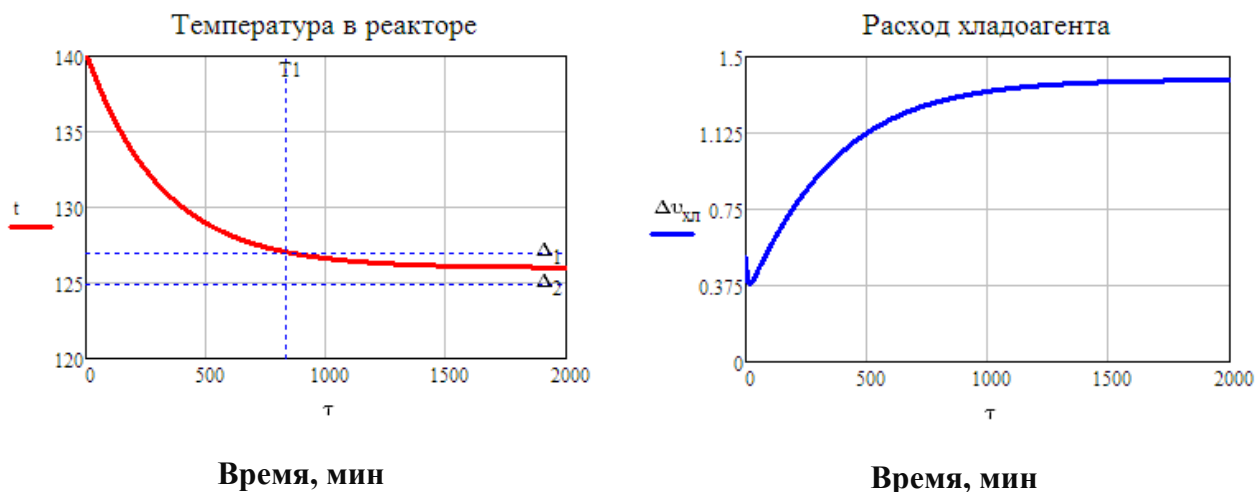


Рис. 1. Изменение регулируемой переменной и управляющего воздействия при действии ступенчатого возмущения по входной температуре

По результатам компьютерного моделирования можно сделать вывод, что система управления инвариантна к возмущениям и ковариантна с заданием.

1. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 344 с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ ФОРМАЛИНА-СЫРЦА В ПРОИЗВОДСТВЕ ФОРМАЛИНА

Ваняйкин И. К., Гаврилина Я.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

vanyaikin\_ilya@mail.ru

Научный руководитель: ст. преп. Ерофеева Е.В. (ИГХТУ)

Участок ректификации формалина-сырца один из основных в производстве аммофоса. Участок состоит из ректификационной колонны и трех теплообменников, один для подогрева формалина-сырца до рабочей температуры и дальнейшего поступления в колонну, второй для поддержания температуры кубового остатка, третий для конденсации паров метанола.

Участок ректификации формалина-сырца был проанализирован с точки зрения управления и выбраны параметры, подлежащие контролю и регулированию. Перечислим основные параметры, по которым предусмотрены контуры регулирования:

- расход формалина-сырца на входе в первый теплообменник;
- температура кубового остатка в колонне;
- уровень кубового остатка в колонне;
- уровень конденсата во втором теплообменнике;
- давление паров метанола в верхней части колонны;
- расход флегмы на колонну.

Осуществлен выбор комплекса технических средств, учитывающих особенности производства. В качестве контроллерной техники выбран отечественный конкурентоспособный контроллер МФК 1500 и составлена карта заказа на него.

В качестве датчиков выбраны: датчики давления АИР-10LEх-ДИИМ1.6М, АИР-10LEх-ДИИМ160, АИР-10ЕхНДИВ 1360; датчики уровня Элемер СТД31 Ех31А1 t4070; датчики расхода SONOELISSE404X; датчики температуры ТС-1288/8 Ех8Pt100 60, ТС-1288/8 Ех8Pt100 160; газоанализатор PrimaXP.

В качестве регулирующих органов выбраны регулирующие клапаны типа РУСТ-510 фирмы «РУСТ-95».

Так как производство формалина относится к пожаровзрывоопасным, выбраны датчики во взрывозащищенном исполнении и регулирующие органы с пневмоприводом.

Разработана схема автоматизации, позволяющая решить следующие задачи:

- обеспечить безопасное функционирование участка;
- стабилизировать заданные режимы технологического процесса ректификации путем контроля технологических параметров и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы и регулирующие органы;
- обеспечение режимов пуска и останова участка, а также режимов аварийных блокировок;
- представление инженеру-технологу информации о ходе технологического процесса, о состоянии оборудования в режиме реального времени, вывод на печатающее устройство наиболее важной информации о процессе.
- информирование обслуживающего персонала о предаварийных и аварийных ситуациях

Разработанная система управления может работать как автономно, так и в составе АСУТП производства формалина.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ ЖИДКОГО АММИАКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММОФОСА

Гаврилина Я.М, Ваняйкин И. К.

Ивановский государственный химико-технологический университет

yana.maksimovna1@bk.ru

Научный руководитель: ст.преп.,Ерофеева Е.В. (ИГХТУ)

Участок испарения жидкого аммиака один из основных в производстве аммофоса. Участок состоит из двух испарителей, предназначенных для изменения агрегатного состояния поступающего жидкого аммиака, путем его испарения в межтрубном пространстве и подогревателя аммиака до температуры 100°C.

Участок испарения жидкого аммиака был проанализирован с точки зрения управления и выбраны параметры, подлежащие контролю и регулированию.

Основными контурами регулирования являются:

- уровень кипящего жидкого аммиака в испарителях;
- давление газообразного аммиака после испарителей;
- температура газообразного аммиака после подогревателя.

Осуществлен выбор комплекса технических средств, учитывающих особенности производства. В качестве контроллерной техники выбран отечественный конкурентоспособный контроллер МФК-1500 и составлена карта заказа на него.

В качестве датчиков выбраны:

- датчик давления МЕТРАН-150TG3;
- датчик уровня BW25;
- датчик расхода Micro Motion F200 S316;
- датчик температуры ТСМУ-0104.

В качестве регулирующих органов выбраны регулирующие и отсечные клапаны типа КМРО фирмы «ЛГ Автоматика» с приводом мембранно-пружинным КВФУ ПМ с электропневмопозиционером SipartPS2.

Разработана схема автоматизации, позволяющая решить следующие задачи:

- обеспечить безопасное функционирование участка;
- стабилизировать заданные режимы технологического процесса испарения путем контроля технологических параметров и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы и регулирующие органы;
- обеспечение режимов пуска и останова участка, а также режимов аварийных блокировок;
- представление инженеру-технологу информации о ходе технологического процесса, о состоянии оборудования в режиме реального времени, вывод на печатающее устройство наиболее важной информации о процессе;
- информирование обслуживающего персонала о предаварийных и аварийных ситуациях.

Разработанная система управления может работать как автономно, так и в составе АСУТП производства аммофоса. Кроме того, обеспечена (в случае необходимости) возможность развитие системы автоматизации.

Критерием качества работы автоматизированной системы управления участка испарения является стабильность заданных характеристик процесса.

# ОПТИМИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТОРНЫМ УЗЛОМ

Горев Р. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[skier\\_909@bk.ru](mailto:skier_909@bk.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г. В. (ИГХТУ)

Современное крупное химическое производство состоит из большого числа разнотипных аппаратов, связанных между собой технологической схемой. Характер этих связей может быть весьма различным: продукты и полупродукты, вырабатываемые в одних аппаратах, поступают в следующие по ходу процесса: тепло, выделяемое на одном участке производства, утилизируется на другом; сырье и энергия распределяются между различными потребителями.

В данной работе рассматривается реакторный узел, состоящий из двух параллельно соединенных одинаковых химических реакторов и кожухотрубного теплообменника. Основным объектом реакторного узла является емкостной реактор, в котором реализуется сложная химическая реакция. Кожухотрубный теплообменник служит для поддержания температурного режима.

Данная работа посвящена оптимальному синтезу и моделированию реакторного узла и системы управления химическим реактором методами модального управления.

В соответствии с целью, в работе поставлены и решены следующие задачи:

- представлено аппаратное оформление технологического процесса получения целевого процесса;
- решена задача оптимизации температурного режима химического процесса;
- разработана технологическая схема реакторной системы;
- проведен анализ реакторного узла как объекта управления, численное моделирование объекта;
- разработаны предложения по автоматизации реактора;
- проведен синтез системы управления реактором;
- смоделирована система управления химическим реактором методами модального управления.

При разработке системы управления концентрациями компонентов в качестве объекта управления рассматривался емкостной реактор, работающий в изотермическом режиме.

Для моделирования системы управления химическим реактором методами модального управления проведена линеаризация математической модели объекта. Линеаризованная модель представлена в виде:

$$\frac{d\bar{x}}{d\tau} = A\bar{x} + Bu; u = -k\bar{x},$$

где  $\bar{x}$ ,  $u$  –  $n$ -мерный вектор состояния и  $r$ -мерный вектор управления, соответственно;  $A = \left\{ \frac{\partial f_i}{\partial x_j} \right\}$ ,  $i, j = \overline{1, n}$  – матрица состояния;  $B = \left\{ \frac{\partial f_i}{\partial u_k} \right\}$ ,  $i, j = \overline{1, n}$ ,  $k = \overline{1, r}$  – матрица управления;  $\bar{x}_i = x_i - x_i^0$ ;  $u = u_i - u_i^0$ .

Исследованы общесистемные свойства объекта. Установлено, что исследуемый объект обладает свойством устойчивости свободного движения, то есть стационарное состояние химического реактора устойчиво. Исследование свойств управляемости при синтезе системы стабилизации концентрации целевого продукта  $C_{p1}$  показало, что система не вполне управляема в пространстве состояний. В этом случае объект управляем в пространстве выходов при соответствующем выборе матрицы измерения  $C$  в уравнении  $y = Cx$ .

Моделирование системы управления химическим реактором в виде моделей пространства состояний проводилось в пакете Simulink программы Matlab. На основании результатов имитационного моделирования системы управления на ЭВМ можно сделать следующие выводы: система управления является инвариантной к возмущающим факторам и ковариантной с задающими воздействиями в исследованном диапазоне изменения входных параметров; система является устойчивой.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ СТРАХОВОГО БИЗНЕСА

Доброхотова А.П.

Ивановский государственный химико-технологический университет

fartuna98@bk.ru

Научный руководитель: к.э.н., доцент Масленникова Н.В. (ИТиЦЭ)

Страхование – это динамично развивающийся сектор рынка, оно предназначено для преодоления и возмещения разного рода потерь, ущерба в результате непредвиденных событий.

Очень важным аспектом страхования является автоматизация этого процесса. Изучая автоматизацию страхования, я обратила своё внимание на страхование автомобилей.

На рынке IT-решений автоматизации страхового бизнеса наблюдаются положительные тенденции. Они обусловлены требованиями регулятора по ОСАГО, а также процессами распространения веб-технологий.

Перечислим основные страховые программные продукты российского рынка: «Ортикон: ОСАГО», «1С: ОСАГО», «АДС: Управление центром страхования 8», «ПолисОфис: ОСАГО», «Ринти: ОСАГО 2.0», «1С: Управление страховой компанией», «Парус-Страхование», «Континент: Страхование», «1С: Страховая бухгалтерия», «Форес: Страхование». С каждым годом кол-во этих программ растёт.

Применение новых информационных технологий становится принципиальным условием для достижения и удержания страховыми компаниями лидирующих позиций на рынке.

Все лидеры страхового рынка уже достигли высокого профессионализма в области осуществления страховых операций, поэтому в настоящее время успех или поражение страховщика во многом определяется технологической оснащённостью. Именно от уровня технической подготовленности компании зависит скорость и качество обработки растущих потоков информации, а значит, и обслуживания клиентов.

Так же очень актуальным на сегодняшний день стало страхование жизни и здоровья в путешествиях. Более того, это обязательная процедура при оформлении визы в зарубежные страны. Для автоматизации этого процесса страховщики разрабатывают новые программы.

Для выбора программ страхования жизни для зарубежных туристических поездок используется модифицированный метод ветвей и границ, основанный на неполном переборе вариантов. Этот метод лучше всего подходит для выбора оптимальных туристических страховок, так как его основным преимуществом является не высокая сложность алгоритма и возможность отбрасывать не подходящие варианты не по одному, а сразу целыми группами. Таким образом, данная программа помогает клиенту отбросить все страховки, которые ему не подходят по разным параметрам. Программа содержит в себе 4 составляющие: клиент, страховка, администраторы и отчёты.

«Клиент» – содержит описание всех клиентов, для которых будут подбираться и оцениваться оптимальные страховые программы. «Страховка» – описание страховых программ. Каждая страховая программа содержит в себе набор различных параметров, по которым определяются ее основные условия. Набор параметров страховки также необходим для ее будущей оценки на оптимальность для конкретного клиента. Оптимальные страховки – страховые программы, рассортированные по различным критериям.

Так же в программе есть «Администраторы» и «Отчёты». «Администраторы» содержат описание пользователей системы: их логины, пароли и описание каждой учетной записи. В «Отчётах» же содержатся все отчеты системы, в том числе отчеты по конкретному пользователю или отчеты по всем пользователям, сведения о которых хранятся в БД системы.

В итоге строится база данных и для клиента происходит подбор оптимального варианта страховки.

Рассмотренный пример автоматизации является не единственным в страховом бизнесе, с каждым днём автоматизационных решений появляется всё больше и больше.

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА МЕТОДОМ АКАР

Загаринская Ю.Н., Панасенкова А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

julia-zagarinskaya@yandex.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Лабутин А.Н. (ИГХТУ), к. т. н., доцент Невиницын В.Ю. (ИГХТУ)

Основной проблемой теории управления является аналитический синтез алгоритмов управления нелинейными объектами, которые обеспечивали бы устойчивость САУ в широком диапазоне изменения входных переменных и переменных состояния.[1] Характерным примером многомерного, нелинейного, многосвязного объекта является химический реактор для проведения сложной реакции:  $A + B \xrightarrow{K_1} P_1, P_1 \xrightarrow{K_2} P_2$ , функционирующий в изотермическом режиме. Математическая модель динамики объекта имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dC_A}{d\tau} = \frac{v_1^0 C_A^{6x} - (v_1^0 + v_2)C_A + V(-K_1 C_A C_B)}{V} + \frac{(C_A^{6x} - C_A)}{V} \Delta v_1 \\ \frac{dC_B}{d\tau} = \frac{v_2 C_B^{6x} + V(-K_1 C_A C_B) - (v_1^0 + v_2)C_B}{V} - \frac{C_B}{V} \Delta v_1 \\ \frac{dC_{P1}}{d\tau} = \frac{V(K_1 C_A C_B - K_2 C_{P1}) - (v_1^0 + v_2)C_{P1}}{V} - \frac{C_{P1}}{V} \Delta v_1 \end{cases}$$

где  $\Delta v_1 = u$  – управляющее воздействие – изменение расхода входного потока вещества А.

Технологическая задача управления заключается в стабилизации концентрации целевого вещества  $C_{P1}$  на заданном уровне  $\bar{C}_{P1}$  в условиях действия возмущений и переводе объекта с одного значения  $\bar{C}_{P1}$  на другое.

Решать задачу предлагается методом синергетической теории управления. Структура уравнений математической модели позволяет использовать метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) на основе заданного инвариантного многообразия:  $\psi_1 = (C_{P1} - \bar{C}_{P1}) = 0$ . Используя основное функциональное уравнение метода АКАР:  $d\psi_1/d\tau + \psi_1 = 0$ , получили

алгоритм управления в виде: 
$$\Delta v_1 = V \frac{(C_{P1} - \bar{C}_{P1})}{T_1 C_{P1}} + f_3 \frac{V}{C_{P1}}$$

Методами математического моделирования замкнутой нелинейной САУ установлена работоспособность системы в широком диапазоне изменения возмущений ( $\Delta C_{Aвх}$ ,  $\Delta C_{Bвх}$ ,  $\Delta K_1$ ) и изменения задания. Пример переходных процессов управления представлен на рис.1.

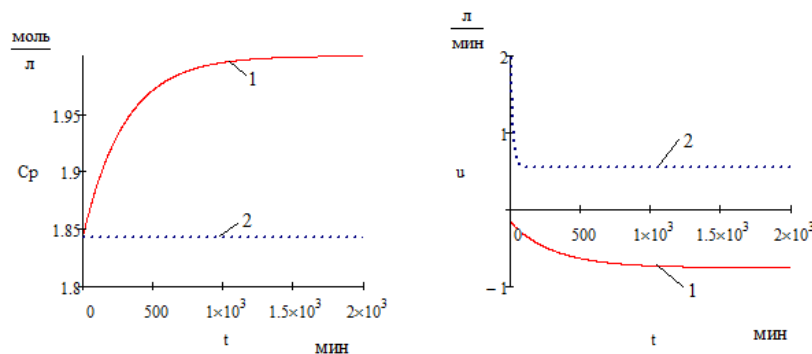


Рис.1 Переходные процессы управления  $C_{P1}(\tau)$ ,  $\Delta v_1(\tau)$ .

1 - при увеличении задания  $\Delta \bar{C}_{P1}$  на 10%; 2 - при параметрическом возмущении  $\Delta K_1 = 2.75 \cdot 10^{-4}$

САУ инвариантна к возмущениям и ковариантна с заданием, но характеризуется недопустимо большим временем регулирования.

1. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. М.: Энергоатомиздат. 1994. 344 с.

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ КОМПОНЕНТОВ В РЕАКТОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗЫНЕРЦИОННОГО РЕГУЛЯТОРА СОСТОЯНИЯ

Загаринская Ю.Н, Панасенкова А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

julia-zagarinskaya@yandex.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Лабутин А.Н. (ИГХТУ), к. т. н., доцент Невиницын В.Ю. (ИГХТУ)

Одним из перспективных направлений повышения ресурсоэффективности химического реактора является использование систем автоматического управления на базе регуляторов состояния (РС), которые имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными ПИД-регуляторами [1].

Объектом управления является химический реактор для проведения сложной реакции:  $A + B \xrightarrow{k_1} P_1$ ,  $P_1 \xrightarrow{k_2} P_2$ , работающий в изотермическом режиме. Целевым продуктом является вещество  $P_1$ . Математическая модель динамики объекта имеет вид:

$$\begin{cases} V \frac{dC_A}{d\tau} = v_1^0 C_A^{ex} - (v_1^0 + v_2) C_A + V(-K_1 C_A C_B) + (C_A^{ex} - C_A) \Delta v_1 \\ V \frac{dC_B}{d\tau} = v_2 C_B^{ex} + V(-K_1 C_A C_B) - (v_1^0 + v_2) C_B - C_B \Delta v_1 \\ V \frac{dC_{P1}}{d\tau} = V(K_1 C_A C_B - K_2 C_{P1}) - (v_1^0 + v_2) C_{P1} - C_{P1} \Delta v_1 \end{cases}$$

где  $\Delta v_1 = u$  – управляющее воздействие – изменение расхода входного потока вещества А.

Для синтеза регулятора состояния осуществлена линеаризация математической модели в окрестности рабочей точки. Управляющее воздействие регулятора состояния определяется выражением:  $u = -Kx$ , где  $K = (k_1 \ k_2 \ k_3)$ ,  $x = (x_1 \ x_2 \ x_3)^T$ . Системный анализ химического реактора показал, что объект устойчив в окрестности положения равновесия и управляем. Параметрический синтез регулятора проведен с использованием метода модального управления. [1]

Методами математического моделирования проведено исследование работоспособности системы управления на линеаризованной и исходной нелинейной модели объекта. Особое внимание уделено исследованию робастности системы. На рис.1 представлены переходные процессы управления при параметрическом возмущении по константе скорости реакции  $\Delta K_1$  и изменении задания по концентрации вещества  $P_1$ .

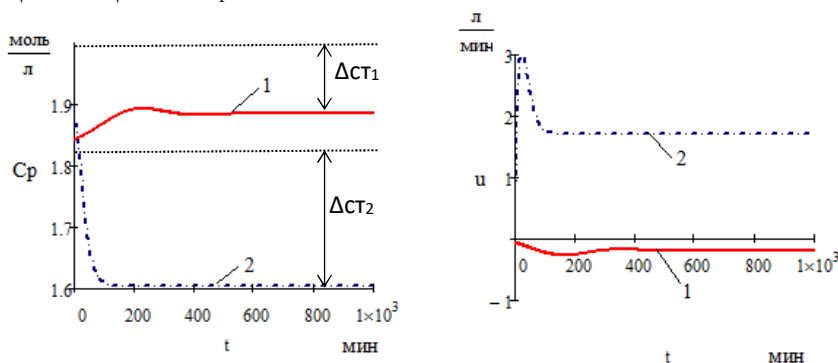


Рис.1 Переходные процессы управления  $C_{P1}(\tau)$ ,  $\Delta v_1(\tau)$ .

1 - при увеличении задания  $\Delta \bar{C}_{P1}$  на 10%; 2 - при параметрическом возмущении  $\Delta K_1 = 2.75 \cdot 10^{-4}$

В результате исследований установлено, что система управления обладает свойством робастности, но имеет недопустимое значение статической ошибки регулирования ( $\Delta_{ст}$ ) при изменении задания и параметрических возмущениях.

1. Пупков К.А., Егунов Н.Д. и др. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 2. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2000. 736 с.

# СИНТЕЗ И АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНОГО АСТАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ

Загаринская Ю.Н, Панасенкова А.В

Ивановский государственный химико-технологический университет

julia-zagarinskaya@yandex.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Лабутин А.Н. (ИГХТУ), к. т. н., доцент Невиницын В.Ю. (ИГХТУ)

Объектом управления является химический реактор для проведения сложной реакции:  $A + B \xrightarrow{K_1} P_1$ ,  $P_1 \xrightarrow{K_2} P_2$ , работающий в изотермическом режиме. Целевым продуктом является вещество  $P_1$ . Математическая модель динамики объекта имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dC_A}{d\tau} = \frac{v_1^0 C_A^{6x} - (v_1^0 + v_2) C_A + V(-K_1 C_A C_B)}{V} + \frac{(C_A^{6x} - C_A)}{V} \Delta v_1 \\ \frac{dC_B}{d\tau} = \frac{v_2 C_B^{6x} + V(-K_1 C_A C_B) - (v_1^0 + v_2) C_B}{V} - \frac{C_B}{V} \Delta v_1 \\ \frac{dC_{P1}}{d\tau} = \frac{V(K_1 C_A C_B - K_2 C_{P1}) - (v_1^0 + v_2) C_{P1}}{V} - \frac{C_{P1}}{V} \Delta v_1 \end{cases}$$

где  $\Delta v_1 = u$  – управляющее воздействие – изменение расхода входного потока вещества А.

Технологическая задача управления заключается в стабилизации концентрации целевого вещества  $C_{P1}$  на заданном уровне  $\bar{C}_{P1}$  в условиях действия возмущений и переводе объекта с одного значения  $\bar{C}_{P1}$  на другое.

Из классической теории управления известно, что для гарантированного подавления возмущения САУ должна включать интегратор в прямой цепи.

Для решения задачи синтеза нелинейного алгоритма управления методом АКАР расширяется пространство состояний путем введения дополнительной переменной состояния:  $\frac{dz}{d\tau} = C_{P1} - \bar{C}_{P1}$ . Инвариантное многообразие задается в форме:  $\psi_2 = (C_{P1} - \bar{C}_{P1}) + \gamma z = 0$ .

Алгоритм управления имеет вид:  $\Delta v_1 = \frac{(C_{P1} - \bar{C}_{P1}) + \gamma z}{T_2 C_{P1}} + f_3 \frac{V}{C_{P1}} + \frac{(C_{P1} - \bar{C}_{P1}) \gamma V}{C_{P1}}$ , где  $T_2 > 0$ ,  $\gamma > 0$  – параметры настройки.

Методами математического моделирования замкнутой нелинейной САУ установлена работоспособность системы в широком диапазоне изменения возмущений ( $\Delta C_{ABX}$ ,  $\Delta C_{BWX}$ ,  $\Delta K_1$ ) и изменения задания. Пример переходных процессов управления представлен на рис. 1.

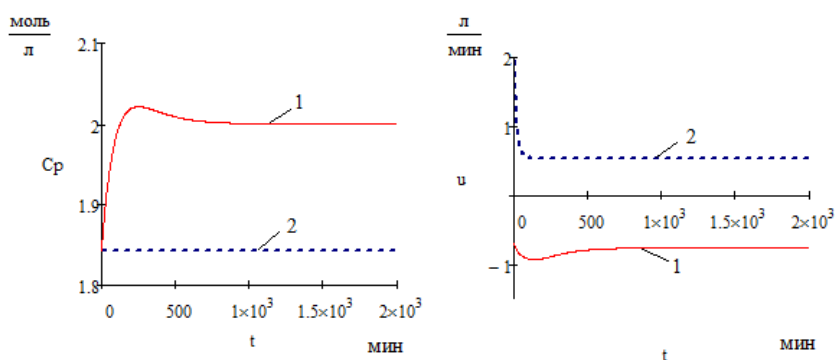


Рис.1 Переходные процессы управления  $C_{P1}(\tau)$ ,  $\Delta v_1(\tau)$ .

1 - при увеличении задания  $\Delta \bar{C}_{P1}$  на 10%; 2 - при параметрическом возмущении  $\Delta K_1 = 2.75 \cdot 10^{-4}$

САУ инвариантна к возмущениям и ковариантна с заданием, время регулирования не превышает допустимых значений.

1. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. М.: Энергоатомиздат. 1994. 344 с.



# СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СОСТОЯНИЯ С ИНТЕГРАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ: УПРАВЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ КОМПОНЕНТОВ В РЕАКТОРЕ

Загаринская Ю.Н, Панасенкова А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

julia-zagarinskaya@yandex.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Лабутин А.Н. (ИГХТУ), к. т. н., доцент Невиницын В.Ю. (ИГХТУ)

Синтез линейных регуляторов в пространстве состояний предполагает решение двух задач: структурный и параметрический синтез. Метод АКОР дает решение обеих задач: по структуре регулятор состояния (РС) – это безынерционный (пропорциональный) регулятор, а параметры определяются путем решения уравнения Риккати.[1] САУ на базе такого регулятора обладает существенными недостатками: параметрической неустойчивостью (не является грубой) и наличием существенной статической ошибки регулирования.

Более плодотворным является следующий подход к синтезу РС. Пространство состояний объекта искусственно расширяется путем введения дополнительной переменной (интеграла от регулируемой переменной)  $x_{n+1} = \int_0^\infty x_p d\tau$  или  $\frac{dx_{инт}}{dt} = x_p$ , где  $x_p$  - регулируемая переменная. Далее определяется управляемость объекта и осуществляется параметрический синтез методами модального управления.

Объект управления – изотермический реактор, в котором проводится сложная реакция  $A + B \xrightarrow{k_1} P_1, P_1 \xrightarrow{k_2} P_2$ . Управляющее воздействие – расход входного потока реагента  $A$ .

Линеаризованная модель реактора имеет вид:  $\dot{\bar{x}} = A\bar{x} + Bu$ ;  $\bar{x} = x_1 \ x_2 \ x_3$ ;  $u = \Delta v_1$

Дополнительная переменная состояния подчиняется уравнению:  $\frac{dx_4}{dt} = x_3$

Закон управления имеет вид:  $u = [k_1 \ k_2 \ k_3 \ k_4] \cdot [x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4]^T$

Составляющая алгоритма:  $\{k_4 \cdot x_4\}$  учитывает интегральную составляющую от регулируемой переменной.

Методом математического моделирования исследовалась работоспособность САУ. Особое внимание уделено исследованию робастности системы. На рис.1 представлены переходные процессы управления при параметрическом возмущении по константе скорости реакции  $\Delta k_1$  и изменении задания по концентрации вещества  $P_1$ .

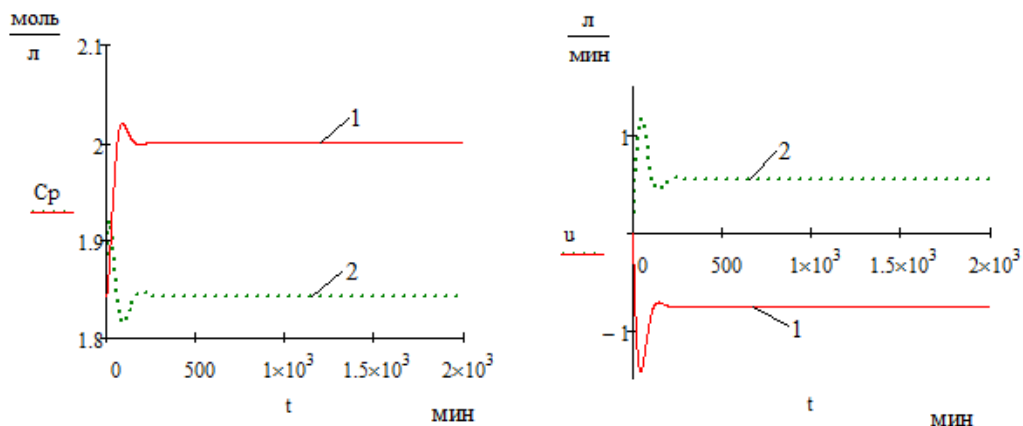


Рис.1 Переходные процессы управления  $C_{P1}(\tau)$ ,  $\Delta v_1(\tau)$ .

1 - при увеличении задания  $\Delta C_{P1}$  на 10%; 2 - при параметрическом возмущении  $\Delta k_1 = 2.75 \cdot 10^{-4}$

В результате исследований установлено, что система управления обладает свойством робастности, статическая ошибка регулирования ( $\Delta ст$ ) отсутствует.

1. Пупков К.А., Егупов Н.Д. и др. Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 2. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2000. 736 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Коптева М.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Kopteva.1998@mail.ru](mailto:Kopteva.1998@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доц. Головушкин Б. А.

Идея построения комбинированных систем заключается в том, что на некоторые системы действуют наиболее жесткие возмущения, которые вызывают отклонение регулируемой величины от заданного значения. Поэтому все возмущающие воздействия, которые влияют на управление, необходимо измерить и, в зависимости от измеренного значения, осуществить регулирующее воздействие на объект, таким образом, компенсируя влияние возмущения на значение регулируемой величины. Для таких систем строится не одноконтурная система управления, а комбинированная система управления многомерными объектами

Комбинированными САУ являются системы автоматического управления, реализующие совместно и принцип обратной связи (управление по отклонению) и принцип компенсации возмущений (управление по возмущению) [1].

Комбинированные САУ могут быть представлены в двух вариантах (рис.1., рис.2.)

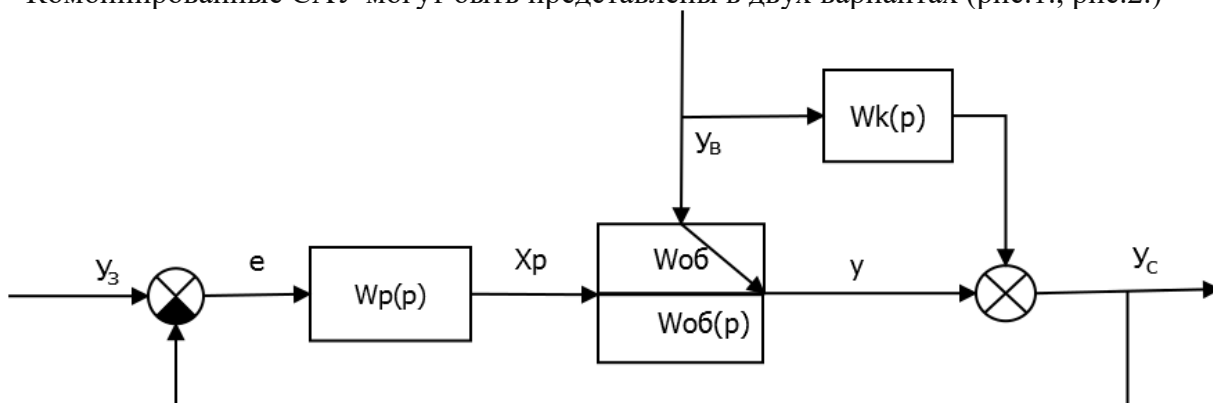


Рис.1. Схема комбинированной САУ с подключением динамического компенсатора на выход объекта

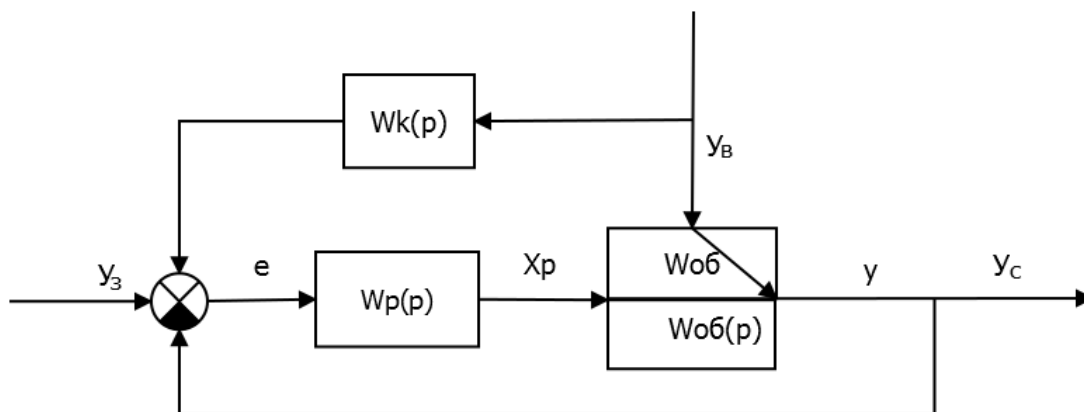


Рис.2. Схема комбинированной САУ с подключением компенсатора на вход регулятора

Данные схемы являются теоретически эквивалентными, но было решено проверить это методами имитационного моделирования. В ходе моделирования данных моделей в среде Matlab, мы получили переходные процессы, на которых видно, что во второй системе динамическая ошибка меньше, чем в первой, что повышает качество управления. На основании этого, вторую схему (схема комбинированной САУ с подключением динамического компенсатора на вход канала управления) считаем более целесообразной в практическом использовании. В данной схеме возмущение перехватывается раньше его воздействия на объект, после чего с использованием регулятора компенсируется его действие.

1. Теория автоматического управления: учебник для вузов / В. Я. Ротач. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом МЭИ, 2008. — 396 с., ил.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ

Корсакова Н.Э.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[email@isuct.ru](mailto:email@isuct.ru) (natalyajom0802@gmail.com)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Грименицкий П.Н. (ИГХТУ)

Работа посвящена разработке фрагмента АСУТП химического реактора. В жидкофазном реакторе емкостного типа непрерывного действия, снабженного механической мешалкой для перемешивания реакционной смеси и теплообменной рубашкой, реализуется трехстадийная последовательно-параллельная экзотермическая реакция. Поскольку в аппарате протекает экзотермическая реакция, в рубашку реактора подается хладагент для охлаждения реакционной массы. В качестве реализуемой многостадийной последовательно-параллельной реакции, будет рассматриваться реакция оксиэтилирования бутилового спирта.

Разработана схема автоматизации и спецификация на приборы, которая предусматривает контур регулирования уровня и концентрации в реакторе, а также измерение расходов и температур в трубопроводах.

При разработке проекта использовалась SCADA и SoftLogic-система отечественной фирмы InSAT – MasterSCADA. Данная система предназначена для создания АСУТП, MES-систем, а также решения задач учета и диспетчеризации объектов промышленности, ЖКХ и автоматизации зданий.

Создана структура объекта управления и дерево объекта, включающее в себя технологическое оборудование, контуры регулирования и управления. На основе схемы автоматизации и созданной структуры, разработана мнемосхема объекта и проведена ее динамизация (рис. 1). Реализована индикация состояния системы, а также система трендов – графическое представление значений параметров и их изменения с течением времени. Проведена настройка верхних/нижних предупредительных и аварийных границ.

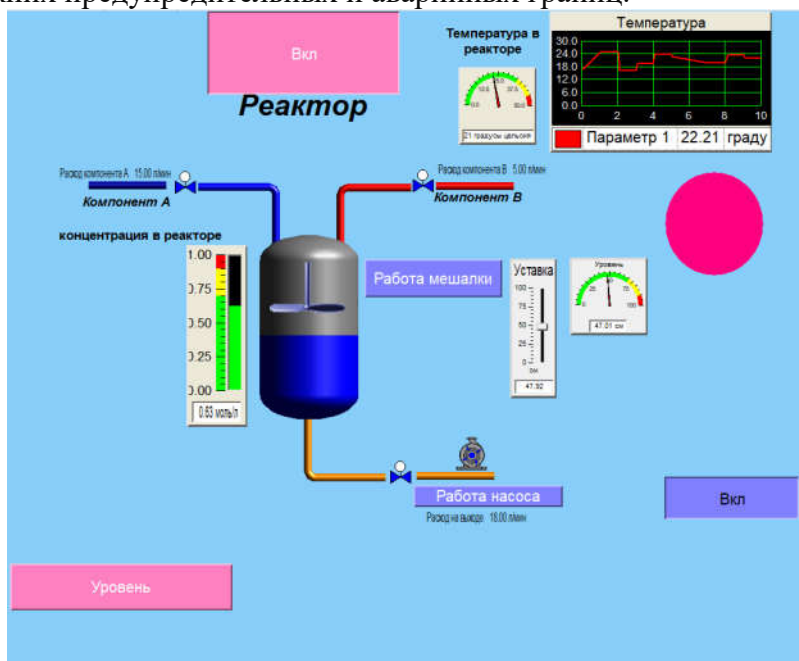


Рис. 1. Динамическая мнемосхема химического реактора

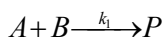
# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ МЕТОДОМ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ АГРЕГИРОВАННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ

Корсакова Н.Э.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
 email@isuct.ru (natalyajom0802@gmail.com)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Невиницын В.Ю. (ИГХТУ)

В настоящей работе решается задача синтеза закона управления концентрацией целевого компонента в химическом реакторе с применением метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР). Метод АКАР в наибольшей степени удовлетворяет концепции физической теории управления и позволяет в аналитическом виде получать эффективные законы управления для нелинейных, многомерных и многосвязных динамических систем различной природы. Анализу подлежит жидкофазный реактор емкостного типа непрерывного действия, снабженный механической мешалкой для перемешивания реакционной смеси и теплообменной рубашкой (рис.1.). В аппарате реализуется экзотермическая реакция вида:



где  $A$  и  $B$  – исходные реагенты;  $P$  – целевой компонент;  $k_1$  – константа скорости стадии.

Цель функционирования аппарата – получение целевого продукта  $P$  заданной концентрации.

На рис.1. введены следующие обозначения:

$C_A^{ex}, C_B^{ex}$  – концентрации исходных реагентов;  $t_1, t_2$  – температуры исходных реагентов;  $v_1, v_2$  – расход исходных реагентов;  $v$  – расход смеси на выходе из аппарата;  $C_A, C_B, C_P$  – концентрации компонентов  $A, B, P$  в реакторе;  $v_{хл}, t_{хл}^{ex}$  – расход и температура хладагента на входе в аппарат;  $t_{хл}$  – температура хладагента в аппарате;  $t$  – температура реакционной смеси в аппарате;  $V$  – объем реакционной смеси в аппарате;  $V_{хл}$  – объем хладагента в рубашке.

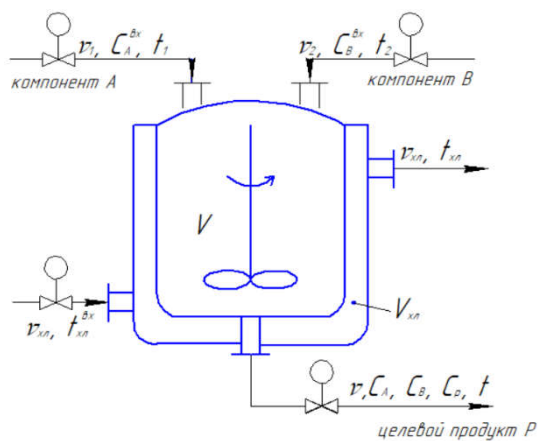


Рис.1. Принципиальная схема реактора

Математическая модель динамики химического реактора состоит из уравнений материального баланса по каждому компоненту в реакторе, уравнений теплового баланса реакционной смеси и хладагента в рубашке:

$$\frac{dC_A}{d\tau} = f_1 - \frac{C_A}{V} u; \quad \frac{dC_B}{d\tau} = f_2 + \frac{C_B^{ex} - C_B}{V} u; \quad \frac{dC_P}{d\tau} = f_3 - \frac{C_P}{V} u; \quad \frac{dt}{d\tau} = f_4 - \frac{t_2 - t}{V} u; \quad \frac{dt_{хл}}{d\tau} = f_5.$$

где  $f$ - нелинейные функции от переменных состояния,  $u = \Delta v_2$  -регулирующее воздействие.

Методом АКАР получен алгоритм регулирования концентрации:  $u = \frac{(C_P - \bar{C}_P)V}{T_1 C_P} + \frac{f_3 V}{C_P}$ .

Для проверки работоспособности алгоритма управления выполнены следующие задачи:

1. Разработана программа моделирования объекта управления;
2. Разработана программа управления на языке ST для контроллера ТКМ 410;
3. Проведено полунатурное моделирование системы управления на базе ПТК и показано, что замкнутая система отслеживает изменение задающего воздействия и обеспечивает компенсацию возмущений.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫМ АППАРАТОМ

Кочетков А. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[sahapa2012@yandex.ru](mailto:sahapa2012@yandex.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Грименицкий П.Н. (ИГХТУ)

В работе рассматривается процесс окисления оксида серы в присутствии катализатора. Для данной контактной системы применен метод двойного контактирования, сущность которого состоит в том, что после окисления  $SO_2$  в  $SO_3$  технологический газ выводят из контактного аппарата на абсорбцию образовавшегося  $SO_3$ , а затем опять направляют на окисление оставшегося в газе  $SO_2$ .

Участок был проанализирован с точки зрения управления, и была разработана схема автоматизации (СА) с применением контроллера МФК3000. При разработке проекта использовалась современная SCADA и Soft-logic система отечественной компании InSat – MasterSCADA.

Создана структура объекта управления, а так же дерево объекта, включающее в себя технологическое оборудование, контуры регулирования и управления. На основе СА и созданной структуры получена статическая мнемосхема объекта, которая впоследствии была динамизирована (рис. 1). Реализована система трендов, т.е. графического представления архивных значений параметров и их изменения с течением времени. Проведена настройка верхних/нижних предупредительных и аварийных границ.

Целью реализации данного фрагмента системы диспетчерского контроля и управления является упрощение процесса управления технологическим объектом, отображение различных параметров процесса и данных о нем.

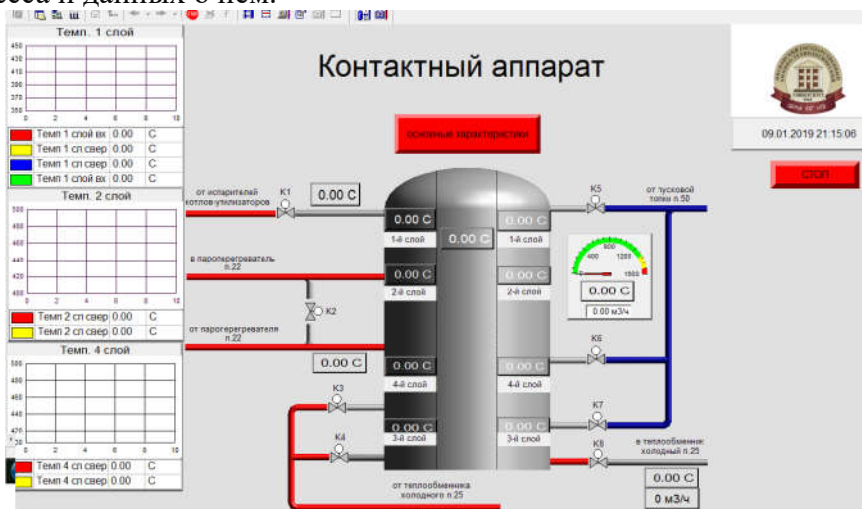


Рис. 1. Мнемосхема процесса контактирования

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ СМЕШЕНИЯ И ПОДОГРЕВА ЖИДКИХ СРЕД

Куликов Е.А., Черницын А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Email zheka\_xxx@bk.ru  
Научный руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г. В. (ИГХТУ)

В химическом производстве на стадиях подготовки исходного сырья очень часто приходится сталкиваться с процессами смешения и подогрева жидких сред. Для реализации данных процессов широко используются смесители и теплообменники емкостного типа с механическими мешалками. Подогрев сред осуществляют с помощью различных теплоносителей, подаваемых в рубашку теплообменника.

Данная работа посвящена разработке системы автоматического управления технологическим процессом, включающим в себя емкостной смеситель со свободным истечением и теплообменник с рубашкой, обогреваемой жидким теплоносителем.

Разработана математическая модель объекта в предположении существования в аппаратах гидродинамического режима идеального смешения. Модель динамики представляет собой:

$$\left\{ \begin{array}{l} S_a \cdot \frac{dh}{d\tau} = v_1 + v_2 - f_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\ S_a \cdot \frac{d(C \cdot h)}{d\tau} = v_1 \cdot C_{ex} - f_0 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot C \\ \frac{d(t \cdot V_2)}{d\tau} = v_{вых} \cdot (t_{ex} - t) + \frac{\alpha_2 \cdot F_T}{C_p \cdot \rho_T} \cdot (t_{cm} - t) \\ V_T \cdot \frac{dt_T}{d\tau} = v_T \cdot (t_T^{ex} - t_T) + \frac{\alpha_1 \cdot F_T}{C_T \cdot \rho_T} \cdot (t_T - t_{cm}) \\ m_{cm} \cdot C_{cm} \cdot \frac{dt_{cm}}{d\tau} = \alpha_1 \cdot F_T \cdot (t_T - t_{cm}) - \alpha_2 \cdot F_T \cdot (t_{cm} - t) \\ \frac{dV_2}{d\tau} = v - v_{вых} \end{array} \right.$$

где  $v_1, v_2$  – расходы входных потоков в смеситель;  $\alpha f_0 \sqrt{2gh} = v$  – расход выходного потока;  $S_a$  – сечение аппарата,  $h$  – уровень жидкости в смесителе;  $C_{вх}, C$  – входная и выходная концентрации полезного компонента;  $V_2, V_T$  – рабочий объем теплообменника и объем рубашки;  $t, t_T$  – температура подогретой смеси и температура теплоносителя в рубашке;  $t_{вх}$  – температура потока на входе в теплообменник,  $t_T^{вх}$  – температура теплоносителя на входе в рубашку,  $v_T$  – расход теплоносителя;  $v_{вых}$  – расход выходящего потока;  $F_T$  – площадь поверхности нагрева;  $\alpha_1, \alpha_2$  – коэффициенты теплоотдачи;  $m_{cm} = F_T \cdot \delta_{cm} \cdot \rho_{cm}$  – масса стенки,  $\delta_{cm}$  – толщина стенки,  $\rho_{cm}$  – плотность стенки.

Исследованы статические и динамические свойства объекта, выбраны управляющие воздействия для соответствующих регулируемых параметров.

Задачи системы управления данным объектом заключаются в обеспечении: 1) заданного значения концентрации на выходе из смесителя; 2) заданного значения температуры на выходе из теплообменника; 3) стабилизации уровней смеси в аппаратах.

Разработана функциональная схема автоматизации объекта. Построена структурная схема системы управления и составлена математическая модель, включающая в себя уравнения, описывающие объект и уравнения регуляторов, реализующих ПИ-закон регулирования. Выполнена параметрическая идентификация и разработано программное средство реализации математической модели синтезированной САУ.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ УЗЛА СМЕШЕНИЯ И НАГРЕВА ЖИДКОСТИ

Кустов М.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет, maksim.kustov.97@mail.ru  
 Научный руководитель: доцент, к.т.н. Грименицкий П.Н. (ИГХТУ)

SCADA системы – основной метод сбора данных, наблюдения за объектом в реальном времени и его дистанционного управления. Данный вид автоматических систем является наиболее перспективным методом с точки зрения эффективности, скорости обработки и удобства контроля ключевых технологических процессов на производстве.

Данный проект разрабатывался на основе SCADA системы фирмы InSAT – MasterSCADA. Участок смешения и нагрева жидкости включает в себя 2 аппарата – емкостной смеситель и теплообменник с рубашкой типа «жидкость-жидкость». В первом аппарате происходит процесс смешения основного вещества с разбавителем до необходимой концентрации. Во втором аппарате идет нагрев получившейся смеси до необходимой температуры и после чего откачка насосом на последующие стадии производства. Параметрами, подлежащими контролю и управлению, являются: расходы основного вещества, разбавителя, теплоносителя, смеси на выходе из теплообменника и температуры смеси на выходе теплообменника, теплоносителя на входе в рубашку, теплоносителя внутри рубашки.

На мнемосхеме в центральной части отражены графически оба аппарата, соединенные между собой трубопроводом с отображением рядом со смесителем величины концентрации, а рядом с теплообменником индикатор уровня. В нижней части находятся измерительные приборы, графики и индикатор системы «Аларм». Над приборами располагаются кнопки управления клапанами объекта.

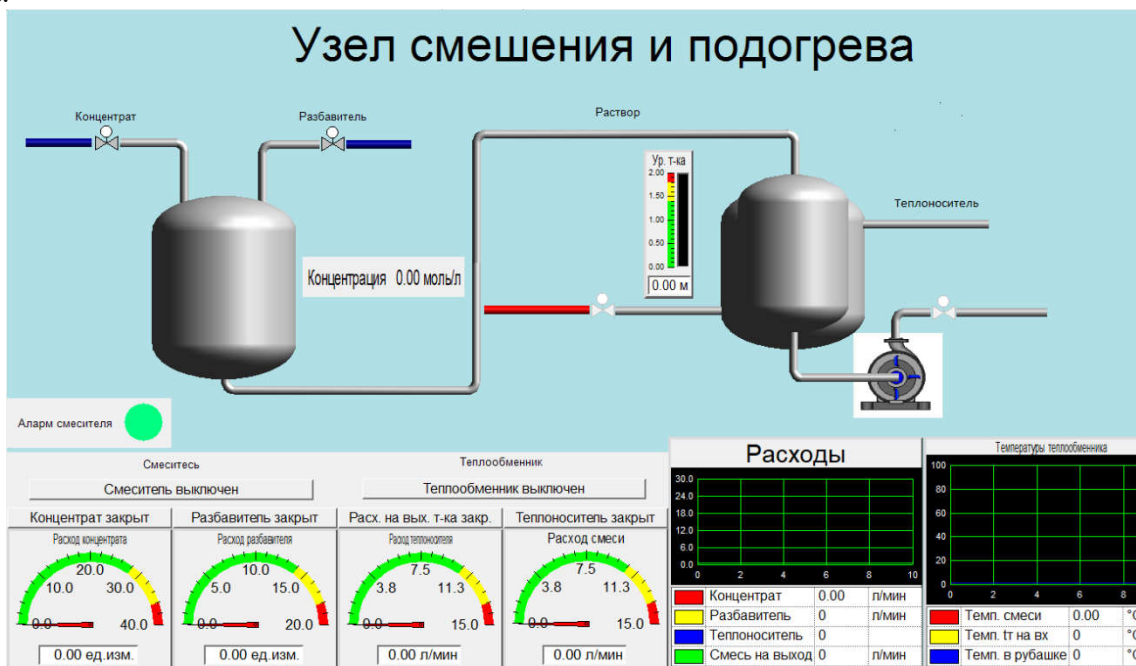


Рис. 1 Мнемосхема участка смешения и подогрева жидкости.

Данная схема управления позволяет дистанционно управлять объектом, просматривать в реальном времени характеристики системы и архивировать при помощи трендов различные технологические параметры.

# СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ РЕМОНТА ПАРОВОГО СТЕРИЛИЗАТОРА ЗА СЧЕТ ЗАМЕНЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПЛАТЫ НА УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕР «ОВЕН»

Кустов М.И.

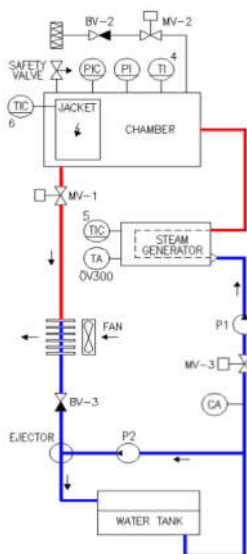
Ивановский государственный химико-технологический университет, maksim.kustov.97@mail.ru  
Научный руководитель: ст. преп. Сухарев А.В. (ИГХТУ)

Стерилизация (от лат. sterilis - бесплодный) - уничтожение всех микроорганизмов, их различных форм, включая споровые, с помощью физических и химических средств.

Одним из видов является паровая стерилизация. В ПС используется водяной насыщенный пар под избыточным давлением. Насыщенным называют такой пар, который находится в состоянии динамического равновесия с жидкостью, из которой он образуется. Температура насыщенного пара зависит от давления и практически равна температуре кипения жидкости, из которой он образуется. Таким образом, чтобы регулировать температуру, при которой будет осуществляться стерилизация, необходимо регулировать рабочее давление (установкой электроконтактного манометра, сигнал с которой включает-выключает ТЭНы).

Выработка пара в стерилизаторе происходит через одну из следующих опций:

- Вода, рециркулирующая во встроенном резервуаре
- Внешняя подача через водные фильтры
- Подача из внешнего резервуара для воды



Конденсат сливается во встроенный резервуар и направляется, если это возможно, в слив (подключение внешнего фильтра и внешнего резервуара) или рециркулируется, в зависимости от выбранной версии установки.

Замена специальной платы на универсальный микроконтроллер «Овен», а также использование для управления температурой твердотельных реле, которые за счет широтной импульсной модуляции позволят реализовать непрерывные законы управления вышеперечисленными параметрами, понизит стоимость ремонтных работ автоклава при выходе из строя основной микросхемы управления.

Малиновский А.В. Практическое пособие по эксплуатации паровых медицинских стерилизаторов//Справочное пособие для врачей и медицинских инженеров. – 2008 – Том 5. – 96 С.



# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННИКОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАСКАДНОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Макарова Е.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[makarovakatya97@yandex.ru](mailto:makarovakatya97@yandex.ru)

Научный руководитель: к. т. н., доц. Невиницын В. Ю.

В настоящей работе проведен синтез и моделирование каскадно-связанной системы регулирования температуры в ёмкостном теплообменнике.

Назначение теплообменника заключается в получении реакционной смеси заданной температуры.

Исходя из цели функционирования аппарата сформулирована задача системы автоматического регулирования: стабилизация температуры на выходе теплообменника в условиях действия возмущающих факторов.

На рисунке 1 представлена структурная схема САР.

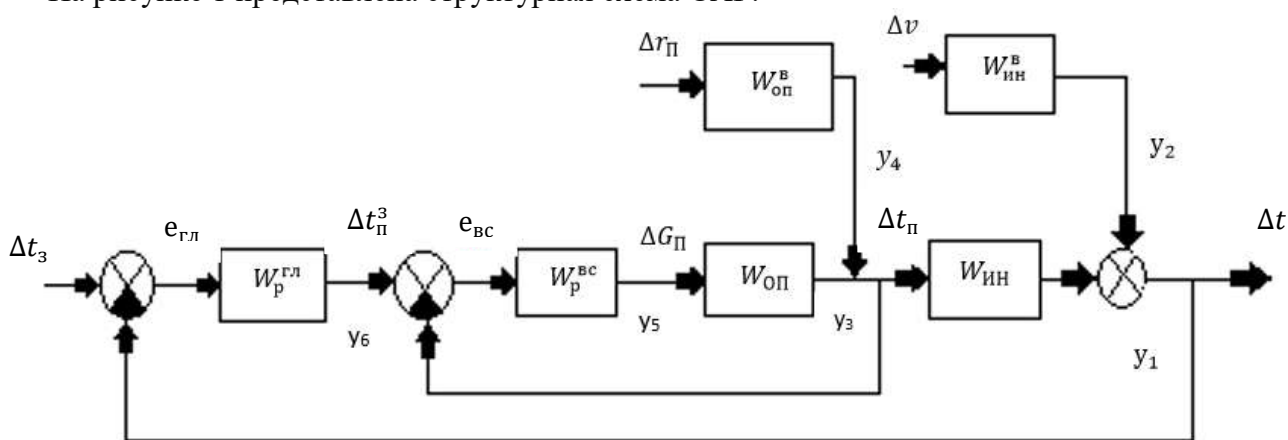


Рис.1 Структурная схема каскадно-связанной САР

$W_{\text{р}}^{\text{гл}}$ ,  $W_{\text{р}}^{\text{вс}}$ ,  $W_{\text{оп}}$ ,  $W_{\text{ин}}$ ,  $W_{\text{оп}}^{\text{в}}$ ,  $W_{\text{ин}}^{\text{в}}$  - передаточные функции объекта и регуляторов;

$\Delta t^3$ ,  $\Delta t_{\text{п}}^3$  - задающие воздействия;

$e_{\text{гл}}$ ,  $e_{\text{вс}}$  - ошибки регулирования;

$\Delta G_{\text{п}}$  - внешнее управляющее воздействие;

$\Delta r_{\text{п}}$ ,  $\Delta v$  - возмущение;

$\Delta t$ ,  $\Delta t_{\text{п}}$ ,  $y_i$  - переменные состояния.

Разработана концептуальная и математическая модель объекта. Получены и проанализированы статические и динамические свойства аппарата, определены управляющие и возмущающие воздействия, предложена структурная схема объекта, а также проведен структурный, алгоритмический и параметрический синтез системы управления [1]. В качестве алгоритма управления использованы ПИ-закон для главного регулятора и П-закон для вспомогательного регулятора.

Проведено имитационное моделирование каскадной системы управления, в результате которого установлено свойство инвариантности к возмущениям и ковариатности с задающим воздействием по температуре, что свидетельствует о работоспособности системы управления.

1. Ротач В.Я. Расчет настройки промышленных систем регулирования. М.:Энергия,1973.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЧАСТКА ПОДГОТОВКИ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ

Максимов А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[maximov.ahtoh@yandex.ru](mailto:maximov.ahtoh@yandex.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Грименицкий П.Н. (ИГХТУ)

В данной работе рассмотрены вопросы создания автоматизированной системы управления участка подготовки реакционной смеси. Без подготовки сырья не обходится не одно производство. Данный процесс включает: получение раствора заданной концентрации и последующим подогревом ее до необходимой, заданной температуры.

Основными параметрами, подлежащими контролю и управлению, являются: концентрация первого потока и смеси в аппарате, уровни в аппаратах, температура смеси на входе и выходе в теплообменник и температура в рубашке.

При разработке проекта использовалась SCADA и SoftLogic-система, разработанная российской фирмой производителем InSAT – MasterSCADA. Данная система предназначена для сбора, отображения данных, архивирования, а также оперативного диспетчерского управления различными технологическими параметрами.

В ходе работы была разработана мнемосхема участка и проведена ее денативация (рис. 1). Реализована система перехода на окна Трендов, Приборов и Графиков. На мнемосхеме представлены основные параметры процесса. Составлено руководство пользователя для оператора-технолога.

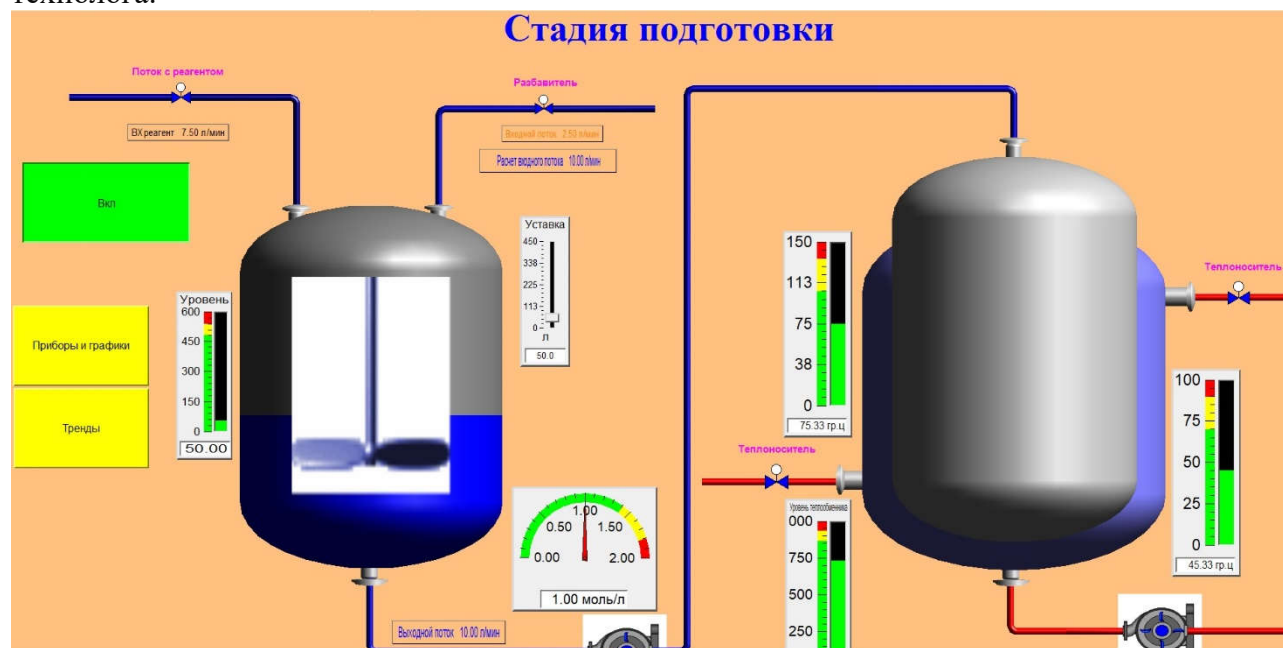


Рис. 1. Мнемосхема участка подготовки реакционной смеси.

# АНАЛИЗ МНОГОХОДОВОГО КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Максимов А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
maximov.ahtoh@yandex.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г. В. (ИГХТУ)

Теплообменные аппараты являются неотъемлемой частью большинства технологических процессов в различных отраслях. Вследствие существенной энергоемкости теплообменников и их широкой распространенностью в промышленной практике весьма актуальной является задача повышения эффективности систем управления и автоматизации данных объектов.

Работа посвящена анализу многоходового кожухотрубного теплообменника как объекта автоматизации и управления.

В соответствии с целью, в работе поставлены и решены следующие задачи:

- разработано содержательное описание процессов, протекающих в кожухотрубном теплообменнике;
- составлено математическое описание технологического процесса на базе ячеечной модели;
- проведено исследование статических и динамических свойств объекта;
- выбрано управляющее воздействие;
- предложена схема автоматизации объекта и разработана структура системы управления;
- выполнен алгоритмический синтез системы управления на базе ПИ-законов регулирования.

Аппарат представляет собой многоходовой кожухотрубный теплообменник. В трубное пространство поступает горячий теплоноситель с расходом  $m_r$  и температурой  $t_r^{BX}$ , который охлаждается до конечной температуры  $t_r$  за счет подачи в межтрубное пространство хладагента расходом  $m_{хл}$ , температурой  $t_{хл}^{BX}$ . Трубное пространство разделено на два хода. Для интенсификации теплообмена в межтрубном пространстве установлена поперечная перегородка. Теплоносители движутся противотоком.

Структура потоков теплоносителей представлена на рисунке.

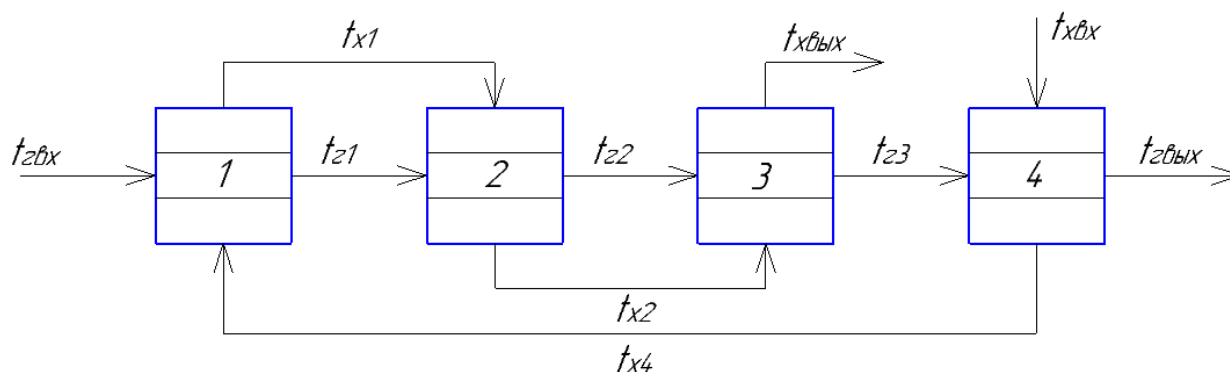


Рисунок – Структурная схема потоков в соответствии с ячеечной моделью:

1, 2, 3, 4 – выделенные зоны (ячейки) теплообменника.

Горячий теплоноситель последовательно проходит 1, 2, 3 и 4-ю ячейки. Холодный теплоноситель подается в 4-ю ячейку, затем поступает в 1-ю, во 2-ю и 3-ю ячейки последовательно.

Математическая модель для 4-х ячеек представляет собой систему из 8-ми обыкновенных дифференциальных уравнений.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО – ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Максимов А.А. Тарасов Г.М. Кочетков А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
maximov.ahtoh@yandex.ru

Научный руководитель: к.т.н., доцент Невиницын В.Ю. (ИГХТУ)

Автоматизация промышленных производств – одна из важнейших задач настоящего времени. Большинство процессов осуществляется на базе универсальных микропроцессорных средств, которые получили название программно-технические комплексы (ПТК).

В данной работе рассмотрены вопросы создания многомерной системы управления на базе программно – технического комплекса, а так же анализ ее работоспособности.

В ходе выполнения работы были выполнены следующие задачи: проведен литературный обзор ПТК; описана структура ПТК «стенд Текон УС 410 – 10 – ПЭВМ»; описано программирование и конфигурирование контроллера ТКМ 410, а так же конфигурирование Тесон OPC – сервера; разработана программа согласно заданию, моделирующая работу объекта; проведено полунатурное моделирование системы управления, включающее в себя исследование системы на ковариантность, анализ ее устойчивости и работоспособности.

При выполнении работы использовалась: «стенд Текон УС 410 – 10 – ПЭВМ», ISaGRAF PRO, Simulink (пакет MATLAB), TECON OPC – сервер.

В ходе работы была разработана мнемосхема участка и проведена ее денанизация (рис. 1). Реализована система перехода на окна Трендов, Приборов и Графиков. На мнемосхеме представлены основные параметры процесса. Составлено руководство пользователя для оператора-технолога.

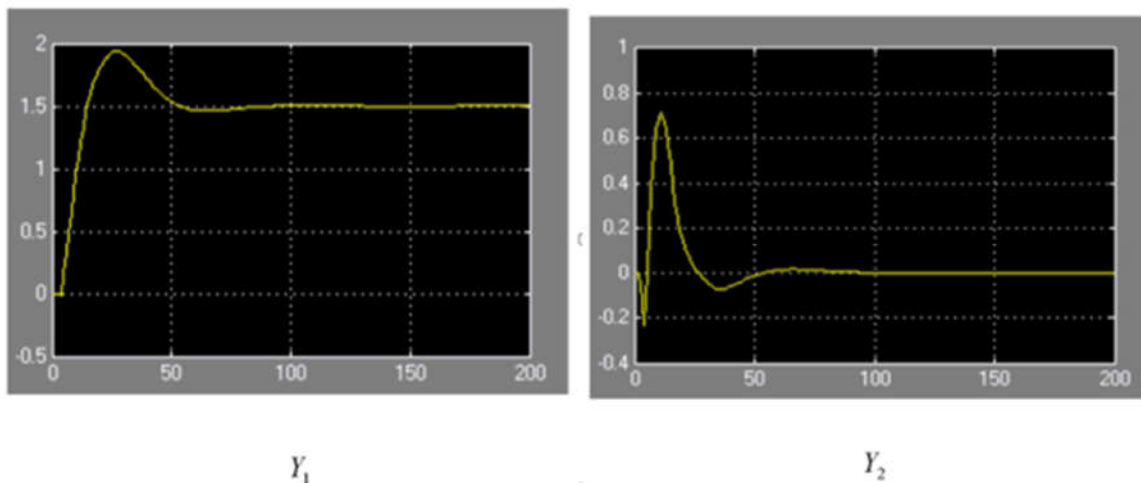


Рис. 1. Переходные процессы регулирования по  $Y_1$  и  $Y_2$ .

Переходные процессы регулирования затухают и выходят на заданную величину, что говорит об устойчивости системы управления.

Данная система управления является полностью работоспособной и дает необходимые результаты.

Таким образом, все поставленные задачи были выполнены, а цель - достигнута.

# РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЗЛА СМЕШЕНИЯ

Малышев Ю.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), [hcc@isuct.ru](mailto:hcc@isuct.ru)  
Научный руководитель: к.т.н., доцент Грименицкий П. Н. (ИГХТУ)

В данной работе представлена разработка фрагмента автоматизированной системы узла смешения.

Основными параметрами, подлежащими контролю и управлению, являются: расход концентрата на входе в аппарат, расход разбавителя на входе в аппарат, концентрация жидкости на выходе из аппарата, уровень жидкости в аппарате.

Работа была выполнена с использованием современной объектно-ориентированной SCADA- и Softlogic – системы MasterSCADA, разработанная компанией InSAT.

Осуществлен выбор комплекса технических средств с применением программно-логического контроллера ТКМ410. Разработана спецификация на приборы и средства автоматизации, в соответствии с заданными значениями.

В работе была создана структура АСУТП, также было построено дерево объектов, дерево системы, в котором были настроены OPC сервера на связь с объектом (клапаном), созданы мнемосхемы, на которых были размещены: тренды, стрелочные приборы, задвижки на входе в смеситель. Была проведена динамизация уровня жидкости в смесителе. Уровень был настроен с помощью ПИД регулятора, для которого были рассчитаны настроечные параметры. Реализована система алармов. Также было составлено руководство для пользователя. В проекте описаны алгоритмы динамизации мнемосхемы, разработка трендов.

Целью реализации данного фрагмента автоматизированной системы узла смешения является упрощение процесса управления технологическим объектом, а также это необходимо в отображении различных параметров процесса и данных о нем пользователю.

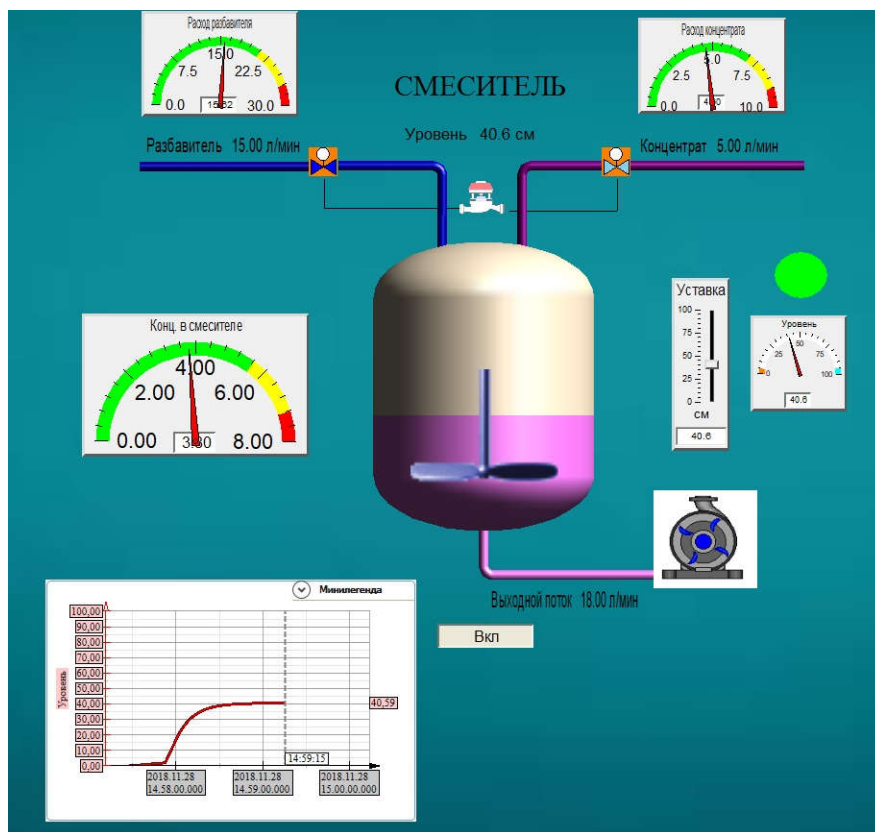


Рис.1. Мнемосхема технологического процесса рассматриваемого участка узла смешения

# СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДОГРЕВА РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ

Назарова Ю.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[yulyanazarova97@mail.ru](mailto:yulyanazarova97@mail.ru)

Научный руководитель: к. т. н. доц. Невиницын В.Ю.

В процессе химического производства исходные вещества перерабатываются в конечный продукт. Это осуществляется посредством ряда операций, к которым относятся подготовка сырья, химическое взаимодействие компонентов и обработка полученной реакционной смеси.

На первой стадии проводят операции, необходимые для подготовки исходных реагентов к проведению химической реакции. Например, известно, что скорость химической реакции зависит от температуры процесса, поэтому часто исходные реагенты до проведения реакции нагревают.

В настоящей работе объектом автоматизации и управления является теплообменник.

Назначение аппарата заключается в получении реакционной смеси заданной температуры.

На рисунке 1 представлена структурная схема САР.

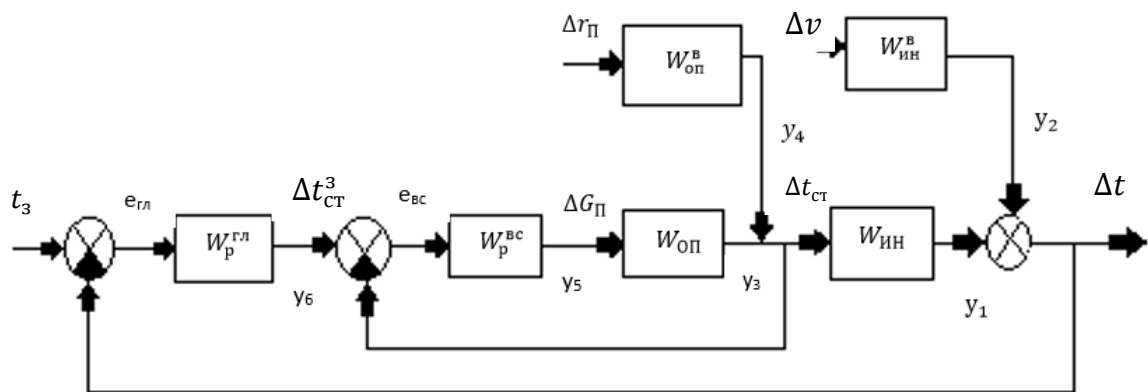


Рис.1 Структурная схема каскадно-связанной САР

$W_{п}^{гл}, W_{п}^{вс}, W_{оп}^в, W_{ин}^в, W_{оп}^в, W_{ин}^в$  - передаточные функции объекта и регуляторов;

$\Delta t^3, \Delta t_{ст}^3$  - задающие воздействия;

$e_{гл}, e_{вс}$  - ошибки регулирования;

$\Delta G_{п}$  - внешнее управляющее воздействие;

$\Delta r_{п}, \Delta v$  - возмущение;

$\Delta t, \Delta t_{ст}, y_i$  - переменные состояния.

Разработана математическая модель объекта, проведен структурный, алгоритмический и параметрический синтез системы управления процессом подогрева реакционной смеси [1]. Реализованная каскадно-связанная система регулирования температуры в теплообменнике. В качестве алгоритма управления использованы ПИ-законы регулирования.

Разработана программа имитационного моделирования системы управления подогрева реакционной смеси в среде Mathcad. Проведено исследование системы управления на инвариантность и ковариантность. В результате имитационного моделирования установлено, что система управления является работоспособной.

1. Ротач В.Я. Расчет настройки промышленных систем регулирования. М.: Энергия, 1973.

# АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АСТАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В РЕАКТОРЕ МЕТОДОМ АКАР

Панасенкова А. В., Загаринская Ю.Н

Ивановский государственный химико-технологический университет

[trafalgar322@gmail.com](mailto:trafalgar322@gmail.com)

Научный руководитель: к. т. н. Невиницын В.Ю. (ИГХТУ), д. т. н., профессор Лабутин А.Н.

(ИГХТУ)

В реакторе емкостного типа с рубашкой проводится бимолекулярная экзотермическая реакция вида:  $A + B \xrightarrow{K_1} P$ . Математическая модель реактора включает в себя уравнения материального баланса по компонентам реакции и уравнения тепловых балансов:

$$V \frac{dt}{d\tau} = f_4(t, t_{xл}, C_i) + \frac{\beta_1}{V} t_{xл}; \quad (1)$$

$$V_{xл} \frac{dt_{xл}}{d\tau} = f_5(t, t_{xл}) + \Delta v_{xл} \frac{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})}{V_{xл}},$$

где  $f_4(t, t_{xл}, C_i)$  и  $f_5(t, t_{xл})$  нелинейные функции своих аргументов. Из классической теории управления известно, что П и ПД-законы регулирования не обеспечивают необходимой точности регулирования координат в статике [1]. Поэтому при создании систем управления используются астатические регуляторы, включающие в себя интегральные составляющие. Синтез астатических алгоритмов будем осуществлять, следуя методике, изложенной в [1].

Расширим пространство состояний системы (1) путем введения в рассмотрение дополнительной переменной ( $z$ ), которая изменяется во времени согласно уравнения  $\frac{dz}{d\tau} = z - \bar{t}$ . На первом этапе введём в рассмотрение макропеременную  $\psi_1 = t_{xл} + v(t)$ ; на втором этапе введём в рассмотрение макропеременную  $\psi_2 = (t - \bar{t}) + \gamma z$ . Закон управления тепловым режимом объекта включает соотношения (2) и (3):

$$\Delta v_{xл} = - \frac{V_{xл}}{T_1(t_{xл}^{BX} - t_{xл})} [t_{xл} + v(t)] - \frac{f_5 V_{xл}}{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})} - \frac{\partial v}{\partial t} \frac{(f_4 + \frac{\beta_1}{V} t_{xл}) V_{xл}}{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})}; \quad (2)$$

$$v(t) = \frac{V}{T_2 \beta_1} [(t - \bar{t}) + \gamma z] + \frac{f_4 V}{\beta_1} + \frac{\gamma V (t - \bar{t})}{\beta_1}; \quad (3)$$

где  $T_1 > 0, T_2 > 0, \gamma > 0$  – параметры настройки регуляторов.

Был проведён анализ работоспособности системы: устойчивость, ковариантность заданию, инвариантность возмущениям.

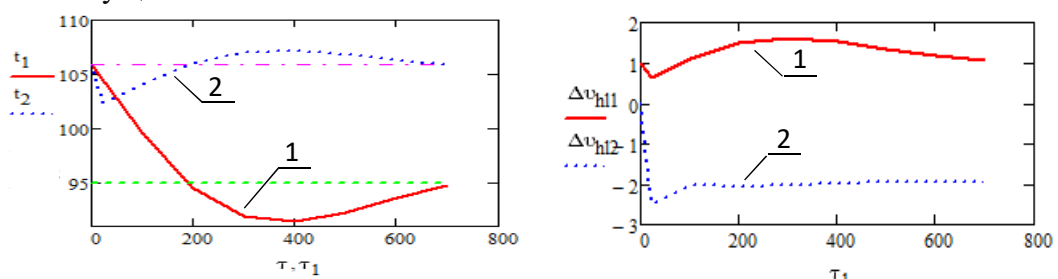


Рис.1. Переходные процессы управления: 1 – изменение задания  $t_{зад} = 95^\circ\text{C}$ ; 2 – возмущение 20% по  $C_A^{BX}$ .

Моделирование показало, что система устойчива, отслеживает возмущения, изменение задания, статическая ошибка регулирования отсутствует.

1. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. Таганрог: ТРТУ, М.: Энергоатомиздат, 1994. - 344 с.

# СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОЙ КАСКАДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ РЕАКТОРА

Панасенкова А. В., Загаринская Ю.Н

Ивановский государственный химико-технологический университет

[trafalgar322@gmail.com](mailto:trafalgar322@gmail.com)

Научный руководитель: к. т. н. Невиницын В.Ю. (ИГХТУ), д. т. н., профессор Лабутин А.Н.

(ИГХТУ)

В реакторе емкостного типа с рубашкой проводится бимолекулярная экзотермическая реакция вида:  $A + B \xrightarrow{K_1} P$ . Математическая модель реактора включает в себя уравнения материального баланса по компонентам реакции и уравнения тепловых балансов:

$$V \frac{dt}{d\tau} = f_4(t, t_{xл}, C_i) + \frac{\beta_1}{V} t_{xл}; \quad (1)$$

$$V_{xл} \frac{dt_{xл}}{d\tau} = f_5(t, t_{xл}) + \Delta u_{xл} \frac{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})}{V_{xл}},$$

где  $f_4(t, t_{xл}, C_i)$  и  $f_5(t, t_{xл})$  нелинейные функции своих аргументов. Конструктивные и технологические особенности химического реактора и структурные особенности математической модели (1) позволяют провести декомпозицию сложной системы (1) на две подсистемы. Первая подсистема – это уравнения материального баланса по компонентам и уравнение теплового баланса реакционной смеси. В качестве управления выступает температура хладагента в рубашке. Вторая подсистема – рубашка реактора, функционирование которой описывается уравнением теплового баланса, управлением является расход хладагента.

Для определения управляющего воздействия для первой подсистемы введём в рассмотрение макропеременную  $\psi_1 = t - \bar{t}$ ; управляющее воздействие для второй подсистемы определяется с использованием макропеременной  $\psi_2 = t_{xл} - U_1$ . Закон управления тепловым режимом объекта включает соотношения (2) для главного и (3) для вспомогательного регуляторов:

$$U_1 = -\frac{V}{T_1 \beta_1} [t - \bar{t}] - \frac{f_4 V}{\beta_1}; \quad (2)$$

$$\Delta u_{xл} = -\frac{V_{xл}}{T_2 (t_{xл}^{BX} - t_{xл})} [t_{xл} - U_1] - \frac{f_5 V_{xл}}{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})}, \quad (3)$$

где  $T_1 > 0, T_2 > 0$  – параметры настройки регуляторов.

Был проведён анализ работоспособности системы: устойчивость, ковариантность заданию, инвариантность возмущениям.

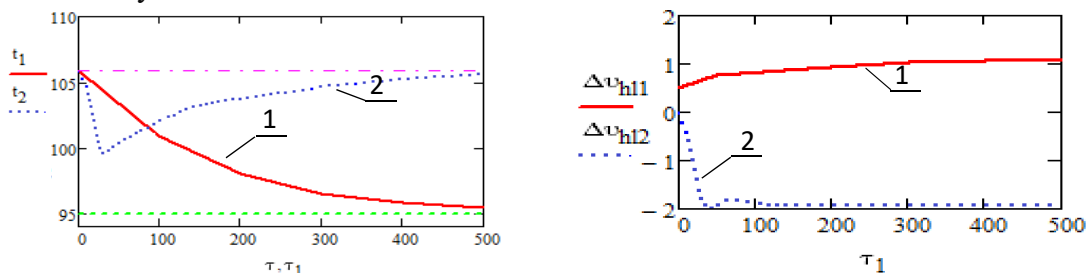


Рис.1. Переходные процессы управления: 1 – изменение задания  $t_{зад} = 95^\circ\text{C}$ ; 2 – возмущение 20% по  $C_A^{BX}$ .

Моделирование показало, что система устойчива, отслеживает возмущения и задание, отсутствует статическая ошибка регулирования.



# СИНТЕЗ И АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНОГО АСТАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА КАСКАДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ РЕАКТОРА

Панасенкова А. В., Загаринская Ю.Н

Ивановский государственный химико-технологический университет

[trafalgar322@gmail.com](mailto:trafalgar322@gmail.com)

Научный руководитель: к. т. н. Невиницын В.Ю. (ИГХТУ), д. т. н., профессор Лабутин А.Н.

(ИГХТУ)

В реакторе емкостного типа с рубашкой проводится бимолекулярная экзотермическая реакция вида:  $A + B \xrightarrow{K_1} P$ . Математическая модель реактора включает в себя уравнения материального баланса по компонентам реакции и уравнения тепловых балансов:

$$V \frac{dt}{d\tau} = f_4(t, t_{xл}, C_i) + \frac{\beta_1}{V} t_{xл}; \quad (1)$$

$$V_{xл} \frac{dt_{xл}}{d\tau} = f_5(t, t_{xл}) + \Delta u_{xл} \frac{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})}{V_{xл}}.$$

где  $f_4(t, t_{xл}, C_i)$  и  $f_5(t, t_{xл})$  нелинейные функции своих аргументов. Конструктивные и технологические особенности химического реактора и структурные особенности математической модели (1) позволяют провести декомпозицию на две подсистемы. Первая подсистема – это уравнения материального баланса по компонентам и уравнение теплового баланса реакционной смеси. В качестве управления выступает температура хладагента в рубашке. Вторая подсистема – рубашка реактора, функционирование которой описывается уравнением теплового баланса, управлением является расход хладагента. Расширим пространство состояний путем введения в рассмотрение дополнительной переменной  $z_1, \dot{z}_1 = (t - \bar{t})$  для первого подобъекта; и  $z_2, \dot{z}_2 = t_{xл} - U_1$  для второго подобъекта.

Для определения управляющего воздействия для первой подсистемы введём в рассмотрение макропеременную  $\psi_1 = t - \bar{t}$ ; управляющее воздействие для второй подсистемы определяется с использованием макропеременной  $\psi_2 = (t_{xл} - U_1) + \gamma_2 z_2$ . Закон управления тепловым режимом объекта включает соотношения (2) для главного и (3) для вспомогательного регуляторов:

$$U_1 = -\frac{V}{T_1 \beta_1} [(t - \bar{t}) + \gamma_1 z_1] - \frac{f_4 V}{\beta_1} - \frac{\gamma_1 V (t - \bar{t})}{\beta_1}; \quad (2)$$

$$\Delta u_{xл} = -\frac{V_{xл}}{T_2 (t_{xл}^{BX} - t_{xл})} [(t_{xл} - U_1) + \gamma_2 z_2] - \frac{\gamma_2 V_{xл}}{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})} (t_{xл} - U_1) - \frac{f_5 V_{xл}}{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})}, \quad (3)$$

где  $T_1 > 0, T_2 > 0, \gamma_1 > 0, \gamma_2 > 0$  – параметры настройки регуляторов.

Был проведён анализ работоспособности системы: устойчивость, ковариантность заданию, инвариантность возмущениям.

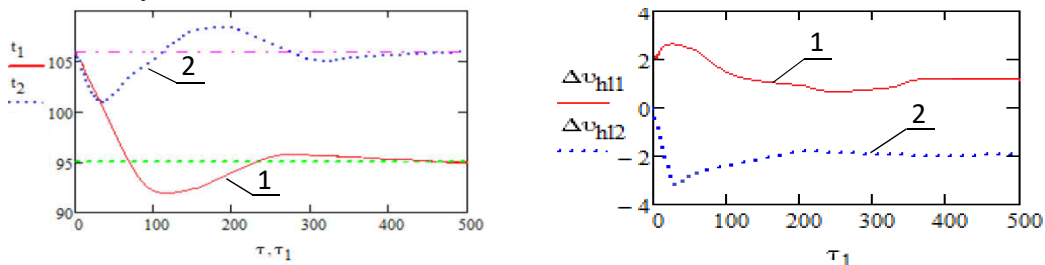


Рис.1. Переходные процессы управления: 1 – изменение задания  $t_{зад} = 95^\circ\text{C}$ ; 2 – возмущение 20% по  $C_A^{BX}$ .

Моделирование показало, что система устойчива, отслеживает возмущения, изменение задания, отсутствует статическая ошибка регулирования.

# СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В РЕАКТОРЕ МЕТОДОМ АКАР

Панасенкова А. В., Загаринская Ю.Н

Ивановский государственный химико-технологический университет

[trafalgar322@gmail.com](mailto:trafalgar322@gmail.com)

Научный руководитель: к. т. н. Невиницын В.Ю. (ИГХТУ), д. т. н., профессор Лабутин А.Н.

(ИГХТУ)

В реакторе емкостного типа с рубашкой проводится бимолекулярная экзотермическая реакция вида:  $A + B \xrightarrow{K_1} P$ . Математическая модель реактора включает в себя уравнения материального баланса по компонентам реакции и уравнения тепловых балансов:

$$V \frac{dt}{d\tau} = f_4(t, t_{xл}, C_i) + \frac{\beta_1}{V} t_{xл}; \quad (1)$$

$$V_{xл} \frac{dt_{xл}}{d\tau} = f_5(t, t_{xл}) + \Delta v_{xл} \frac{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})}{V_{xл}},$$

где  $f_4(t, t_{xл}, C_i)$  и  $f_5(t, t_{xл})$  нелинейные функции своих аргументов. Технологическая задача управления формулируется следующим образом: необходимо синтезировать систему управления, обеспечивающую заданное значение температуры реакционной смеси  $t = \bar{t}$  в условиях действия возмущений. В качестве внешнего управления используется расход хладагента в рубашку ( $\Delta v_{xл}$ ).

Синтез алгоритма управления будем осуществлять методом аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР) на основе последовательной совокупности инвариантных многообразий [1]. На первом этапе введём в рассмотрение макропеременную  $\psi_1 = t_{xл} + v(t)$ ; на втором этапе введём в рассмотрение макропеременную  $\psi_2 = t - \bar{t}$ . Закон управления тепловым режимом объекта включает соотношения (2) и (3):

$$\Delta v_{xл} = - \frac{V_{xл}}{T_1(t_{xл}^{BX} - t_{xл})} [t_{xл} + v(t)] - \frac{f_5 V_{xл}}{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})} - \frac{\partial v}{\partial t} \frac{(f_4 + \frac{\beta_1}{V} t_{xл}) V_{xл}}{(t_{xл}^{BX} - t_{xл})}; \quad (2)$$

$$v(t) = \frac{V}{T_2 \beta_1} [t - \bar{t}] + \frac{f_4 V}{\beta_1}, \quad (3)$$

где  $T_1 > 0$ ,  $T_2 > 0$  – параметры настройки регуляторов.

Был проведён анализ работоспособности системы: устойчивость, ковариантность заданию, инвариантность возмущениям.

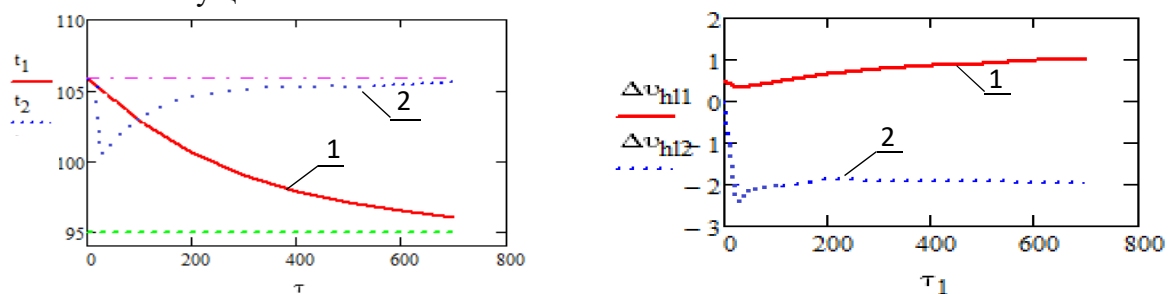


Рис.1. Переходные процессы управления: 1 – изменение задания  $t_{зад} = 95^\circ\text{C}$ ; 2 – возмущение 20% по  $C_A^{BX}$ .

Моделирование показало, что система устойчива, отслеживает возмущения, однако, регулируемые параметры не выходят на нужные значения за заданное время регулирования – наблюдается наличие статической ошибки.

1. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. Таганрог: ТРТУ, М.: Энергоатомиздат, 1994. - 344 с.

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДА ТОБИНА В ОЦЕНКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ

Поляков М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru), Максим [maksim-polyakov-1997@list.ru](mailto:maksim-polyakov-1997@list.ru)

Научный руководитель: д.э.н., профессор Ермолаев М.Б. (ИГХТУ)

Для интегральной стоимостной оценки величины интеллектуального капитала на многих предприятиях используют коэффициент Тобина, предложенный Нобелевским лауреатом в области экономики Д. Тобином. Рассчитывается как отношение рыночной стоимости объекта к стоимости его замены (здания, оборудование, запасы):

$$K_T = \frac{V_R}{V_Z}$$

где  $K_T$  - коэффициент Тобина в условном относительном измерителе;

$V_R$ - рыночная стоимость объекта (предприятия);

$V_Z$ - стоимость замены объекта.

Значение показателя  $K_T > 1$ , свидетельствует о способности предприятия получать более высокую прибыль в основном виде деятельности, чем его конкуренты. Эти предприятия характеризуются более высоким уровнем конкурентоспособности, использованием современных методов, техники и технологий менеджмента.

Если показатель  $K_T < 1$ , то предприятие имеет отрицательный интеллектуальный капитал. Это свидетельствует о том, что уровень менеджмента, организационная структура предприятия, связи с потребителями находятся на недостаточно высоком уровне, они такие которые не накапливают, а уменьшают интеллектуальный капитал предприятия.

Преимуществом коэффициента Тобина над интегральным показателем является следующее:

- Во-первых - рыночная стоимость объекта менее подвержена изменениям под влиянием нерыночных факторов, чем рыночная цена акций предприятия;
- Во-вторых - методика коэффициента Тобина может применяться ко всем формам организации предприятий.

Производным показателем от приведенного являются:

$$IC = V_R - V_Z, (3)$$

При использовании показателя рыночной стоимости объекта и стоимости его замены, имеем возможность оценить абсолютное и относительное значение величины интеллектуального капитала как для предприятия в целом, так и для любого его подразделения.

Если цена предприятия существенно превышает цену его материальных активов, то это свидетельствует о том, что достойно оценены его нематериальные активы - талант персонала, эффективность управленческих систем и др.

Недостатком использования рассмотренных показателей является невозможность оценить количественное или качественное влияние факторов, их эффективность, которые непосредственно влияют на величину интеллектуального капитала предприятия.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АРГОНА ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА

Потапова К.В

Ивановский государственный химико-технологический университет [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[kristina\\_201197@mail.ru](mailto:kristina_201197@mail.ru)

Научный руководитель: ст. преп. Ерофеева Е.В. (ИГХТУ)

Объектом автоматизации является участок получения чистого аргона производства аммиака, который производится путём разделения многокомпонентного исходного газа на составляющие: аммиак, водород, метан, азот и аргон. Для разделения использованы методы низкотемпературного разделения газов, используется такое технологическое оборудование как адсорберы, абсорберы, ректификационные колонны и теплообменники.

Технологический процесс разделения остаточных газов производства аммиака состоит из следующих стадий:

- Очистка исходного газа от аммиака;
- Осушка газа;
- Низкотемпературное разделение газа;
- Хранение и налив жидкого аргона, его испарение и выдача потребителю.

Осуществлен выбор комплекса технических средств, учитывающих особенности производства. Основой для реализации АСУ ТП является микропроцессорный программно-технический комплекс I/A Series «Foxboro» компании Invensys Process Systems на базе процессоров FCP270.

В качестве датчиков выбраны: датчики измерения температуры ЭЛЕМЕР ТПУ 0304/M1; датчики уровня, датчики избыточного давления и перепада давления серии Метран 150, расходомеры Promag 53H и T-mass AT70F фирмы «Endress+ Hauser»; газоанализаторы Rosemount 7D (аргон), Siemens ULTRAMAT 6F, Promet I.S. (влажность). В качестве регулирующих органов выбраны регулирующие клапаны типа РУСТ-510 фирмы «РУСТ-95».

В ходе работы были сконструированы логические схемы, с целью обеспечения следующих функций:

- запуска программ пуска (останова);
- выбора эксплуатационного режима установки;
- дублирования управляющих воздействий на арматуру и механизмы при отказе СА;
- выбора очередности работы механизмов;
- установки заданий автоматическим регуляторам и т.п.

Разработана схема автоматизации, позволяющая решить следующие задачи:

- обеспечить безопасное функционирование участка;
- стабилизировать заданные режимы технологического процесса ректификации путем контроля технологических параметров и выдачи управляющих воздействий на ИМ и РО;
- обеспечение режимов пуска и останова участка, а также режимов аварийных блокировок;
- представление инженеру-технологу информации о ходе технологического процесса, о состоянии оборудования в режиме реального времени, вывод на печатающее устройство наиболее важной информации о процессе.

Разработанная система управления может работать как автономно, так и в составе АСУТП производства аргона.

# СИНТЕЗ И ПОЛУНАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА

Сальков В. М.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[vladik\\_salkov@icloud.ru](mailto:vladik_salkov@icloud.ru)

Научный руководитель: к. т. н., доцент Невиницын В. Ю. (ИГХТУ)

В работе рассмотрен вопрос синтеза и полунатурного моделирования многомерной системы управления жидкофазным химическим реактором с применением каскадной системы автоматического регулирования (САР) температуры реакционной смеси в аппарате и САР соотношения расходов с коррекцией по концентрации целевого продукта в аппарате на базе программно-технического комплекса (ПТК). Структура ПТК включает в себя программируемый логический контроллер (ПЛК) ТКМ410, ПЭВМ и следующее программное обеспечение: MATLAB (расширение Simulink), ISaGRAF PRO, TeconOPC-сервер, MasterSCADA (рис. 1).

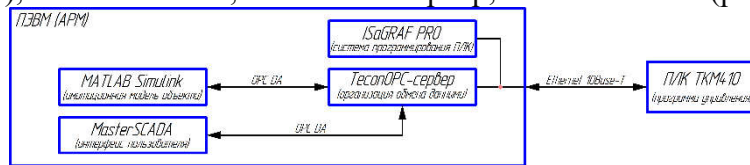


Рис. 1. Структура программно-технического комплекса

Жидкофазный химический реактор представляет собой аппарат емкостного типа непрерывного действия, снабженный интенсивно работающей механической мешалкой для перемешивания реакционной смеси и теплообменной рубашкой. В аппарате проводится сложная многостадийная экзотермическая реакция. Цель функционирования объекта заключается в получении целевого продукта с необходимым – заданным значением концентрации.

Проведен системный анализ жидкофазного химического реактора как объекта управления. Разработана концептуальная и математическая модели реактора. Решена задача оптимизации режима работы аппарата. Построены и исследованы статические и динамические характеристики по различным каналам. Проведена аналитическая линеаризация уравнений математической модели реактора для условий динамики в окрестности рабочей точки. Определены регулируемые выходные переменные, регулирующие и возмущающие воздействия объекта.

Разработана функциональная структурная схема многомерной системы управления жидкофазным химическим реактором (рис. 2.).

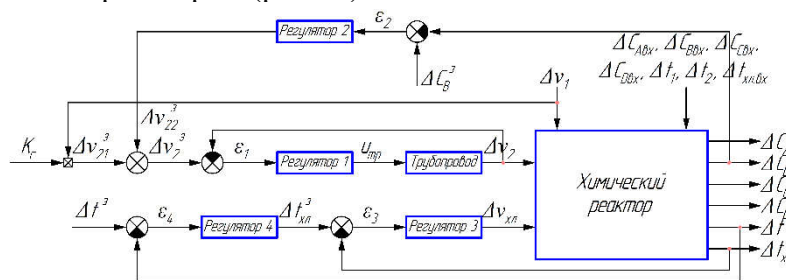


Рис. 2. Функциональная структурная схема многомерной системы управления объектом

Управляющая программа реализована на языке функциональных блочных диаграмм FBD (Function Block Diagram) с использованием среды разработки приложений ISaGRAF PRO.

Для оперативного диспетчерского управления, сбора и отображения данных в процессе полунатурного моделирования разработан графический интерфейс пользователя в современной и мощной SCADA- и SoftLogic-системе MasterSCADA.

Полунатурное моделирование многомерной системы управления жидкофазным химическим реактором показало устойчивость системы, инвариантность к возмущающим воздействиям и ковариантность с задающими воздействиями. Таким образом, можно сделать вывод о том, что синтезированная многомерная система управления жидкофазным химическим реактором, реализованная на базе ПТК, является работоспособной.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ОСТАТОЧНЫХ ГАЗОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Селиванов А.Р. Богачёв Д.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
fylhtq161297@mail.ru

Научный руководитель: ст.преп.,Ерофеева Е.В. (ИГХТУ)

Очистка остаточных газов является актуальной задачей при производстве серной кислоты. Участок очистки остаточных газов состоит из следующего технологического оборудования: два последовательно установленных скруббера Т601 и Т602, орошаемых абсорбирующим раствором; электростатический фильтр Е601; напорный резервуар с аммиачной водой V602; циркуляционный бак V604 и насосного оборудования.

Участок по очистке остаточных газов был проанализирован с точки зрения управления и выбраны параметры, подлежащие контролю и регулированию. Основными контурами являются:

- стабилизация рН абсорбирующего раствора на входе в скрубберы Т601, Т602;
- стабилизация уровня кубовой жидкости в скрубберах Т601, Т602.

Контролю подлежат следующие параметры: давление и температура газа на каждый из скрубберов; уровень в резервуарах V602, V604; давление на нагнетательных линиях насосов. Особое внимание уделено контролю и сигнализации концентрации аммиака в воздухе рабочей зоны участка, а также контролю за концентрациями  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $NH_3$  в отходящих после электрофильтра газах.

В работе осуществлен выбор комплекса технических средств, учитывающих особенности производства. В качестве контроллерной техники выбран отечественный конкурентоспособный контроллер МФК 1500 и составлена карта заказа на него.

В качестве датчиков выбраны датчики преимущественной фирмы Метран, в качестве концентратомеров выбраны современные отечественные конкурентоспособные датчики Хоббит Т- $NH_3$  ПБВ и МАГ-6 П-Т. Все датчики выбраны в пожаровзрывобезопасном исполнении.

В качестве регулирующих органов выбраны клапаны запорно-регулирующие РУСТ 410-1У с пневмоприводом.

Разработана схема автоматизации, позволяющая решить следующие задачи:

- обеспечить безопасное функционирование участка;
- стабилизировать заданные режимы технологического процесса очистки остаточных газов в производстве серной кислоты путем контроля технологических параметров и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы и регулирующие органы;
- обеспечение режимов пуска и останова участка, а также режимов аварийных блокировок;
- представление инженеру-технологу информации о ходе технологического процесса, так же предусмотрен вывод на печатающее устройство наиболее важной информации о процессе.
- информирование обслуживающего персонала о предаварийных и аварийных ситуациях

Разработанная система управления может работать как автономно, так и в составе АСУТП производства серной кислоты.

Критерием качества работы автоматизированной системы управления участка очистки остаточных газов в производстве серной кислоты является очистка отходящих газов по концентрациям  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $NH_3$  до заданных регламентных значений.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ПОДГОТОВКИ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ

Смирнов Р. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[roman.smirnov.9696@mail.ru](mailto:roman.smirnov.9696@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Применицкий П. Н. (ИГХТУ)

SCADA система (Supervisory Control And Data Acquisition) – это система сбора данных и оперативного диспетчерского управления, реализующая все основные функции визуализации измеряемой и контролируемой информации, передачи данных и команд системе контроля и управления.

Данная работа была выполнена на основе современной объектно-ориентированной SCADA- и SoftLogic-системы MasterSCADA. В работе представлена разработка автоматизированной системы диспетчерского управления узлом подготовки реакционной смеси. Узел состоит из двух объектов: смесителя с насосом и теплообменника с паровой рубашкой. Смеситель служит для приготовления смеси с заданным значением концентрации полезного компонента и использования этой смеси в теплообменнике; заданная концентрация смеси получается путем смешения исходной смеси и разбавителя. Теплообменник служит для нагрева полученной смеси за счёт конденсации пара, подаваемого в рубашку, и подачи нагретой смеси на следующую стадию производства. Основные параметры, подлежащие управлению и контролю: расход исходной и готовой смеси смесителя, расход разбавителя, концентрация исходной и готовой смеси смесителя; расход смеси на входе и выходе теплообменника, расход пара, температура смеси на входе и на выходе теплообменника.

Для узла подготовки было построено «дерево системы» и «дерево объекта»; для смесителя и теплообменника были разработаны свои мнемосхемы, на которых можно наглядно увидеть протекание технологических процессов; приведены алгоритмы динамизации мнемосхем; приведен пример создания аларма температуры в теплообменнике; построены два тренда, отображающих изменение температуры во времени; составлено руководство пользователя.

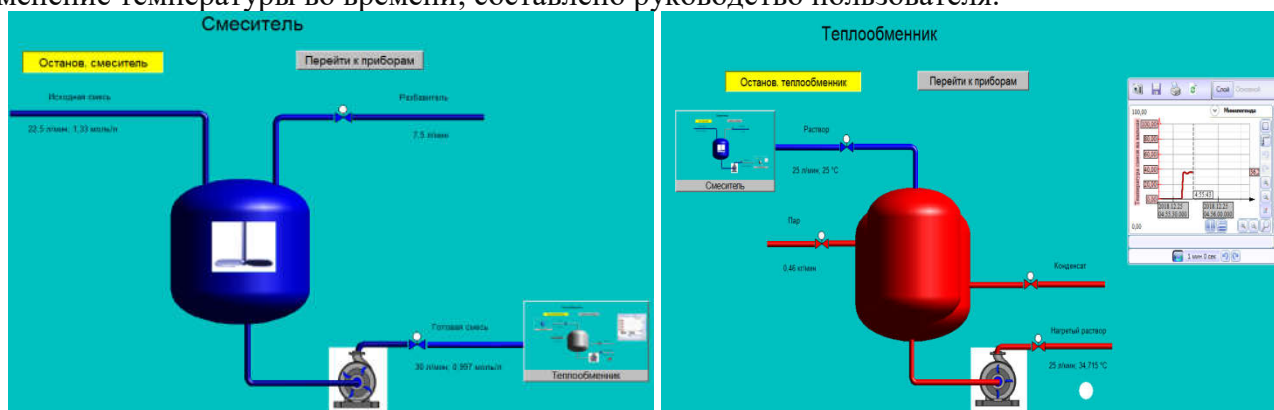


Рис. 1. Мнемосхема технологического процесса работы смесителя и теплообменника.

В дополнение к этим мнемосхемам, для удобства пользователя, была добавлена мнемосхема, на которую были вынесены все стрелочные приборы и графики по каждому параметру узла подготовки реакционной смеси. Кроме того, на этой мнемосхеме также реализована возможность перехода на остальные мнемосхемы, пуск каждого объекта по отдельности (смесителя или теплообменника) или пуск всего узла подготовки.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ СЕРНОГО АНГИДРИДА В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Смолин И.Л.

Ивановский государственный химико-технологический университет

smolin12345@gmail.com

Научный руководитель: доц. Грименицкий П.Н. (ИГХТУ)

Процесс абсорбции серного ангидрида является основной задачей при производстве серной кислоты. Участок абсорбции серного ангидрида состоит из следующего технологического оборудования: колонна осушки Т401; абсорбционные колонны Т402, Т403, Т404; циркуляционные баки; насосы циркуляционные; холодильники двухходовые; холодильники одноходовые.

Участок абсорбции серного ангидрида был проанализирован с точки зрения управления и выбраны параметры, подлежащие контролю и регулированию. Основными контурами являются:

- стабилизация концентрации раствора в циркуляционных баках;
- стабилизация уровня кубовой жидкости в циркуляционных баках.

Контролю подлежат следующие параметры: давление, расход и температура раствора на каждом из абсорберов; уровень в циркуляционных баках; давление на нагнетательных линиях насосов.

В работе осуществлен выбор комплекса технических средств, учитывающих особенности производства. В качестве контроллерной техники выбран отечественный конкурентоспособный контроллер МФК 3000 и составлена карта заказа на него.

Разработана схема автоматизации, позволяющая решить следующие задачи:

- обеспечить безопасное функционирование участка;
- стабилизировать заданные режимы технологического процесса очистки остаточных газов в производстве серной кислоты путем контроля технологических параметров и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы и регулирующие органы;
- обеспечение режимов пуска и останова участка, а также режимов аварийных блокировок;
- представление инженеру-технологу информации о ходе технологического процесса, так же предусмотрен вывод на печатающее устройство наиболее важной информации о процессе.
- информирование обслуживающего персонала о предаварийных и аварийных ситуациях

Разработанная система управления может работать как автономно, так и в составе АСУТП производства серной кислоты.

Критерием качества работы автоматизированной системы управления участка абсорбции серного ангидрида в производстве серной кислоты является очистка  $H_2SO_4$  до заданных регламентных значений.



# ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ РЕАКТОРА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОЙ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Соловьев Н. Е.

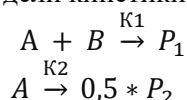
Ивановский государственный химико-технологический университет,  
www.isuct.ru, [kit.96@bk.ru](mailto:kit.96@bk.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г. В. (ИГХТУ)

В работе решается задача выбора конструктивного оформления реактора с точки зрения повышения выхода целевого продукта и минимизации капитальных затрат на оборудование. В качестве базовых конструкций рассматриваются реакторы ИС и ИВ.

Реальным объектом, приближенным к реактору ИС, может являться емкостной аппарат с механической мешалкой. В качестве реактора ИВ выбираем трубчатый аппарат типа «труба в трубе».

С математической точки зрения химическая реакция считается описанной, если записаны стехиометрические уравнения и уравнения модели кинетики. Исходная реакция имеет вид:



где  $K_1, K_2$  – скорости химических реакций;  $A$ - компонент А на входе;  $B$ - компонент В на входе;  $P_1, P_2$  -

Модель химической кинетики

$$\begin{aligned} \frac{dV}{d\vartheta} &= \vartheta_1 + \vartheta_2 - \vartheta \\ \frac{dV(C_A)}{d\vartheta} &= \vartheta_1 * C_A^{BX} + V(-k_1 C_A C_B - k_2 C_A) - \vartheta C_A \\ \frac{dV(C_B)}{d\vartheta} &= \vartheta_2 * C_B^{BX} + V(-k_1 C_A C_B) - \vartheta C_B \\ \frac{dV(C_{p1})}{d\vartheta} &= V(k_1 C_A C_B) - \vartheta C_{p1} \\ \frac{dV(C_{p2})}{d\vartheta} &= 0.5V(k_2 C_A) - \vartheta C_{p2} \end{aligned}$$

Исследования химической кинетики показали, что при изотермическом режиме ( $t = 80 \text{ }^\circ\text{C} = const$ ) выход целевого продукта  $P_1$  достигает 75% по истечению 450 минут.

При заданной нагрузке были рассчитаны необходимые рабочие объемы в случае использования реакторов ИС и ИВ.

Уравнения материальных балансов для условий статики реактора ИС имеют вид:

$$\begin{aligned} 0 &= v_1^0 + v_2^0 - v^0 \\ 0 &= v_1^0 C_{Aвх}^0 + V^0(-k_1 C_A^0 C_B^0 + k_2 C_A^0) - v^0 C_A^0 \\ 0 &= -v_2^0 C_B^0 + V^0(-k_1 C_A^0 C_B^0) - v^0 C_B^0 \\ 0 &= V^0(k_1 C_A^0 C_B^0) - v^0 C_{p1}^0 \\ 0 &= 0.5V^0(k_2 C_A^0) - v^0 C_{p2}^0 \end{aligned} \tag{2}$$

Результаты расчетов статики, свидетельствуют о том, что для достижения необходимой степени превращения потребуется аппарат объемом  $V_{ис} = 160 \text{ м}^3$ .

Время пребывания в реакторе идеального смешения:

$$\tau_{ис} = \frac{V_{ис}}{v} = \frac{160}{0,08} = 160 \text{ мин}$$

Система уравнений, описывающих условия статики для реактора идеального вытеснения идентична системе уравнений химической кинетики (1). Поэтому среднее время пребывания в реакторе идеального вытеснения определяется:

$$\tau_{ив} = \tau_{кин} = 450 \text{ мин}$$

Рассчитаем рабочий объем аппарата ИВ:

$$\tau_{ив} = \frac{V_{ив}}{v} \Rightarrow V_{ив} = \tau_{ив} \cdot v = 450 \cdot 0,08 = 36 \text{ м}^3$$

Таким образом, исследования показали, что использование реактора идеального вытеснения более эффективно, чем реактора идеального смешения.

# РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СМЕСИТЕЛЕМ

Соловьёв Н.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[kit.96@bk.ru](mailto:kit.96@bk.ru)

Научный руководитель: к.т.н., декан Грименицкий П.Н.(ИГХТУ)

В данной работе представлена разработка фрагмента автоматизированной системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления смесителем.

Основными параметрами, подлежащими контролю и управлению, являются: расход разбавителя, расход концентрата, уровень в аппарате, температура смеси на выходе смесителя.

Работа была выполнена с использованием современной объектно-ориентированной SCADA- и SoftLogic-системы MasterSCADA, разработанной компанией ИнСАР. Master SCADA-это самый современный, инновационный, мощный и удобный инструмент для быстрой и качественной разработки систем.

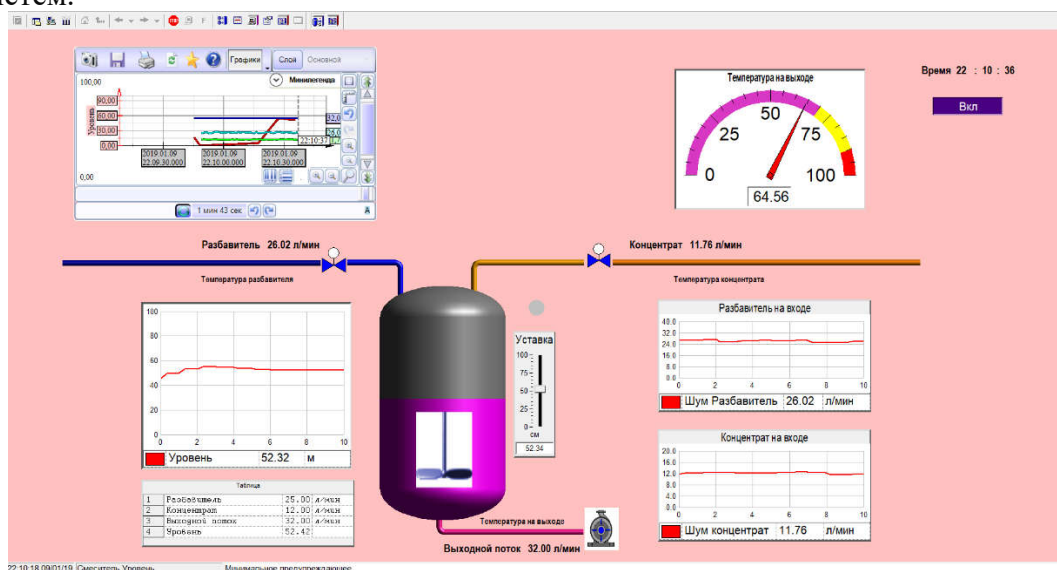


Рис. 1. Мнемосхема узла смешения.

Разработана технологическая структура АСУТП, создано дерево системы, дерево объекта, создана связь с ТесонОРС-сервером, выбран комплекс приборов и средств автоматизации. Создана мнемосхема узла смешения (рис. 1) и произведена её динамизация. На мнемосхеме отображены две задвижки мнемонические, которые установлены на соответствующих трубопроводах; отображены насос и мешалка, работа которых осуществляется нажатием кнопки с фиксацией; расположены приборы, которые отображают численные значения параметров температуры и расходов;

В проекте настроен Alarm для уровня в смесителе. Таким образом, при работе мнемосхемы в режиме отладки, в случае выхода параметра за значения регламента отображается сообщение, предупреждающее об аварии. Разработаны тренды для следующих измеряемых величин: температура, расход разбавителя, расход концентрата, расход на выходе из аппарата, уровень. Составлено руководство пользователя для оператора.

Модель предназначена для использования в учебном процессе любых образовательных учреждений.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ АППАРАТА ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Сустанов Г.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[GSustavov281997@yandex.ru](mailto:GSustavov281997@yandex.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доц. Невиницын В.Ю. (ИГХТУ)

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Все существующие и строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации.

Технологический процесс производства гранулированной аммиачной селитры состоит из нескольких стадий, а именно:

- 1) получение раствора аммиачной селитры;
- 2) его выпаривание до состояния высококонцентрированного плава;
- 3) гранулирование плава;
- 4) охлаждение гранул аммиачной селитры.

Для обеспечения высокого и стабильного качества продукта необходимо строгое соблюдение параметров технологического процесса согласно регламенту.

Обеспечение данного условия достигается применением автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), что позволяет с высокой точностью соблюдать технологию производства аммиачной селитры на всех этапах, начиная с получения раствора аммиачной селитры концентрацией (89 – 94) % в процессе нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком и заканчивая отгрузкой готового продукта, а также вести учёт расхода продукта на входе, оборотной воды, воздуха и других технологических параметров. При больших объемах выпуска продукции грамотная автоматизация является необходимой составляющей производства аммиачной селитры.

Наравне с другими стадиями технологического процесса очень важной составляющей является стадия охлаждения. Её автоматизация является предметом рассмотрения в работе. Главным технологическим параметром, характеризующим качество процесса охлаждения, является температура продукта на выходе. В ходе работы был составлен перечень параметров, подлежащих контролю и управлению, выбран комплекс технических средств автоматизации, спроектирована схема автоматизации участка охлаждения с применением современного гибридного контроллера HC900 американской корпорации Honeywell, составлена спецификация на приборы и средства автоматизации, разработана схема электропитания и пневмопитания.

Схемой автоматизации предусмотрено 11 контуров регулирования и 19 контуров контроля. Важнейшими контурами регулирования, определяющими качество технологического процесса, являются:

- 1) контуры регулирования уровня в загрузочном и разгрузочном бункерах;
- 2) контур регулирования оборотной воды прямой в общем трубопроводе на нагнетательной линии насоса;
- 3) контуры регулирования расхода оборотной воды прямой перед входом в каждую из 3-х теплообменных секций аппарата;
- 4) контур регулирования температуры оборотной воды обратной в общем трубопроводе на выходе из всех секций;
- 5) контур регулирования температуры осушенного воздуха, подаваемого в секции аппарата;
- 6) контуры регулирования расхода осушенного атмосферного воздуха на входе во 2-ую и 3-ю теплообменные секции аппарата.

Кроме того, разработан пользовательский интерфейс системы диспетчерского управления и сбора данных. Проект разработан с применением современной объективно-ориентированной SCADA-системы MasterSCADA, позволяющей вести контроль за ходом технологического процесса в реальном времени. Разработана структура проекта (дерево объектов и системы), проведена настройка элементов дерева объектов, разработана статистическая мнемосхема участка охлаждения.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОТДЕЛЕНИЯ СУШКИ И ГРАНУЛЯЦИИ АММОФОСА

Тарасов Г.М.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru) Научный руководитель: к.т.н., доцент Гримицкий П. Н. (ИГХТУ)

Данная работа посвящена разработке фрагмента АСУТП отделения грануляции и сушки аммофоса. Участок гранулирования и сушки пульпы аммофоса характеризуется заключительным этапом в производстве гранулированного аммофоса.

При разработке проекта использовалась SCADA и SoftLogic-система отечественной фирмы InSAT – MasterSCADA. Данная система предназначена для создания АСУТП, MES-систем, а также решения задач учета и диспетчеризации объектов промышленности, ЖКХ и автоматизации зданий..

Основными параметрами, подлежащими контролю и управлению, являются: давление природного газа после ГРУ, давление воздуха перед горелкой, температура топочных газов на выходе из многорежимного газового теплогенератора ТГМ-8, давление внутри многорежимного газового теплогенератора ТГМ-8, температура дымовых газов на выходе из БГС, температура продукта на выходе из БГС, расход дымовых газов, влажность продукта, температура продукта на выходе из БГС.

Разработана система автоматизации технологическим процессом. Создано «дерево системы» и «дерево объекта». В соответствии с описанием работы технологического процесса и с развернутой схемой автоматизации объекта управления предложена динамизированная мнемосхема технологического процесса рассматриваемого участка (рис. 1.). Для удобства анализа информации графические зависимости некоторых параметров вынесены на отдельную мнемосхему. Переход между мнемосхемами осуществляется по специальным кнопкам. Реализована система трендов и алармов с индикаторами и всплывающими сообщениями. Составлено руководство пользователя для оператора (технолога, диспетчера) с целью обеспечения удобства работы в проекте.

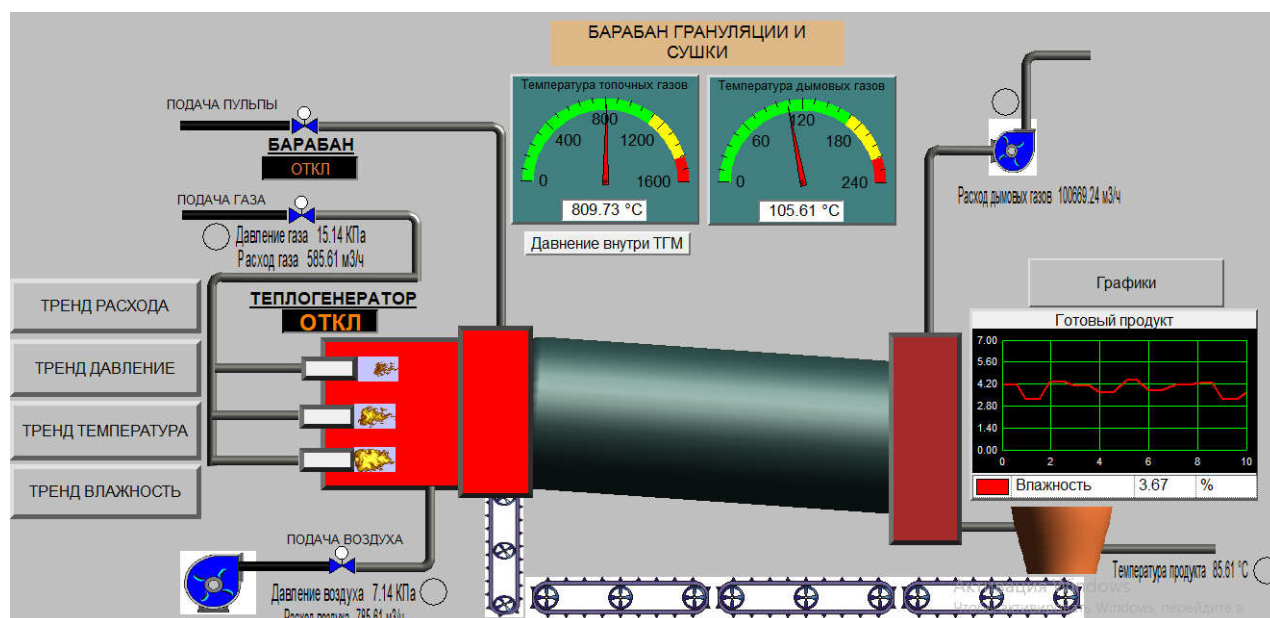


Рис. 1. Мнемосхема технологического процесса рассматриваемого участка.

# КАЧЕСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОДНОКОНТУРНОЙ И КАСКАДНОЙ САР

Тимовский А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[7andrej7andrej7@mail.ru](mailto:7andrej7andrej7@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доц. Головушкин Б. А.

Задача заключается в сравнении работы одноконтурной и каскадной систем автоматического регулирования в объектах с большой инерционностью.

Для автоматизации объектов, обладающих большой инерционностью по каналу регулирования применяют каскадные системы автоматического регулирования, если можно выбрать менее инерционную по отношению к наиболее опасным возмущениям промежуточную координату и использовать для неё то же регулирующее воздействие, что и для основного выхода объекта [1].

В этом случае в систему регулирования (рис.2) включают два регулятора - основной (внешний) регулятор, и вспомогательный (внутренний) регулятор.

Одноконтурная и каскадная САР могут быть представлены в таком виде (рис.1., рис.2.)

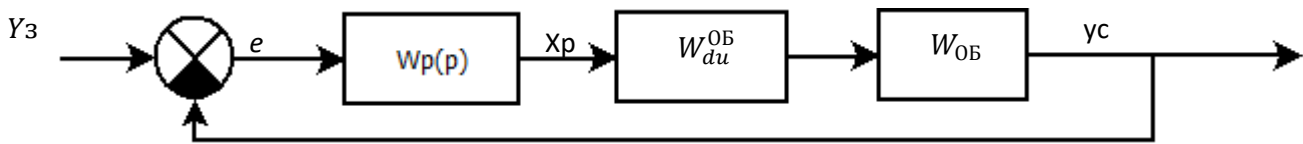


Рис.1. Схема одноконтурной САР

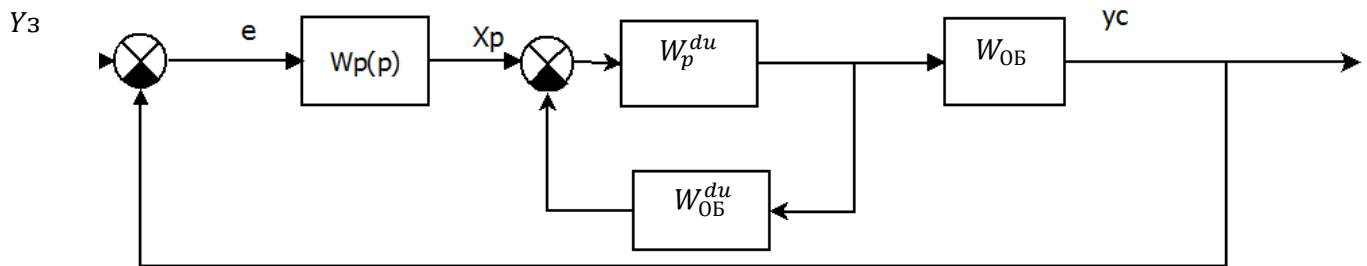


Рис.2 Каскадная схема САР

Теоретическое сравнение одноконтурных и каскадных САР показывает, что вследствие более высокого быстродействия внутреннего контура в каскадной САР должно привести к повышению качества переходного процесса.

Проведено имитационное моделирование работы приведенных систем управления в системе компьютерной математики MftLab. При подаче на обе схемы одинаковых воздействий, получили меньшее время регулирования в каскадной САР по сравнению с одноконтурной САР, что подтверждает эффективность использования данной схемы в системах с большой инерционностью.

1. Автоматическое управление в химической промышленности: Учебник для вузов. Под ред. Е.Г. Дудникова. – М.; Химия, 1987. 368с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Феликс В.Ж.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[wagbamidele@hotmail.com](mailto:wagbamidele@hotmail.com)

Научный руководитель: ст. преп. Ерофеева Е.В. (ИГХТУ)

Современный молочный рынок России характеризуется высоким уровнем конкурентной борьбы, победителями в которой выходят компании, внедрившие в производство передовые управленческие и технологические схемы, важнейшими составляющими которых выступают автоматизированные системы управления производством.

В работе рассмотрена действующая технологическая схема по производству кисломолочных продуктов, в которой можно выделить следующие этапы: приемка молока; охлаждение и очистка молока от механических примесей; сепарация молока для разделения цельного молока на сливки и обезжиренное молоко; нормализация молока путем смешивания обезжиренного молока и сливок в определенном соотношении; пастеризация молока, сквашивание продукта и получение кефира, а также смешивание кефира с различного рода наполнителями.

Технологическая схема была проанализирована с точки зрения управления и выбраны параметры, подлежащие контролю и регулированию. Осуществлен выбор современного конкурентоспособного комплекса технических средств с применением микропроцессорной техники.

В качестве датчиков применены в основном бесконтактные датчики:

- электромагнитный расходомер SITRANS F M MAGFLO MAG 1100;
- инфракрасный анализатор Bentley 2000;
- датчик давления PY 9000;
- датчик температуры TFP;
- вибрационный датчик предельного уровня FTL50H-AEE2AC2G;
- тензодатчик STA и т.д.

В качестве регулирующих органов клапаны малогабаритные регулирующие КМР.Э, регулирующее-отсечные КМРО.Э и отсечные КМО.Э фирмы «ЛГ Автоматика»

Разработана схема автоматизации, позволяющая:

- поддерживать заданный технологический режим;
- обеспечивать высокую точность соблюдения параметров технологий, рецептур, дозировки компонентов;
- контролировать качество продукции на основных этапах;
- отслеживать количество и ассортимент продукции, оперативно изменять их;
- получать в оперативном режиме комплексную информацию о производстве для последующего технико-экономического анализа, для чего разработана автоматизированная система диспетчерского контроля и управления с использованием системы Master SCADA.

Разработанная система управления может работать как автономно, так и в составе АСУТП молочного производства в целом.. Кроме того, обеспечена, в случае необходимости, возможность развитие системы.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО КОНЦЕНТРАТА

Чернышов В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[Chernyshov-1997@inbox.ru](mailto:Chernyshov-1997@inbox.ru)

Научный руководитель: доц. Грименицкий П.Н. (ИГХТУ)

Автоматизация технологических процессов является одним из главных факторов повышения производительности на производстве. Все существующие и строящиеся промышленные объекты в большей или меньшей степени оснащаются средствами автоматизации.

Технология процесса производства карбамидоформальдегидного концентрата включает следующие основные стадии:

- подготовка реакционной смеси;
- подготовка заоложенной воды;
- окисление метанола и охлаждение продуктов реакции;
- абсорбция контактных газов;
- ректификация формалина-сырца;
- стандартизация формалина;

Для обеспечения высокого и стабильного качества продукта необходимо строгое соблюдение параметров технологического процесса согласно регламенту.

Обеспечение данного условия достигается применением автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), что позволяет с высокой точностью соблюдать технологию производства карбамидоформальдегидного концентрата на всех этапах, начиная с процесс подготовки реакционной смеси, абсорбция контактных газов, отправки готового продукта. При больших объемах выпуска продукции грамотная автоматизация является важной частью производства карбамидоформальдегидного концентрата.

Все стадии в производстве карбамидоформальдегидного концентрата важны, но одной из самых главных стадий является стадия абсорбции контактных газов. Её автоматизация будет являться предметом рассмотрения в работе. Главным технологическим параметром, характеризующим качество процесса абсорбции, является температура продукта на выходе. В ходе работы был составлен перечень параметров, подлежащих контролю и управлению, выбран комплекс технических средств автоматизации, спроектирована схема автоматизации участка абсорбции контактных газов с применением современного гибридного контроллера Simatic s7 300, составлена спецификация на приборы и средства автоматизации.

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СТАДИЕЙ ПОДГОТОВКИ РЕАГЕНТА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

Чиркова А.В., Таланова Е.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[chirkovanastyav@mail.ru](mailto:chirkovanastyav@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г.В. (ИГХТУ)

Цель работы: исследование технологического процесса как объекта управления методом математического моделирования и синтез работоспособной многомерной системы автоматического управления.

На первом этапе исследований был проведен анализ технологической схемы, включающей в себя емкостной теплообменник с рубашкой и химический реактор. В теплообменнике осуществляется предварительный подогрев исходного реагента, в реакторе непосредственно реализуется сложная химическая реакция. Разработаны концептуальная и математическая модели протекающих технологических процессов, проведено численное моделирование. Исследованы статические и динамические свойства объекта на стадии подготовки. Результаты моделирования послужили исходными данными для второго этапа исследований - построения системы управления емкостным теплообменником с рубашкой.

Задачи системы управления и автоматизации стадии подогрева заключаются в обеспечении:

- 1) заданного значения температуры на выходе из теплообменника;
- 2) стабилизации уровня жидкости в аппарате и уровня конденсата в рубашке, при использовании в качестве теплоносителя насыщенного пара.

Поддержание заданного значения температуры может осуществляться путем реализации следующих систем регулирования: 1) САР по отклонению регулируемой величины; 2) САР соотношения расходов входящих потоков с коррекцией по третьему параметру; 3) каскадно-связанной регулирование температуры.

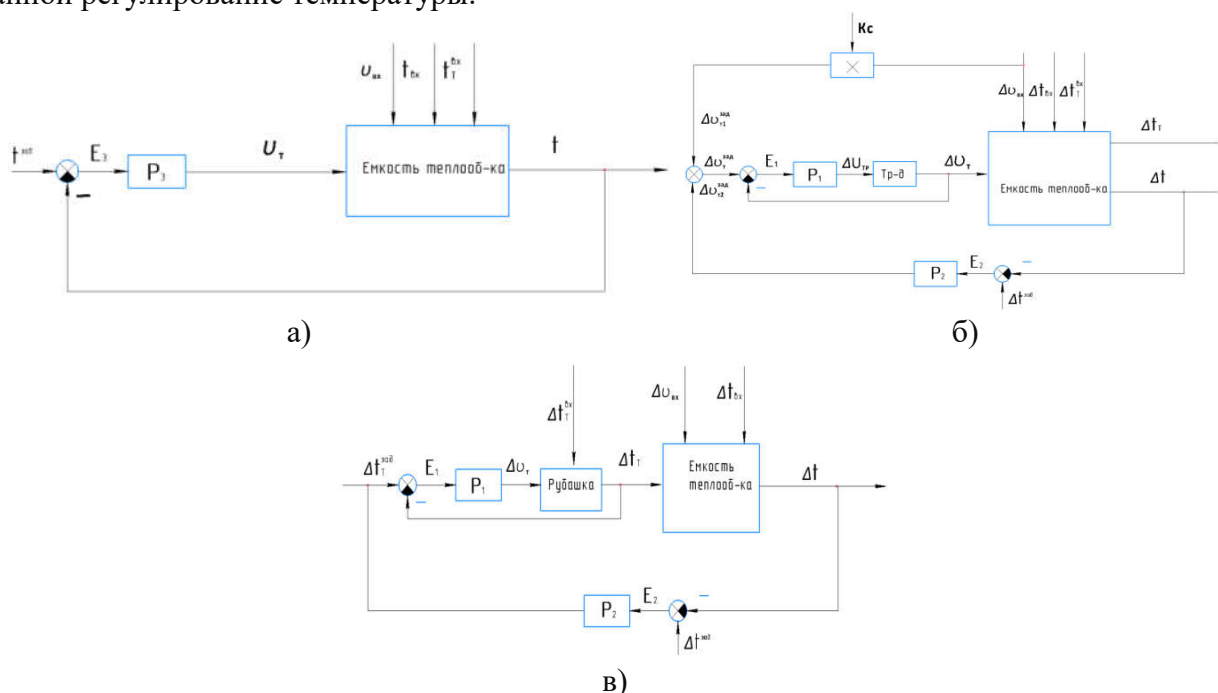


Рисунок – Структурные схемы САР: а) САР по отклонению регулируемой величины; б) САР соотношения расходов входящих потоков с коррекцией по третьему параметру; в) каскадно-связанной регулирование температуры.

В ходе исследований разработаны структурные схемы предложенных систем управления (см. рисунок), выбран алгоритм управления и составлены математические модели. Выполнена параметрическая идентификация. Проведено численное моделирование предложенных систем управления и дана их сравнительная характеристика.



# КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕЛЕЙНО-ИМПУЛЬСНОГО РЕГУЛЯТОРА

Шашкова Е.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru),  
[tka@isuct.ru](mailto:tka@isuct.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доц. Самарский А.П. (ИГХТУ)

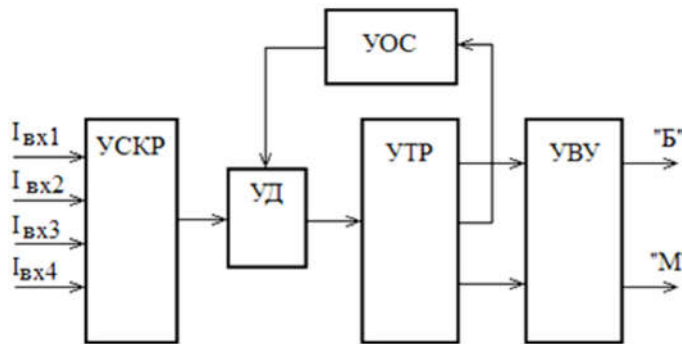


Рис.1. Структура релейно-импульсного регулятора

Типовой релейно-импульсный регулятор реализует импульсный принцип управления исполнительным устройством и преобразует входное рассогласование в скважность управляющих импульсов по пропорционально-дифференциальному алгоритму. Регулятор включает в себя следующие узлы:

УСКР – суммирования и кондуктивного разделения; УД – демпфирования; УТР – триггеров; УВУ – выходных усилителей; УОС – обратной связи.

В данной работе компьютерное моделирование функционирования релейно-импульсного регулятора выполнено в среде программирования LabVIEW. Реализация основных узлов регулятора в LabVIEW представлена в таблице

Узел	Блок-диаграмма	Лицевая панель
Демпфирования		
Триггеров		
Обратной связи		

УСКР при компьютерном моделировании не рассматривается, поскольку сигналы приходят не с предыдущих приборов, а задаются с лицевой панели. УВУ также можно пренебречь в связи с отсутствием надобности в нем при реализации регулятора в виде виртуальной модели.

## Секция «Текстиль будущего»

## МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ НАТУРАЛЬНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ПИРЕТРОИДОВ ДЛЯ АКАРИЦИДНО – РЕПЕЛЛЕНТНОЙ ОТДЕЛКИ

Авакова Е.О, Липина А.А, Есина О. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

email: avakova\_katya@mail.ru

Научный руководитель: д. т. н., Одинцова О.И (ИГХТУ)

Микрокапсулирование как система доставки лекарственных препаратов, ферментов, БАВ и других веществ, зарекомендовало себя в различных областях промышленности. Методы, используемые для производства капсул, варьируются от простых операций смешивания до сложных систем полимерного покрытия. В настоящее время внедрение новой технологии микрокапсулирования текстиля позволит получить совершенно уникальный продукт, с потрясающими качественными и функциональными показателями.

В текстильной промышленности одно из главных направлений биоцидной защиты человека с помощью специально обработанных текстильных материалов – это профилактика инфекционных заболеваний, вызываемых их переносчиками, в особенности кровососущими насекомыми, как в быту, так и в профессиональной деятельности. Актуальность таких разработок определяется недостаточной эффективностью традиционных методов защиты от насекомых.

Применение метода микрокапсулирования для интеграции в структуру текстильного материала капсул, содержащих акарицидно – репеллентное вещество, позволит обладать ему заданными свойствами и обеспечивать эффективную защиту человека от кровососущих насекомых.

Цель исследования заключалась в изучении влияния свойств натуральных и синтетических пиретроидов на эффективность их эмульсионного нано- и микрокапсулирования.

Разработана методика получения наноэмульсии, включающая альфа-ципериметрин, эфирное масло, эмульгаторы и стабилизатор, обеспечивающая достижение размеров капсул в нанометровом диапазоне.

Методом оптической микроскопии и динамического рассеивания света изучено влияние скорости перемешивания раствора, стабилизирующих веществ (при заданной скорости перемешивания), а также воздействие времени перемешивания на внешний вид и размер капсул в эмульсии.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что скорость перемешивания растворов влияет на форму и размер микрокапсул. При низкой скорости перемешивания образуется значительное количество агрегатов капсул, средний размер микрокапсул варьируется от 20 – 1000 нм. При высокой скорости перемешивания средний размер микрокапсул снижается до 5 – 20 нм. Показано, что оптимальная скорость перемешивания в процессе формирования микрокапсул составляет 3000 – 5000 об/мин.

Проведён синтез нанокапсул с би- и тетрослойной оболочкой и подобран стабилизатор дисперсии. Увеличение слоев оболочки капсул приводит к образованию в системе большего скопления агрегатов с течением времени и увеличению размера частиц. Изучено влияние органических и неорганических веществ на процесс агрегации капсул в дисперсии. Показано, что наиболее эффективно в качестве стабилизаторов действуют многоатомные спирты и неорганические соли. Образовавшиеся агрегаты наночастиц би – и тетрослойных капсул разрушаются в присутствии неорганической соли-стабилизатора, что приводит к разукрупнению и уменьшению размеров частиц в дисперсии.

Методом оптической микроскопии показано, что в стабилизированных дисперсиях практически все би – и тетрослойные нанокапсулы находятся в свободном состоянии и не образуют агрегатов. Размеры частиц нанокапсул варьируются от 2 до 16 нм.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛКИ БАВ

Антонова А.С., Носкова Ю.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

anastasiaantonova6814@gmail.com

Научный руководитель: д. т. н., профессор Одинцова О.И. (ИГХТУ)

В настоящее время актуальным является создание технологии нанокапсулированных биологически активных веществ (БАВ), обладающих противомикробным, иммуностимулирующим, противогрибковым, антисептическим и противовоспалительным действием с последующим их нанесением на текстильные носители.

Целью исследования является разработка технологии отделки текстильного материала нанокапсулированными биологически активными маслами жожоба и розмарина.

В процессе капсулирования БАВ, применяли поверхностно-активные вещества различной химической природы и биосовместимые катионные и анионные полиэлектролиты. В роли положительно заряженного полиэлектролита опытным путем был выбран хитозан. В качестве отрицательно заряженных полиэлектролитов был опробован ряд препаратов, а именно: альгинат натрия, ксантановая камедь, гуаровая камедь и камедь акации.

В процессе исследования подобрана оптимальная технологическая проводка приготовления наноэмульсии. Определены значимые показатели, характеризующие эмульсию: размер частиц, агрегативная устойчивость и дзета-потенциал. Измерения размеров частиц и дзета-потенциала производили на приборе Photocor Compact-Z, принцип работы которого основан на явлении динамического рассеяния света. Выявлено влияние природы анионного полиэлектролита на устойчивость наноэмульсий. Установлено, что ксантановая камедь и альгинат натрия обеспечивают высокую агрегативную устойчивость систем, при этом дзета- потенциалы данных эмульсий приближены к  $-30$  mV. Характеристики исследуемых эмульсий приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние природы полиэлектролита на размер капсул и агрегативную устойчивость наноэмульсии

№	Анионный полиэлектролит в составе эмульсии	Концентрация, г/л	Агрегативная устойчивость, (час/сутки)	Дзетта потенциал, (mV)	Размер частиц, (нм)
1	Ксантановая камедь	5	Система устойчива, на протяжении 30 дней расслоения не наблюдалось	-25.86	100,7
3	Гуаровая камедь	5	Система устойчива, на протяжении 30 дней расслоения не наблюдалось	-19.66	120,5
3	Акации камедь	5	Система не устойчива, в течение 24 часов выпадает осадок	-0.66	87,93
4	Альгинат натрия	2,5	Система устойчива, на протяжении 30 дней расслоения не наблюдалось	-26,68	102,

Иммобилизацию капсул на текстильном материале проводили с использованием метода «Layer-by-layer». Это один из наиболее простых и дешевых способов создания наноразмерных пленок с дополнительными функциональными свойствами, который позволяет формировать тончайшие пленки (5 – 500 нм) заданной толщины и требуемого состава из большого количества разнообразных систем, чувствительных к внешним воздействиям.

Приготовленные образцы хлопчатобумажной ткани обрабатывали препаратом, содержащим нанокапсулированные БАВ при температуре 20<sup>0</sup>С, отжимали на плюсовке до привеса 80-100% и сушили в сушильном шкафу, после чего закрепляли поочередно растворами разноименно заряженных полиэлектролитов.

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КАРБОНИЗАЦИИ ШЕРСТИ

Бобылев Н.С.

*Ивановский государственный химико-технологический университет,*

*[Bobis13@mail.ru](mailto:Bobis13@mail.ru)*

*Научный руководитель к.т.н., доцент Смирнова С.В.*

Экономические условия, сложившиеся в России в последние годы, ставят шерстяную отрасль легкой промышленности перед необходимостью поиска новых путей повышения конкурентоспособности продукции.

Существующие в настоящее время технологии отделки шерстяного волокна неизбежно связаны с повреждением кератина в результате кислотного гидролиза, окислительной деструкции и других побочных реакций. Задача максимального сохранения комплекса уникальных потребительских свойств дорогостоящего сырья должна быть решена в первую очередь при разработке способов интенсификации отделочных процессов.

Необходимо отметить, что отечественная шерсть, значительную часть которой составляет грубая, имеет низкое качество и характеризуется высокой засоренностью – остатками травы, семян и т.д. Присутствие в шерсти целлюлозных примесей создает ряд трудностей. Наиболее полное удаление растительных засоренностей возможно только при специальной химической обработке – карбонизации.

Целью работы явилась разработка способа карбонизации шерстьсодержащих текстильных материалов, обеспечивающего практически полное удаление растительных засоренностей и сохранение прочностных свойств шерсти. Высокая эффективность процесса достигается путем использования на стадии карбонизации низкочастотных ультразвуковых волн. В работе исследовано влияние условий ультразвуковой обработки на степень очистки шерсти от растительных засоренностей, на прочностные характеристики карбонизованного волокна и на результаты последующего крашения шерсти металлсодержащими красителями. Установлено, что использование ультразвука в карбонизации позволяет значительно снизить содержание серной кислоты в рабочей ванне (при достижении практически полной очистки от растительных засоренностей) и сократить степень повреждения шерсти, что позволяет снизить обрывность шерсти в прядении и ткачестве. Кроме того, показано, что ультразвуковая обработка волокна перед крашением позволяет в несколько раз повысить скорость и степень выбирания исследованных красителей из красильной ванны.

## ВЛИЯНИЕ ПАВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КРАШЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ ВИНИЛСУЛЬФОНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Джумаева А.Э., Быков Ф.А., Корчаго Т.В., Дмитриева М.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[dzhumaeva9797@mail.ru](mailto:dzhumaeva9797@mail.ru)

Научный руководитель: Старший научный сотрудник Владимирцева Елена Львовна

Работа посвящена исследованию эффективности использования поверхностно-активных веществ (ПАВ) при периодическом крашении активными красителями отбеленных льняных текстильных материалов с поверхностной плотностью 130-150 г/м<sup>2</sup>, имеющих капиллярность 60-65 мм/ч, и смачиваемость более 6 с.

В качестве объектов исследования были выбраны активные винилсульфоновые красители импортного производства Triactive Brilliant Blue R Special (колор-индекс Reactive Blue 19) и Triactive Red RB (колор-индекс Reactive Red 198). В красильную ванну также вводили ПАВ, отличающиеся химической природой (анионоактивные, катионоактивные, неионогенные и комплексные препараты, включающие в себя смесь различных поверхностно-активных веществ) и назначением (эмульгаторы, выравниватели, смачиватели).

В состав красильного раствора кроме красителя (0,5 вес.%) и ПАВ (1 вес. %) входил карбонат натрия (1 вес.%), в процессе крашения в красильную ванну также вводили хлорид натрия (5 вес.%). Крашение начинали при температуре 40 °С, постепенно доводя ее до (75-80 °С). По окончании крашения образец промывался холодной проточной водой, затем тёплой (60 °С) водой и холодной водой. Критериями эффективности использования поверхностно-активных веществ служили: интенсивность окраски (K/S) и ровнота. Полученные в ходе эксперимента данные представлены в таблице.

Таблица - Показатели эффективности крашения активным красителем Triactive Red RB с различными ПАВ

Класс ПАВ	Наименование ПАВ	Интенсивность окраски, K/S		Коэффициент вариации
		арт. 00С6	арт. 2С64	
	Без ПАВ	7.8	8.64	8.23
Анионоактивные	Диспергатор НФ	9.23	9.78	4.18
	Диспергатор №3	9.23	9.66	5.22
	Диспергатор СС-2	8.29	10.26	5.40
	Диспергатор НС-94	8.29	8.29	3.58
Неионогенные	Неонол АФ 9/6	9.02	9.44	6.95
	Неонол АФ 9/10	8.83	10.65	11.17
	Феноксол БВ	8.12	7.96	9.33
	Моноэтаноламид	8.93	11.52	9.71
Комплексные	Коллазол	7.65	8.12	2.57
	Смачиватель ХТ	7.65	8.29	2.30
	Смачиватель ЭМ-3П	8.64	7.73	2.52

Как видно из таблицы, лучшие результаты по интенсивности и равномерности окрасок были получены с препаратом Коллазол и смачивателями ХТ и ЭМ-3П. Все эти ПАВ являются композиционными и содержат в своем составе как анионоактивные так и неионогенные вещества в сочетании с эффективными добавками.

Таким образом, в ходе работы установили, что при периодическом крашении активными красителями льняных текстильных материалов для получения окрасок с высокой равномерностью и интенсивностью необходимо использовать комплексные препараты, имеющих в своём составе как неионогенные, так и анионоактивные составляющие.

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ ПО ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ МАТЕРИАЛАМ В ПРИСУТСТВИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ

Зеленкова Т.Н., Темирсултанова А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

E-mail: [ovk-56@mail.ru](mailto:ovk-56@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент О.В. Козлова (ИГХТУ)

Традиционно переводную печать сублимационным способом реализуют на синтетических волокнах, преимущественно полиэфирных в силу высокого сродства дисперсных красителей к волокну. Печать этим способом по целлюлозным тканям с качественным полноценным переносом красителя в волокно возможна только после предварительной модификации ткани.

Целью работы явилось изучение возможности и эффективности использования полимеров-модификаторов акриловой и уретановой природы отечественного производства в качестве модификатора под переводную термопечать. А также изучении влияния полимерного пленкообразующего слоя, предварительно нанесенного на ткань, на колористические показатели окрасок дисперсными красителями, переведенными с подложки на ткань; определении оптимальной концентрации красителя в печатной краске и технологических параметров переноса.

Многочисленные исследования показали, что важными свойствами, определяющими пригодность полимера для модификации текстильного материала, являются эластичность, прозрачность, прочность образующейся на поверхности ткани пленки, которые в немалой степени зависят от строения, свойств и мономерного состава сополимеров.

Ранее проведенные исследования по изучению свойств текстильных материалов, обработанных полимерами [1,2], позволили из всего многообразия выбрать полимерные препараты, лучшим образом отвечающие требованиям к набивным тканям бытового назначения. Эти требования сводятся к тому, чтобы не только обеспечить прочную фиксацию красителя на ткани, но и придать мягкий гриф при наименьшем возможном пожелтении обработанного материала.

Разработаны совместно с ООО «Сван» и прошли серию промышленных испытаний при колорировании и отделке текстиля препараты Ларус-33,20 и 21, Рузин-33 и 14И и др.

Склонность дисперсных красителей к сублимации зависит от химического строения красителей, степени дисперсности, характера кристаллической формы. С ростом молекулярной массы, снижением степени дисперсности, повышением энергии кристаллической решетки склонность к сублимации снижается и соответственно повышается температура, при которой начинается сублимация.

С целью создания триад красителей для составления широкой гаммы цветов выбраны дисперсные красители, обладающие наиболее высокой сублимационной способностью: дисперсный желтый ЖЛ, дисперсный алый Ж, дисперсный синий К п/э и дисперсный темно-зеленый. С целью получения надежности воспроизводимой гаммы цветов и создания отечественных композиций для переводной бумаги на основе триады цветов ПГЖ проведены исследования по оценке совместимости красителей. При изменении температурно-временных условий переноса красителя в волокно показателем совместимости красителей можно считать неизменность такого показателя, как цветовой тон. Показано, что используемые сочетания цветов из выбранной триады красителей удовлетворяют требованиям совместимости.

1. Меленчук, Е. В. Использование дисперсий акриловых полимеров при печати тканей пигментами / Е. В. Меленчук, О. В. Козлова, А. А. Алешина // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. - 2011. - Т. 54. - № 1. - С. 13-20.
2. Алешина, А.А. Применение отечественных акриловых препаратов в пигментной печати / А.А. Алешина, О.В.Козлова: // Межвуз. конф. студ. и асп. «Поиск-2009». – сб. тез. докл., ИГТА. - Иваново, -2009. – С.41-43.

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Исполатова Г. С., Стецюра А.О.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Gispolatowa2011@yandex.ru  
Научный руководитель: д. т. н., профессор Одинцова О.И. (ИГХТУ)

Методы микрокапсулирования позволяют получить частицы различных размеров - от долей микрона до сотен микрон. Среди подобных систем особо следует отметить полиэлектролитные микрокапсулы (ПЭМ), значимым свойством которых является полупроницаемость оболочки, которая может пропускать небольшие молекулы, но задерживает высокомолекулярные соединения. Это позволяет рассматривать ПЭМ как основной способ иммобилизации белков (АФБ) и высокомолекулярных биологически активных веществ (БАВ), когда полупроницаемая оболочка микрокапсулы отделяет водный раствор субстрата от раствора белка и таким образом защищает его от негативного внешнего воздействия [1,2].

Наиболее приемлемыми с практической точки зрения является синтез нанокapsул с использованием темплатов, где для формирования ПЭМ используются микрочастицы карбоната кальция. Для разложения неорганических коллоидных частиц  $\text{Ca}_2\text{CO}_3$  не требуется органических растворителей, что обеспечивает экологичность процесса и можно не опасаться токсического действия продуктов распада. Поскольку, получаемые микрокапсулированные препараты планируется использовать в медицинской практике, то для формирования капсулы использовали биосовместимые поликатионы и полианионы, к которым относятся альгинат натрия, хитозан, ксантановая камедь, гуаровая камедь и другие.

Разработана методика экспресс – анализа выделения БАВ из капсулы. В качестве модельного соединения был выбран дихлортриазинный краситель активный ярко-красный 5 СХ, что позволяет определить выделение красителя из капсулы спектрофотометрическим способом.

На неорганические темплаты  $\text{CaCO}_3$  наносили последовательно, в соответствии с принятой методикой, полиэлектролитные слои хитозана и ксантановой камеди. Темплаты растворили в 0,2М растворе ЭДТА, промывали и добавляли в систему красящее вещество. Проницаемость капсулы регулировали введением этилового спирта, так как известно, что органические растворители способствуют увеличению проницаемости капсулы [3].

Изучено влияние, условий иммобилизации гексаслойных капсул на скорость выделения капсулируемого вещества. Показано, что максимальная скорость выделения вещества достигается при использовании в качестве закрепителя хитозан, минимальная скорость выделения характерна для капсул, закрепленных на текстильном материале с помощью ксантановой камеди.

1. Блынская Е. В., Алексеев К. В., Аляутдин Р. Н. Перспективы развития фармацевтической нанотехнологии // Российский хим. журнал. – 2010 – № 6 – С.38-44.

2. Кролевец, А.А. Применение нано- и микрокапсулирования в фармацевтике и пищевой промышленности / А.А. Кролевец, Ю.А. Тырсин, Е.Е. Быковская// Вестник Российской академии естественных наук. – 2013. - № 1. – С. 77-84.

3. Марченко, И.В. Модификация полиэлектролитных капсул наночастицами серебра и молекулами красителей и перенос энергии фотовозбуждения в этих системах: дис. ... канд. ф.-м. наук/И. В. Марченко. – Москва, 2012. – 114с.



# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ И ПИЛЛАРНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ В ПРОЦЕССАХ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА

Кравченко М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

a\_a\_a\_4@mail.ru

Научный руководитель: к.т.н., ст.н.с. Владимирцева Е.Л. (ИГХТУ)

Работа продолжает серию исследований, направленных на изучение эффективности использования в отделочном производстве нетрадиционных для текстильной промышленности веществ и технологий, позволяющих комплексно модифицировать свойства материалов, снизить потребление дорогостоящих и опасных химикатов, уменьшить промышленные выбросы и сократить производственные расходы.

На кафедре ХТВМ ИГХТУ предложен способ обработки шерстяного волокна водной дисперсией нерастворимых алюмосиликатов, к которым в первую очередь относятся природные глинистые минералы. Их предварительно измельчают, погружают шерсть в дисперсию и с помощью шейкер-установки при комнатной температуре добиваются равномерного распределения и фиксации микрочастиц на поверхности волокна. Специфика строения шерстяного волокна, имеющего поверхностный чешуйчатый слой, амфотерный аминокислотный состав кератина обуславливает возможность фиксации на его поверхности мелкодисперсной фракции алюмосиликатов, что создает условия для защиты шерстяного волокна от неблагоприятных внешних воздействий, придает ему био- и светостойкость. Технология является чистой и безотходной.

Проведенные ранее исследования показали, что протекторные свойства алюмосиликатов по отношению к шерстяному волокну определяются в первую очередь присутствием в них в качестве примесей соединений металлов. Например, для увеличения светостойкости материала, его следует обработать глинами, содержащими от 2 до 10 % оксида титана ( $TiO_2$ ).

Чтобы усилить защитное действие предложили проводить обработку волокна дисперсией модифицированных минералов, т.е. искусственно обогащенных необходимыми элементами. В качестве объекта исследования использовали  $TiO_2$ -пилларный монтмориллонит, полученный интеркаляционными методами с использованием как гидротермальной активации интеркаляции, так и сочетания гидротермального воздействия и механической активации исходной слоистой матрицы. Для сравнения образцы шерсти также были обработаны природными алюмосиликатами – Бентонитом и глинами Часов-Ярской и Веселовской, которые максимально проявляют защитные свойства по отношению к био- и УФ-воздействиям.

Полученные результаты показали, что образцы шерсти, обработанные модифицированными алюмосиликатами, менее подвергаются повреждениям от воздействия УФ-излучения и микроорганизмов. Вероятно, это связано с тем, что у пилларных алюмосиликатов в межслоевом пространстве, сформированы частицы-пилларов  $TiO_2$ , представляющих собой смесь анатаза и рутила, с более высокой степенью кристалличности. Благодаря чему микрочастицы порошка пилларной глины лучше фиксируются на волокне и при этом увеличивается их отражательная способность.

В работе выполнен сравнительный анализ эффективности сорбции шерстяным волокном микрочастиц исходного и  $TiO_2$ -пилларного монтмориллонита. Установлена взаимосвязь между характером заполнения микро- и макродефектов структуры волокнистого материала наночастицами  $TiO_2$ -пилларных материалов и уровнем модификации свойств текстильной матрицы. Выбраны оптимальные условия получения композитов на основе кератин содержащих волокон и  $TiO_2$ -пилларного монтмориллонита.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКАПСУЛ АКАРИЦИДНО-РЕПЕЛЛЕНТНОГО ВЕЩЕСТВА

Липина А.А, Есина О. А., Смирнова А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
prohorova.a94@yandex.ru

Научный руководитель: д. т. н., профессор Одинцова О.И. (ИГХТУ)

В настоящий момент одними из наиболее востребованных являются «умные» материалы, обеспечивающие эффективную защиту человека от кровососущих насекомых в течение длительного времени (акарицидно-репеллентная отделка). Это связано с тем, что с каждым годом возрастает проблема защиты человека от вируса клещевого энцефалита, переносчиками которого являются иксодовые клещи. Уничтожение комаров также является необходимостью, так как они являются переносчиками многих инфекционных заболеваний, таких как вирус малярии, лихорадки Денге, болезни Лайма, которые оказывают негативное влияние на здоровье человека и могут вызывать летальный исход.

Современным подходом для реализации репеллентно-акарицидной отделки является полиэлектролитное капсулирование инсектицидных препаратов [1].

Цель работы состояла в разработке технологического регламента получения микрокапсулированного акарицидно-репеллентного вещества.

Наиболее перспективным способом нанесения полиэлектролитных микрокапсул на текстильный материал является пропитка его дисперсией, приготовленной на основе наноэмульсии содержащей альфа-циперметрин (АЦП). В качестве растворителя АЦП было выбрано оксиэтилированное рапсовое масло. Определены оптимальные концентрационные параметры состава.

Методом динамического рассеивания света оценено влияние времени и скорости перемешивания на стабильность размеров ядер будущих микрокапсул (эмульсия масло-в-воде). Подобрана система поверхностно-активных веществ, являющихся эффективными эмульгаторами прямой эмульсии. Методом оптической микроскопии выявлены частицы эмульсии масло-в-воде, имеющие неоднородную структуру и находящиеся в нанометровом диапазоне (100–142 нм).

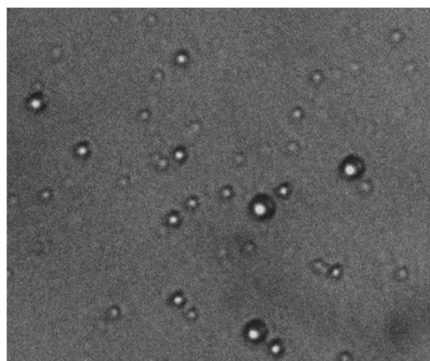


Рис.1. Оптическое изображение капсул, содержащих АЦП, выполненное после добавки солевого стабилизатора

Разработан протокол синтеза полиэлектролитной оболочки би-, тетра- и гексаслойных капсул. В результате исследования выявлены условия, позволяющие сформировать ядро будущей капсулы и получить стабилизированную систему, содержащую многослойные микрокапсулы с АЦП, которая с течением времени приобретает более высокий zeta-потенциал (от -1,6 до -11,3 мВ).

1. Одинцова, О.И. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств / О.И. Одинцова, А.А. Прохорова, Е.Л. Владимирцева, Л.С. Петрова // Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности. – 2017.- № 1. - с. 332-336.

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА

Малышева К.А., Петрова Л.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[kpuctufa@mail.ru](mailto:kpuctufa@mail.ru)

Научный руководитель: д. т. н., профессор Одинцова О.И. (ИГХТУ)

Одним из направлений современного развития технологии текстильных материалов является придание им бактерицидности. Придание текстильным материалам бактерицидных свойств преследует две основные цели: защиту от действия микроорганизмов и создание тканей нового поколения медицинского и гигиенического назначения. Современным подходом для реализации такой отделки является применение наночастиц серебра.

На протяжении тысячелетий бактерии и вирусы не способны выработать «иммунитет» к серебру, в то время как серебро полностью безопасно для живых существ, имеющих многоклеточное строение. Актуальность таких исследований обусловлена еще и тем, что в настоящее время существует внушительная часть инфекций, устойчивых к действию антибиотиков последнего поколения [1,2].

Цель настоящего исследования заключается в получении стабильных коллоидных растворов наночастиц (НЧ) серебра при использовании экологически безопасных восстановителей и разработка на их основе бактерицидных текстильных материалов.

Установлено, что применение в качестве восстановителя глюкозы позволяет получать довольно устойчивые коллоидные растворы желтого цвета, содержащие наночастицы серебра сферической формы. Данный факт подтверждается наличием в оптических спектрах максимума поглощения при  $\lambda = 410 - 420$  нм. Оптимизирована концентрация глюкозы с целью получения максимально возможной степени восстановления серебра.

Для получения устойчивых в течение длительного времени НЧ серебра с требуемыми свойствами необходимо вводить в процессе их синтеза тот или иной стабилизатор. В качестве стабилизаторов были опробованы синтетические полиэлектролиты различной природы: акремон В-1, полидон А, акремон Д-1, акремон Д-13, акремон ЛК-2. Посредством спектрофотометрического метода анализа установлено, что акремон ЛК-2 проявляет высокие стабилизирующие свойства и позволяет наиболее полно провести восстановление нитрата серебра.

Отобраны эффективные полимеры и добавки вспомогательных веществ и оптимизированы концентрационные и температурно-временные параметры процесса образования наночастиц металла в растворе.

Методом «дисков» определена антибактериальная активность наночастиц серебра, при использовании следующих культур: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus*, полученных в баклаборатории областного тубдиспансера, г. Иваново. Результаты определяли по размерам зон подавления роста бактерий. К наиболее опасной культуре золотистого стафилока данный состав проявляет высокую антибактериальную активность.

Показано, что разработанный состав имеет большое практическое значение для придания бактерицидной отделки тканям медицинского назначения. Отделка данным препаратом придает текстильному материалу защитные свойства, препятствующие проникновению чуждой микрофлоры. Серебряная пропитка текстильных материалов препятствует развитию грибковых и гнойничковых заболеваний кожи.

1. Zhu, C. Controlled in situ synthesis of silver nanoparticles in natural cellulose fibres toward highly efficient antimicrobial materials/ C. Zhu, J. Xue, J. He // *J Nanosci Nanotechnol.* –2009. – №9(5). –P. 3067–3074.

2. Zhong, JF. Efficient antibacterial silvernanoparticles composite using lignin as a template / JF. Zhong, L. Xu, XL. Qin // *J Compos Mater.* – 2015– №49. –P. 2329–2335.

## ОЧИСТКА ОТ МАСЛЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Миронова А. А, Асхабова З. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[mironova.anna05@mail.ru](mailto:mironova.anna05@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., ст.н.с. Владимирцева Е. Л. (ИГХТУ)

При производстве чулочно-носочных изделий из полиамида на вязальных машинах возникает проблема загрязнения полуфабриката маслом, используемым для смазывания деталей в вязальном оборудовании. Присутствие масляных загрязнений на поверхности волокна негативно влияет на качество последующего крашения и, в первую очередь, на равномерность окраски, поэтому масло необходимо удалить.

Предварительная подготовка полуфабриката, заключающаяся в обработке горячим раствором (60 °С) с добавлением ПАВ, не дает необходимого результата. В итоге остаточное масло выступает на поверхность упаковки в конечном продукте (Рисунок). Извлечение из полиамидных волокон масляных загрязнений представляет серьезную проблему, которую решает данное исследование.

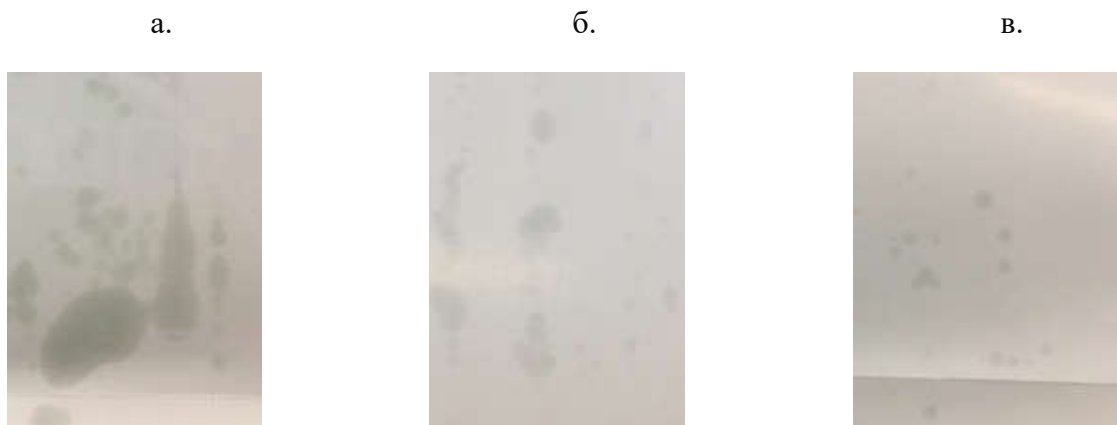


Рисунок. - Виды масляных пятен на упаковке полиамидных колготок.  
Уровень загрязнения: а – максимальный (5-6 баллов); б – средний (3-4 балла);  
в – минимальный (1-2 балла)

В качестве объекта исследования использовали полуфабрикаты, пропитанные двумя типами масла: ИГП-30 и полусинтетическим маслом Codium LS 32, специально разработанным для смазки текстильного оборудования. Установили, что в ходе обработки при 60 °С загрязненных чулочно-носочных изделий с препаратами Цемессол СМ и Диспергатором № 3 масло ИГП-30, достаточно легко эмульгируется и извлекается из волокна. Масло Codium LS 32, в тех же условиях, практически не подвергается удалению. В ходе проведенных исследований подобрали оптимальную технологию обработки, при которой добились максимального удаления технического масла ИГП-30: отварка составом, включающим, диспергатор 0,8 г/л и моющее ПАВ неионогенной природы 0,9 г/л. Температура промывки составила 92 °С, время – 15 мин. Загрязнение маслом Codium LS 32 удалось снизить с 5-6 до 1-2 баллов.

Таким образом, была разработана технология подготовки полуфабрикатов из полиамидного волокна, позволяющая практически полностью удалить с них техническое масло ИГП-30 и существенно уменьшить загрязненность маслом Codium LS 32.

# РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПЕРЕВОДНОЙ БУМАГИ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДИСПЕРСНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

Темирсултанова Л.В., Пученькина А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет, Россия, Иваново  
[ovk-56@mail.ru](mailto:ovk-56@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент О.В. Козлова (ИГХТУ)

Как известно склонность дисперсных красителей к сублимации зависит от химического строения красителей, степени дисперсности, характера кристаллической структуры. В работе проведен анализ данных для ряда отечественных дисперсных красителей, используемых при разработке композиций и технологий термопереводной печати (см. таблицу). Как можно видеть с ростом молекулярной массы, снижением степени дисперсности и повышением энергии кристаллической решетки устойчивость красителей к сублимации повышается.

Таблица. Дисперсные красители для текстильных материалов.

Наименование дисперсного красителя	М. масса	Коэффициент диффузии при $(215\pm 5)^\circ\text{C}$ , $D \cdot 10^{-9}$ , $\text{см}^2/\text{с}$	Устойчивость окраски к сублимации при $T=210^\circ\text{C}$
желтый 63 п/э	259	9,3	3-4/2
желтый 53 п/э	308	6,8	-
желтый 43 п/э	683	14,4	4/3
оранжевый 2К п/э	323	16,5	-
алый Ж п/э	314	15,4	3-4/1-2
алый п/э	320	12,3	-
розовый 2С п/э	331	16,0	4с/2
синий 5К п/э	284	14,0	4/3
синий 3 п/э	268	8,1	-
красный 2С	239	9,8	-3с/1-2

Приведенные выше свойства, а также данные по химической структуре изучаемых красителей, позволили выделить ряд наиболее эффективных с точки зрения их сублимационной активности и пригодности для переводной термопечати по текстильным материалам. Это красный 2С, синий 5К п/э, желтый 63 п/э, которые обеспечивают и хороший перенос красителя в волокно, и могут составить основу триады красителей для получения многообразия дополнительных цветов. Особенно актуальным является подбор гаммы цветов для серии рисунков под «камуфляж», в т.ч. и с ИК-ремиссией.

С целью расширения гаммы цветов и создания отечественных композиций печатной краски для переводной бумаги на основе триады основных цветов ПГЖ проведены исследования по оценке их совместимости. При изменении температурно-временных условий переноса красителя в волокно показателем совместимости красителей можно считать неизменность такого показателя, как цветовой тон. На графике а,б найдено местоположение цветов, полученных при попарном использовании сочетаний красителей из триады, а близкое расположение этих цветов на графике и небольшие изменения цветового тона окрасок свидетельствует о хорошей совместимости красителей, подобранных в триаду.

# ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ОПЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА «ШУЙСКО-ТЕЗИНСКОЙ ФАБРИКИ «ТЕЗИНКА»

Чернова Е.Н.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Общество с ограниченной ответственностью «УМНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»  
[enchernova85@gmail.com](mailto:enchernova85@gmail.com)

Научный руководитель: к.т.н., ст.н.с. Владимирцева Е.Л. (ИГХТУ)

Текстильная промышленность является одной из ведущих отраслей, производящих товары народного потребления, но на сегодняшний день ситуация такова, что значительная доля импортной продукции преобладает на рынке текстиля в России.

Немаловажным для повышения конкурентоспособности изделий и создания экологически безопасного производства является внедрение новейших достижений текстильной химии, к которым относится и акарицидно-репеллентная отделка микрокапсулированными активными веществами (АРВ) с иммобилизацией их на текстильном материале [1]. Эта задача успешно решается предприятием «Шуйско-Тезинская фабрика «Тезинка»: реализуется выпуск материалов с новыми функциональными свойствами, которые обеспечивают эффективную пролонгированную защиту людей от кровососущих насекомых.

Благодаря интеграции производственного опыта сотрудников фабрики «Тезинка» и научно-технических знаний исследовательского коллектива кафедры ХТВМ ИГХТУ разработана технология прогрессивного, не применяемого до настоящего времени в России, способа придания акарицидно-репеллентных свойств текстильным материалам путем инкапсуляции АРВ непосредственно в элементах одежды – «ловушках». При этом внутренняя подкладка ловушек исключает контакт с кожей в местах наибольшего соприкосновения изделия с телом человека [2]. В качестве действующего акарицидного состава выбран инсекто-акарицид альфа-циперметрин (АЦП), обладающий нервнопаралитическим действием, как против клещей, так и против других кровососущих и способный проникать даже через хитиновые покровы насекомых [3].

При переносе технологии из лабораторных условий на производство были опробованы 4 схемы и выбран наиболее технологичный, экономичный и наименее опасный с экологической точки зрения вариант возможной реализации нанесения капсулированной формы АРВ на текстильный материал в условиях фабрики «Тезинка».

Организованный на предприятии «Шуйско-Тезинская фабрика «Тезинка» опытный производственный участок, на котором работают квалифицированные специалисты, позволяет существенно сократить этап переноса технологии из лабораторных условий на производство, успешно реализовывать новые технологии и создавать конкурентоспособную продукцию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Одинцова, О.И. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств / О.И. Одинцова, А.А. Прохорова, Л.С. Петрова, Е.Л. Владимирцева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2017. № 1 (367). - С. 332-336.
2. Патент РФ № 2625432 Одежда для защиты человека от кровососущих клещей и летающих кровососущих насекомых / Д.С. Королев, С.В. Королев, О.В. Козлова, Е.В. Крутских, Н.Н. Муратова, О.И.Одинцова, Л.С. Петрова, А.А. Прохорова //опубл. 13.07.2017 (приор. от. 19.07.2016)
3. Патент РФ № 2669457 Способ получения текстильного материала с защитной акарицидно-репеллентной отделкой /Е.Л. Владимирцева, О.В. Козлова, Д.С. Королев, С.В. Королев, А.А. Липина, Н.Н. Муратова, О.И. Одинцова, Л.С. Петрова, С.В. Смирнова, Е.Н.Чернова //опубл. 11.10.2018 (приор. от. 20.12.2017)

# ИЗУЧЕНИЕ ПАРОПРОНИЦАЕМЫХ СВОЙСТВ ДУБЛИРОВАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ширманова В.В., Маноли О.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

E-mail: [ovk-56@mail.ru](mailto:ovk-56@mail.ru)

Научный руководитель: к.т.н., доцент О.В. Козлова (ИГХТУ)

Одним из инновационных и перспективных направлений в текстильной отрасли является создание наиболее значимой категории текстиля, предназначенной для эксплуатации в жестких и экстремальных условиях. Особенностью такого материала является наличие таких свойств, как: теплоизоляция, выведение влаги в виде пара, небольшая масса, защита от ветра и дождя и др. Создание такого текстильного материала, удовлетворяющего всем этим требованиям, связано с переходом к сложным многослойным композиционным текстильным структурам, которые могут содержать несколько различных функциональных слоев.

В зависимости от способов получения многослойных тканей, от составов, используемых для склеивания материалов, можно получить либо только прочное соединение тканей, либо более сложный многофункциональный материал с «дышащим» эффектом мембранных тканей. Мембрана представляет собой многослойную ткань, включающую такую пленку, которая не пропускает воду снаружи, но позволяет испаряться влаге, образующейся внутри. Поэтому главной задачей при создании мембраны, является получение композита, который будет иметь достаточную паропроницаемость для отвода паров воды от тела человека и создания комфортного пребывания в такой одежде длительное время.

Определённой паропроницаемостью обладают все используемые сегодня ткани и утеплители. Однако в численном выражении ее показатели представлены только для описания свойств мембран, применяющихся в производстве одежды, и для очень малого количества не водонепроницаемых текстильных материалов. Чаще паропроницаемость измеряют в  $\text{г/м}^2/24$  часа, т.е. количество водяного пара, которое пройдет через квадратный метр материала за сутки и обозначается аббревиатурой MVTR («moisture vapor transmission rate» или «скорость прохождения водяного пара»).

Работа посвящена изучению влияния состава полимерного слоя, наносимого на текстильный материал, на его «дышащие» свойства, а именно, изучение влияния вводимых в полимерный субстрат минеральных наполнителей на показатель паропроницаемости.

Известно, что свойства наполненного полимерного материала зависят не только от свойств полимерной матрицы, но и от используемого наполнителя, характера распределения последнего и его размеров, а также природы взаимодействия на границе раздела полимер-наполнитель. При использовании твердых наполнителей в результате введения их в полимерный субстрат, уменьшается подвижность макромолекул в гранулированном слое, что существенно отражается на свойствах материала.

В связи со сказанным, был проведен анализ влияния вводимых в полимерный субстрат минеральных наполнителей на показатель паропроницаемости. В настоящей работе были использованы минеральные наполнители: каолин и порошок графена с размером частиц 0,09мм. Полученные результаты показали, что введение сорбента в полимерную матрицу увеличивает степень паропроницаемости композита в несколько раз по сравнению с использованием полимера без введения наполнителя. Кроме того, увеличение содержания наполнителя также оказывает влияние на структуру полимерной матрицы и в ряде случаев существенно повышает паропроницаемость материала.

Таким образом, использование минеральных добавок позволяет повысить паропроницаемость дублированного материала. На данном этапе пока нельзя сказать, что эта структура отвечает требованиям мембранных тканей, однако целесообразность продолжения работы в этом направлении очевидна.





Асхабова М.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

e-mail: askhabova-maryam@mail.ru

Научный руководитель: с.н.с., к.х.н. Алексеева О. В. (ИХР РАН)

В последние годы одним из актуальных направлений развития современного материаловедения является создание гибридных материалов на основе органо-неорганических систем различной природы. Особое внимание уделяется исследованию полимер-силикатных композитов, которые сочетают свойства полимера и наполнителя. Введение таких неорганических частиц в полимерную матрицу позволяет улучшать деформационно-прочностные характеристики, барьерные, оптические свойства материалов и придавать адсорбционную активность.

Цель данной работы – получение пленочных композитов полистирол/бентонит и исследование их структуры, морфологии и сорбционных свойств по отношению к органическим гетероциклическим соединениям.

Методом механохимического диспергирования бентонита в растворе полистирола проведена модификация полимера и получены пленочные материалы с различным содержанием наполнителя. Методами дифракции рентгеновских лучей и сканирующей электронной микроскопии изучена структура и морфология полученных композитов. Установлено увеличение межплоскостного расстояния в бентоните при введении алюмосиликата в полимер. Исследования физико-механических свойств полимер-силикатных материалов показали, что введение бентонита (5 мас.%) в полистирольную матрицу приводит к увеличению примерно в 2 раза прочности на растяжение и в 2,5 раза удлинения.

Сорбционная активность композитов полистирол/бентонит исследована по отношению метиленовому голубому и производному тетрафенилпорфирина. Кинетические исследования показали, что процесс сорбции этих соединений описывается уравнением реакции псевдопервого порядка. Определены константы скорости реакции. Установлено, что пленочные материалы ПС/бентонит проявляют более высокую сорбционную активность по отношению к метиленовому голубому и производному тетрафенилпорфирина по сравнению с немодифицированным полимером. Увеличение эффективности сорбции связано с появлением новых сорбционно-активных центров в композите.

Методом ИК-спектроскопии показано, что процесс сорбции на композитах ПС/бентонит осуществляется за счет донорно-акцепторного взаимодействия сорбента и изученных органических соединений.

*Исследования проведены с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»; "Верхне-Волжский региональный центр физико-химических исследований".*

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СОВМЕЩЕННОЙ СУШКИ-ДЕМОНОМЕРИЗАЦИИ ГРАНУЛЯТА ПОЛИАМИДА-6

Ильичев Д.А., Лучкин Н.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[newmichael2014@gmail.com](mailto:newmichael2014@gmail.com)

Научный руководитель: к.т.н. Баранников М.В.

Процесс совмещенной сушки-демономеризации (ССД) гранулята полиамида-6 является более энерго- и материаловыгодным процессом подготовки данного полимера к процессам переработки, чем применяемая в настоящее время экстракция низкомолекулярных соединений из него.

Ранее был изучен непрерывный процесс ССД при температуре - 160°C, массе гранулята - 20±0,25 г, скорости подачи газа - 36 л/ч, времени процесса - 60 ч. Свойства исходного и полученного таким способом гранулята приведены в таблице 1.

Таблица 1

Гранулят	[КЛ],%	[НМС],%	[ОЛ],%	$\eta_{отн}$	ММ
Исходный	8,11± 0,03	10,81± 0,10	2,70± 0,10	2,87; 2,89	21000
После ССД	0,50± 0,03	1,61± 0,05	1,11± 0,05	3,15; 3,16	24000

Целью работы было уменьшение энергетической нагрузки процесса путем снижения времени его проведения. Были проведены непрерывные процессы при параметрах, указанных выше, но временах процесса 18, 24, 30 часов. Свойства полученного гранулята приведены в таблице 2.

Таблица 2

$\tau$ , ч	[КЛ],%	[НМС],%	[ОЛ],%	$\eta_{отн}$	ММ
18	1,43 ±0,04	3,05±0,15	1,62±0,15	3,31; 3,30	26000
24	1,48±0,08	3,19±0,13	1,71±0,13	3,42; 3,44	27000
30	1,05 ±0,05	2,69±0,10	1,64±0,10	3,50; 3,52	28000

Как видно из анализа экспериментальных данных, полученный гранулят по своей вязкости удовлетворяет требованиям к грануляту, готовому к переработке в нити и волокна, но имеет достаточно высокие показатели по остаточному содержанию капролактама и олигомеров.

:

# СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА И ФОТОСТАБИЛЬНОСТЬ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ 2,2-, 2,3- AND 3,3-CH<sub>2</sub>-BIS(BODIPY)S В ПЛЕНКАХ ПММА

Вьялкин Д.А.<sup>1,2</sup>, Антина Л.А.<sup>1</sup>, Березин М.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Иваново, Россия

<sup>2</sup> Ивановский государственный химико-технологический университет,

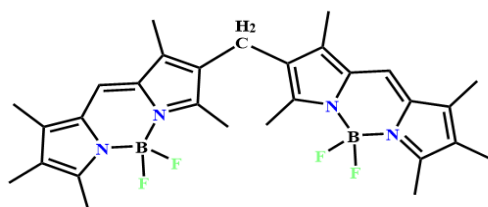
Иваново, Россия

E-mail: VyalkinDA@gmail.com

Научный руководитель: к .х. н., Антина Л.А.

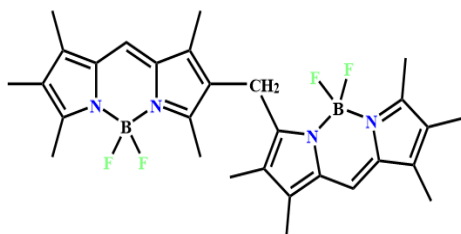
Композитные материалы на основе различных по природе полимеров, допированных люминофорами, находят все большее применение в качестве активных сред в перестраиваемых лазерах, датчиков температуры и других свойств среды.

Исследование направлено на решение проблемы установления связи спектрально-люминесцентных характеристик с электронной структурой, геометрией и особенностями взаимодействий в сольватной оболочке борфторидных комплексов - бис(дипирролилметенов) – bis(BODIPY), которые при одинаковом алкильном замещении отличаются способом присоединения метиленового спейсера к 2,2-, 2,3- или 3,3-позициям проксимальных пирролов. Структуры молекул декаметилзамещенных 2,2-, 2,3- и 3,3-CH<sub>2</sub>-bis(BODIPY) представлены ниже.

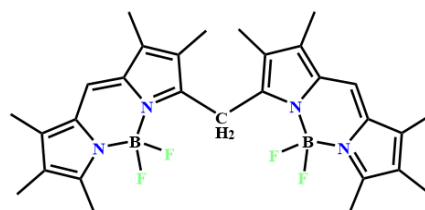


3,3'-bis(BODIPY)

Предварительно были исследованы спектрально-люминесцентные свойства 2,2-, 2,3-, 3,3-CH<sub>2</sub>-bis(BODIPY) люминофоров в растворителях различной природы. Показано, что эти красители обладают высоким потенциалом для применения в качестве сенсоров полярности среды, а также вязкости в гомологическом ряду растворителей. Проведен сравнительный анализ спектральных свойств BODIPY-красителей в твердых композитах на основе ПММА и в растворах. Установлено, что для всех случаев флуоресценция люминофоров сохраняется в составе пленок. Обсуждается влияние строения и концентрации иммобилизованного флуорофора, условий получения полимерных материалов и их физических характеристик на оптические свойства и фотостабильность BODIPY-красителей в пленках ПММА.



2,3'-bis(BODIPY)



2,2'-bis(BODIPY)

# МЕХАНО-АКУСТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА И ХИТОЗАНОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ

Горохова Т.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[tanya211095@icloud.com](mailto:tanya211095@icloud.com)

Научный руководитель: д.х.н., профессор Липатова И.М. (ИХР РАН)

В последнее время активизировались научные исследования, направленные на разработку защитных съедобных пленок и покрытий, предназначенных для сохранения качества продуктов питания и повышения их срока годности. Среди природных полимеров для получения таких материалов наиболее широко применяется крахмал, а также его смеси с хитозаном. Хитозан повышает гибкость и прочность крахмальных пленок, а также их антимикробную устойчивость. Хитозан получают из хитина путем щелочного деацетилирования. Свойства хитозана в значительной степени определяются степенью деацетилирования, т.е. степенью превращения хитина в хитозан. В работе использованы образцы с высокой (85%) и низкой (58%) степенью деацетилирования. Свойства полисахаридных материалов в значительной мере определяются степенью гомогенности исходных смесей. Крахмально-хитозановые материалы готовят на основе смеси раствора хитозана и гидрогеля крахмала, содержащего набухшие крахмальные гранулы. В настоящей работе для получения композитных пленок из полисахаридов использовали механическую активацию формовочных водных смесей в роторно-импульсном аппарате (РИА). Использование РИА позволяет не только гомогенизировать смеси, но и осуществлять инкорпорирование нерастворимых функциональных аддитивов. В РИА за счет комплексного воздействия высоких сдвиговых напряжений и кавитации в течение нескольких секунд обработки одновременно осуществляется расщепление набухших крахмальных гранул и микрогелевой фракции хитозана, а также достигается высокий уровень структурной гомогенности водных смесей, что подтверждается существенным возрастанием физико-механических характеристик сформованных из них пленок. В работе исследовано влияние механической активации формовочных смесей, а также соотношения компонентов и степени деацетилирования хитозана на физико-механические, сорбционные и барьерные свойства крахмально-хитозановых пленок. Установлено, что механическая активация позволяет существенно (до 1,5 раз) увеличивает прочность пленок, при этом эффективность использования аппаратов возрастает с увеличением доли крахмала и с уменьшением степени деацетилирования хитозана.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 19-03-00085 А).*

# ПРИМЕНЕНИЕ КУПАЖИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ

Керимова А.Р.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)  
[akerimova@mazi.ru](mailto:akerimova@mazi.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доц. Степычева Н.В. (ИГХТУ)

Множество косметических средств содержат в своем составе растительные масла. При выборе масел наибольшее внимание обращают на их растекаемость, полярность, химическую структуру, молекулярный вес, гидролитическую стабильность, реологические характеристики, солюбилизирующую способность и т.п. Однако важнейшей характеристикой растительных масел, определяющей их функциональные свойства как косметического ингредиента, является их жирно-кислотный состав.

Растительные масла, содержащие насыщенные жирные кислоты, задерживаются в верхних слоях рогового слоя кожи и таким образом обеспечивают длительный смягчающий эффект. Масла, содержащие ненасыщенные жирные кислоты с одной или несколькими двойными связями, напротив, не задерживаются на поверхности кожи, а проникают в роговой слой и встраиваются в липидные пласты.

В работе [1] были установлены основные критерии подбора базовой смеси масел для косметических продуктов, предназначенных для ухода за нормальной кожей, с целью восполнения дефицита собственных липидов кожи, из которых строится защитная мантия. К ним относятся: включение в состав масел, обеспечивающих соотношение незаменимых жирных кислот линолевой  $C_{18:2}$  и линоленовой  $C_{18:3}$  равным 10 : 1; соотношение линолевой  $C_{18:2}$  и олеиновой кислот  $C_{18:1}$  должно составлять 1 : 1,8, а также в рецептуре должны быть масла, обеспечивающие содержание пальмитолеиновой кислоты в количестве 14–18 %.

В данной работе методом газожидкостной хроматографии был проведен анализ жирно-кислотного состава ряда косметических масел: жожоба, авокадо, рапсовое, льняное, миндальное, соевое, зародышей пшеницы, оливковое, макадамии, касторовое, бораго, арганы, кокосовое, ши, пальмовое. В результате проведенных исследований установлено, что ни одно из исследованных масел не отвечает указанным критериям.

Таким образом, для повышения эффективности и соответствия основным критериям выбора жировая основа косметического средства должна содержать купаж из нескольких растительных масел.

1. Шепель С. В. О составлении смесей растительных масел для косметических композиций / С.В. Шепель // Сырье и упаковка. – 2015. – №5. – С. 12-15.

## СЕЛЕКТИВНОЕ АЦЕТИЛИРОВАНИЕ $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНА

Конькова Д. В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[d-konkova@bk.ru](mailto:d-konkova@bk.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Бурмистров В. А.

Циклодекстрины представляют собой сложные природные циклические олигосахариды, состоящие из остатков D-глюкопиранозы, соединенных  $\alpha$ -1,4-гликозидной связью. Наиболее используемыми соединениями являются  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -циклодекстрины, макрокольца которых состоят из 6, 7 и 8 остатков D-глюкозы, соответственно.

Известно, что циклодекстрины обладают ограниченной водо- (для  $\beta$ -циклодекстрина растворимость 18,5 г/л при 25°C), и органорастворимостью, что в значительной степени ограничивает их практическое применение. Однако, такой приём как ацетилирование приводит к существенному увеличению органорастворимости. Важно также и то, что модификация циклодекстринов в общем случае может приводить к увеличению внутренней полости и, следовательно, к повышению способности образовывать стабильные соединения включения.

Регионаправленное силилирование создает богатые возможности для дальнейшей направленной модификации циклодекстринового остова по оставшимся свободным гидроксильным группам. Одной из перспективных защит первичных гидроксильных групп, в присутствии вторичных, с точки зрения введения и легкости удаления, является трет-бутилдиметилсилильная группа, что создает удобства для работы в подобных растворителях. Также регионаправленное замещение только по первичным гидроксильным группам возможно лишь при использовании пиридина как основания и растворителя.

Однако, несмотря на обнаруженную высокую селективность силилирования в среде пиридина, получение чистого персилилированного продукта только по положениям 6 все еще остается сложной в экспериментальном плане задачей. Причина заключается в том, что пространственные затруднения, создаваемые трет-бутилдиметилсилильной защитной группировкой, с одной стороны обеспечивают селективное замещение только первичных гидроксильных групп, а с другой стороны, по мере накопления объемных группировок на одной стороне циклодекстринового «обода», понижают селективность замещения оставшихся первичных гидроксильных групп.

Ранее было показано, что ацилирование циклодекстрина позволяет получать оптически активные добавки к жидким кристаллам (ЖК). Модифицированные ЖК продемонстрировали высокую хиральную селективность в качестве стационарных фаз для газовой хроматографии при аналитическом разделении энантиомеров ментола, камфена, пинена и лимонена.

# РАЗРАБОТКА ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВОЙ КОМПОЗИЦИИ

Кузина Т. Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет

alexandr.kukuruza@mail.ru

Научный руководитель: к.х.н., доцент Николаева О.И.

Во многих отраслях промышленности, особенно на производствах и строительстве, большое внимание уделяется вопросу демпфирования вибрации тонкостенных металлических конструкций (ТМК) и элементов. Одним из наиболее распространенных методов снижения уровня вибрации является применение вибропоглощающих покрытий.

Требования к вибропоглощающим материалам (ВПМ) предусматривают эффективность их применения в широкой области температур (от  $-60$  до  $150^{\circ}\text{C}$ ) и частот ( $5-10000$  Гц). Для таких материалов важнейшими характеристиками являются коэффициент механических потерь  $tg \delta$  и модуль упругости, которые зависят от типа подобранной основы к созданию ВПМ. Целенаправленный выбор полимерной основы и других компонентов композиции позволяет создавать ВПМ, эффективно работающие в широкой области температур и частот, и обладающие специфическими свойствами: легкостью изготовления, нанесения на конструкции, способностью к самозатуханию, повышенной прочностью [1].

С целью разработки ВПМ, высокоэффективно работающих в широком температурно-частотном диапазоне, в данной работе получали полиуретановые композиции на основе метилendifенилдиизоцианата и синтезированных олигомеров винилацетата (ВА). Полиуретановая полимерная основа применяется для создания ВПМ, которая обладает эффективным поглощением вибрационной нагрузки в широком температурно-частотном диапазоне. В свою очередь, олигомеры на основе ВА выступают в качестве связующего при изготовлении полиуретановой композиции для создания прочных межмолекулярных связей между компонентами системы. Для подтверждения структуры и составов олигомеров ВА применяли спектральные методы анализов: ИК-спектроскопия проводилась на приборе Avatar 360 FT-IR ESP, ЯМР  $^1\text{H}$ -спектроскопия велась на импульсном спектрометре высокого разрешения "Bruker-AC 200", а также был проведен элементный анализ олигомеров ВА на элементном анализаторе FlashEA 1112 и вискозиметрический метод анализа.

Для исследования важнейших характеристик вибропоглощающих полимерных материалов применяли акустические методы анализа, а именно динамический механический метод анализа. Из полученной полиуретановой композиции были сформованы образцы определенной формы, которые в дальнейшем подвергали динамическим механическим испытаниям на приборе «Иплексор» фирмы «Нейч» при частотах от  $0$  до  $1000$  Гц для выявления их термо-физических и физико – механических показателей.

1. Соломатов В.И., Черкасов В.Д., Фомин Н.Е. Вибропоглощающие композиционные материалы. Саранск: Изд-во Мордовского университета. – 2001. – С. 95.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УВЛАЖНЯЮЩИХ СРЕДСТВ

Кудрявцева А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)  
[nastyia.kydr96@yandex.ru](mailto:nastyia.kydr96@yandex.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доц. Степычева Н.В. (ИГХТУ)

Проблема сухости кожи является очень распространенной среди людей разных возрастов, поэтому в настоящее время данной проблеме уделяется большое внимание.

Существуют различные способы увлажнения кожи. Их можно условно объединить в четыре механизма увлажнения:

1. Восстановление эпидермального барьера. Для восстановления эпидермального барьера применяются липиды в основном в виде масел. Полиненасыщенные жирные кислоты, содержащиеся в маслах, являются необходимым строительным материалом для липидных пластов рогового слоя.

2. Применение гигроскопичных средств. К ним относятся вещества, обладающие хумектантными свойствами, т.е. притягивающие и связывающие воду в поверхностных слоях кожи. Основными влагоудерживающими веществами в коже являются компоненты натурального увлажняющего фактора.

3. Создание на поверхности кожи окклюзии. Для этого используют вещества, создающие на поверхности кожи водонепроницаемую пленку, препятствующую испарению. В результате транэпидермальная потеря воды уменьшается, а содержание воды в роговом слое, соответственно, увеличивается.

4. Активация синтеза аквапоринов. Аквапорины – мембранные белки, формирующие водные каналы и облегчающие транспорт воды. Авторы многих статей считают, что в будущем недостаточное увлажнение кожи можно будет корректировать посредством биохимического контроля над уровнем аквапорина-3 (AQP3), который присутствует в эпидермисе.

На косметическом рынке представлен широкий выбор увлажняющих средств. Производители в своих рецептурах в основном используют два или три механизма увлажнения. Но сухость кожи может быть вызвана различными причинами, поэтому для лучшего эффекта увлажненности рекомендуется включать вещества, работающие по всем четырем механизмам.

Целью данной работы явилось усовершенствование заводской рецептуры увлажняющего крема для ног с целью повышения её эффективности.

В состав заводской рецептуры входят соевое и рапсовое масла, которые действуют по механизму восстановления эпидермального барьера, а в качестве гигроскопичных веществ в рецептуру включены глицерин и мочевины.

В проектную рецептуру были добавлены силиконовое масло и экстракт косточек граната. Силиконовое масло создает на поверхности кожи окклюзию, а экстракт косточек граната считается активатором синтеза аквапоринов. Таким образом, в проектную рецептуру были включены ингредиенты, работающие по всем четырем механизмам увлажнения.

В лаборатории на предприятии ЗАО «Зеленая дубрава» были проведены лабораторные испытания разработанной рецептуры увлажняющего крема для ног. Было установлено, что органолептические и физико-химические свойства увлажняющего крема для ног, изготовленного по разработанной рецептуре, соответствуют требованиям ГОСТ 31460-2012 «Кремы косметические. Общие технические условия». Проведены сравнительные исследования потребительских свойств образцов кремов, полученных по заводской и проектной рецептурам, и построены их сенсорные профили. Экспериментальные данные свидетельствуют, что наиболее высокими потребительскими свойствами обладает косметический крем, полученный по проектной рецептуре.

1. Аверьянова В.А. Аквапорины – новый подход к увлажнению кожи // Сырье и упаковка. – 2009. – №3 (82). – С. 20-21.



МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЙ КООРДИНАЦИОННЫЙ ПОЛИМЕР (МКОП) НА ОСНОВЕ *l*-ТЕТРА-4-КАРБОКСИФЕНИЛПОРФИРИНАТА КОБАЛЬТА (II) И ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ В КАЧЕСТВЕ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛИЗАТОРА ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МКОП.

Моисеева К.Е., Головашова Е.С., Агеева Т.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

E-mail: 13.06.mois.ksen@bk.ru

Научный руководитель: д. х. н., профессор Койфман О. И.

В настоящее время все большее внимание уделяется изучению металлоорганических координационных полимеров МКОП (Metal-Organic Framework, MOF). Все большую роль приобретает направленный синтез новых лигандов, на основе которых создают новые металлоорганические каркасные структуры (МОКС). Поскольку порфирины представляют собой структурно устойчивые молекулы с функциональными группами с концевыми подвесками, при этом, демонстрируя относительно жесткую геометрию и высокую термическую стабильность, они могут легко встраиваться в поры каркасной структуры МОКС. Уникальные свойства МОКС, такие как гетерогенный катализ, люминесценция, магнетизм, хранение, транспортировка и разделение газов, позволяют применять их в различных областях техники и технологии [1].

Целью настоящей работы является синтез МКОП, методом конденсации *l*-тетра-4-карбоксифенилпорфирина кобальта (II) и терефталевой кислоты в среде растворителя. Были проверены физико-химические свойства МКОП с помощью ИК-спектроскопии и термогравиметрического анализа ДСК. В ИК спектре синтезированного материала наблюдается ряд характеристичных полос, отвечающие за валентные колебания связей С=О в карбоксильных группах, и полосы, характерные для порфиринового макроцикла. Следует отметить что, по полученным данным термического анализа, МКОП при температуре от 18°C до 300°C в инертных и окислительных условиях потерял менее 40% от своей массы, что позволяет предложить металлоорганический координационный полимер в качестве фотокатализатора и катализатора ОВР.

Перспективой дальнейшего исследования является изучение полученного МКОП в качестве катализатора для окисления органических субстратов, таких как аскорбиновая кислота, морин и  $\beta$ -каротин, так как известно, что представители данного класса соединений МКОП обладают подходящими для данных целей физико-химическими свойствами: высокой пористостью, разнообразием металлов и функциональных групп, а также большой площадью поверхности.

1. C. F. Pereira, M. Q. Simoes, J P. C. Tome. *Molecules*, 2016. – 21. – P. 1348.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-03-00986). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛИЯНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Морохина А.К.

Ивановский государственный химико-технологический университет

[sashamorohina@mail.ru](mailto:sashamorohina@mail.ru)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Койфман О. И., к. т. н., доц. Беспалова Г.Н. (ИГХТУ)

Одним из прогрессивных методов нанесения лакокрасочных материалов на металлические поверхности является электроосаждение. Защитные полимерные покрытия не только предохраняют изделия от коррозии, но и придают поверхностям ряд ценных физико-химических свойств. Водоразбавляемые олигомерные пленкообразователи для электроосаждения являются полиэлектролитами. Их водные растворы при рабочих значениях концентрации и величины рН имеют коллоидную природу.

Объектом для исследований была выбрана водоразбавляемая грунтовка ВКФ-093 на основе лака ВА-105. Существенным недостатком такого пленкообразователя является высокая температура отверждения получаемых покрытий (180 °С и выше), что обуславливает повышенную энергоёмкость технологии. Одним из эффективных и малозатратных путей решения обозначенной проблемы является введение в состав олигомерных водоразбавляемых композиций целевых модифицирующих добавок.

В качестве модификаторов были опробованы резинат кобальта и линолеат свинца. Наличие в их составе поливалентных металлов позволило предположить возможность снижения продолжительности структурирования пленок за счет ускорения процесса окислительной полимеризации. Введение подобных соединений в водоразбавляемые композиции затруднено, поскольку может привести к утрате стабильности композиции и их работоспособности.

Одним из важных показателей устойчивости коллоидных систем и их электрофоретической подвижности является величина  $\zeta$ -потенциала. Полученная в ходе исследований зависимость изменения  $\zeta$ -потенциала от концентрации раствора является типичной для коллоидных систем и мало изменяется при введении в исходный состав исследуемых катализаторов.

Сравнительная оценка степени отверждения модифицированных покрытий проводилась по содержанию гель-фракции покрытий в экстракторе Сокслета (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика влияния катализаторов на процесс отверждения покрытий

Покрытия на основе:	Содержание гель-фракции в покрытиях (в %), отвержденных при режиме:					
	180 °С			160 °С		
	10 мин	20 мин	30 мин	10 мин	20 мин	30 мин
ВКФ-093	51,1	58,5	69,0	45,0	47,3	50,3
ВКФ-093 + 0,015 г/дл РЬ	30,9	65,1	81,8	38,7	59,8	65,3
ВКФ-093 + 0,015 г/дл Со	69,0	78,5	82,8	66,7	71,0	76,9

Стандартный режим отверждения грунтовки ВКФ-093 – 180°С, 30 минут (содержание гель-фракции – 69,0%). Из таблицы видно, что использование добавок позволяет варьировать температурой или продолжительностью отверждения электроосажденных пленок, тем самым снижать энергозатраты производства.

На физико-механические характеристики снижение продолжительности или времени отверждения не влияет. Показатели остаются на высоком уровне, соответствующем стандарту.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (соглашение № 14-23-00204-П). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ ANTI АКНЕ

Овчарова Н.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет, [www.isuct.ru](http://www.isuct.ru)  
[natasha1196@mail.ru](mailto:natasha1196@mail.ru)

Научный руководитель: к.х.н., доц. Степычева Н.В. (ИГХТУ)

Акне – это одно из наиболее часто встречающихся заболеваний кожи. Высокая частота заболеваемости, практически тотальное поражение лиц пубертатного периода определяет эту патологию не только как глобальную дерматологическую, но и как проблему здоровья населения в целом. Кроме этого, такое заболевание у людей часто сопровождается психоэмоциональными изменениями.

На сегодняшний день известно четыре причины образования акне: гипертрофия сальных желез, воспалительный процесс на коже, фолликулярный гиперкератоз, а также колонизация микроорганизмов. Поэтому для лечения угревой болезни используют следующие виды препаратов: себостатические, антибактериальные, противовоспалительные и препараты, которые ликвидируют фолликулярный гиперкератоз.

В составе косметических препаратов от акне по большей части используются ингредиенты, которые действуют по антибактериальному и противовоспалительному механизмам. В качестве антибактериального агента чаще всего применяют триклозан, а в качестве противовоспалительного – экстракты растений, например, экстракт ромашки.

В результате проведенных исследований предложена новая рецептура крема-геля от акне, ингредиенты которой работают по всем четырем механизмам борьбы с акне.

Известно, что клетки сальных желез имеют 2 фермента: 5-альфа-редуктаза и 17-бета-дегидроксистероиддегидрогеназа, которые, в свою очередь, переносят сигналы к клеточной пролиферации. Соответственно для лечения акне нужно воздействовать на эти ферменты. На основании анализа экспериментальных данных, в качестве основного активного ингредиента был выбран Ajidew Zn-100 – это цинковая соль карбоксилата L-пирролидона. Он способен регулировать деятельность сальных желез путем ингибирования 5 $\alpha$ -редуктазы.

Для снижения фолликулярного гиперкератоза была выбрана салициловая кислота, т.к. она является прекрасным кератолитиком. Салициловая кислота удаляет мертвые клетки, которые обычно скапливаются на поверхности кожи.

Был заменен антибактериальный агент триклозан, т.к. по последним исследованиям доказано, что он нарушает водный баланс кожи, сушит ее и провоцирует сальные железы вырабатывать еще больше кожного сала. В качестве нового антибактериального компонента рецептуры был выбран Aspacidol BG – активный ингредиент с себорегулирующими и антибактериальными свойствами. Aspacidol BG состоит из 10-гидроксидекановой кислоты (10-HDA), себациновой кислоты и декандиола. Себациновая кислота обладает антибактериальным действием, а 10-HDA – себорегулирующим.

Экстракт ромашки был заменен на масло чайного дерева, т.к. помимо противовоспалительного действия этот активный ингредиент обладает еще антисептическим и бактерицидным эффектом.

Таким образом, введение новых ингредиентов в состав косметического крем-геля позволит повысить его эффективность в борьбе с акне.

# ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИРОВОЙ ОСНОВЫ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Орлова Е.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
[www.isuct.ru](http://www.isuct.ru) ([orlova.liza95@mail.ru](mailto:orlova.liza95@mail.ru))  
Научный руководитель: к.х.н., доц. Степычева Н.В. (ИГХТУ)

Эмульсионные крема представляют собой жидкостные дисперсные системы, состоящие из гидрофильной и гидрофобной фаз, а также эмульгаторов, определяющих тип эмульсии.

Масла, входящие в состав крема, в основном, являются эмолентами. Эмоленты – это вещества, выполняющие смягчающую и увлажняющую функцию, путем образования защитной гидрофобной пленки, которая препятствует испарению влаги с поверхности кожи.

В настоящее время установлено, что для нормального функционирования коже нужны полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), входящие в состав масел. В группу ПНЖК входят кислоты линейного строения с четным числом атомов углерода (18...24) цис-конфигурации. В зависимости от положения двойной связи их делят на 2 семейства:  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6-кислоты.

Ненасыщенные жирные кислоты – это необходимый строительный материал для липидных слоев рогового слоя. При их недостатке образуются бреши в защитном барьере, кожа становится сухой и раздраженной. Так как, большинство этих кислот являются незаменимыми, необходимо их поступление извне, причем в оптимальном диапазоне соотношения  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 от 4:1 до 1:1.

В косметических средствах для обеспечения максимально положительного эффекта соотношение этих кислот должно находиться в диапазоне от 10:1 до 1:1. На практике данную задачу решают эмпирически – подбором смеси масел или рассчитывают смесь по определенному алгоритму из имеющегося набора масел с известным жирно-кислотным составом.

Целью данной работы является оптимизация жирно-кислотного состава купажа масел для повышения биологической активности косметического средства. Для крема, включающего следующий набор растительных масел: оливковое, макадамии и зародышей пшеницы, было установлено оптимальное количественное соотношение по  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3-кислотам, которое составляет 3:3:2 соответственно. Оливковое масло и масло макадамии являются хорошими эмолентами с высоким содержанием  $\omega$ -6 кислот и соотношением  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 16,3:1. В данной композиции масло зародышей пшеницы является основным источником  $\omega$ -3, что позволило вывести соотношение в оптимальный диапазон – 9,6:1. Таким образом, данная смесь масел является оптимально сбалансированной по жирно-кислотному составу.

## СИНТЕЗ АРИЛ- И АЛКИЛ-ЗАМЕЩЕННЫХ КОРРОЛОВ

Петрова Д.В.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

*e-mail: dar.isuct@yandex.ru*

Научный руководитель: д. х. н., профессор, главный научный сотрудник Семейкин А.С.

В настоящее время известно большое количество синтетических аналогов порфиринов. Одними из наиболее известных и синтетически доступных являются корролы – ароматические аналоги, отличающихся от порфиринов отсутствием одного метинового мостика.

В данной работе рассмотрены основные методы получения корролов, имеющих как *мезо*-арильные заместители (корролы А<sub>3</sub> и А<sub>2</sub>В- типа), так и  $\beta$ -алкильные, а так же имеющие *мезо*, $\beta$ -замещение.

Для синтеза *мезо*-замещенных А<sub>3</sub> корролов были использованы методы конденсации пирролов с различными альдегидами. Для синтеза А<sub>2</sub>В корролов использовалась конденсация *мезо*-арилдипиролметанов с бензальдегидами.

$\beta$ -алкилзамещенные корролы были получены радикально-окислительной циклизацией, их тетрапирольных предшественников - биладиенов.

Для синтеза смешанных, имеющих *мезо*, $\beta$ -замещение, корролов с была использована окислительная конденсация *мезо*-замещенных биладиенов.

Данными методами получены различные корролы, в том числе имеющие в фенильных кольцах функциональные заместители, способные к последующей модификации.

Все полученные соединения охарактеризованы спектральными данными, подтверждающими их структуру.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства образования и науки РФ № 4.7305.2017/8.9  
Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием  
ФГБОУ ВО «ИГХТУ»*

# ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ МОНОСЛОЕВ ТЕТРА-(*n*-МЕТОКСИФЕНИЛ)ПОРФИРИНА КОБАЛЬТА

Родина С.С., Петрова М.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Научные руководители д.ф.-м.н. Майорова Л.А.

[rodinas0f@yandex.ru](mailto:rodinas0f@yandex.ru)

Порфирины и их аналоги, а также их комплексы используются в качестве катализаторов, фотосенсибилизаторов, сенсорных устройств и полупроводниковых материалов. Показано, что наноагрегаты порфиринов могут обладать особыми структурными и фотофизическими свойствами, благодаря которым они являются потенциальными кандидатами для применения в нелинейной оптике, в фотопроводниках нанометрового размера и в светособирающих системах [1].

Задачи данной работы: исследование процессов формирования наноструктур тетра-(*n*-метоксифенил)порфирина кобальта (*CoTnMPP*) на границе раздела вода-воздух и определение зависимости основных характеристик формируемых слоев от исходной степени покрытия поверхности.

Плавающие слои *CoTnMPP* формировали на установке «НТ-МДТ» (Зеленоград, Россия) из раствора в хлороформе ( $C=3.6 \cdot 10^{-5}$  М) при исходных степенях покрытия поверхности  $c_{\text{face}}$  от 3 до 25%, рассчитанных для условия расположения молекул вдоль поверхности воды. Структура слоев анализировалась в рамках модели наноструктурированного *M*-монослоя с помощью количественного метода анализа изотерм сжатия [2,3].

Установлено, что *CoTnMPP* на границе раздела вода-воздух в исследованном диапазоне исходных степеней покрытия поверхности, в интервале поверхностных давлений от 0 до 1 мН/м формирует монослои, структурной единицей которых является наноагрегат. Определены основные характеристики монослоев. Показано, что возможно формирование face-on наноагрегатов (с расположением молекул вдоль поверхности воды) двух различных типов: face-on-rar (разреженные, при  $c_{\text{face}}=3\%$ ) и face-on-cond (конденсированные, при  $c_{\text{face}}$  от 6 до 25%). Характерной особенностью разреженного монослоя является высокое значения площади, приходящейся на молекулу в агрегате ( $A_{\text{mol}}=26$  нм<sup>2</sup>), и низкое значение числа молекул в агрегате ( $n=9$ ), в отличие от более плотных конденсированных наноагрегатов. Рассчитаны основные характеристики монослоев: площадь, приходящейся на молекулу в агрегате, количество молекул в *M*-агрегате, диаметр агрегата и плотность монослоя. Диаметр агрегатов в разреженном монослое составляет 17 нм, а в конденсированных монослоях эта величина изменяется от 8 до 100 нм. Плотность наноагрегатов в разреженном монослое – 0,07, а в конденсированном – от 0,1 до 0,5. Установлена зависимость площади, приходящейся на молекулу в агрегате  $A_{\text{mol}}$  от исходной степени покрытия поверхности для конденсированных face-on монослоев –  $A_{\text{mol}}=1/(0,003-0,009 \cdot c_{\text{face}})$ . В разреженном монослое количество воды внутри агрегатов ( $w_{\text{in-M}}/A_{\text{mol}}$ ) составляет 93%, а в конденсированных монослоях – от 89 до 49%. Среднее расстояние между молекулами в агрегате – 4,3 нм, а в конденсированных монослоях – от 3 до 0,6 нм. Плотность монослоя, определяемая по степени покрытия поверхности агрегатами составляет 80-90%.

Работа выполнена в рамках Государственных заданий Минобрнауки РФ 4.9184.2017/7.8 и 4.1929.2018/4.6.

1. Kharitonova N.V., Maiorova L.A., Koifman O.I. Aggregation behavior of unsubstituted magnesium porphyrine in monolayers at air water interface and in Langmuir–Schaefer films / N.V. Kharitonova, L.A. Maiorova, O.I. Koifman // *J. Porphyrins Phthalocyanines*. – 2018. – №22. – С. 509–520.
2. Maiorova L.A. Controlled self-assembling of azaporphyrins in 2D-and 3D-nanostructures in Langmuir layers and Langmuir Blodgett films / L.A. Maiorova // *D.Sc. Diss. Ivanovo*. – 2012. – С. 382.
3. Valkova L.A., Betrencourt C., Hochapfel A. Et al. Aggregation behavior of unsubstituted magnesium porphyrine in monolayers at air–water interface and in Langmuir–Schaefer films / L.A. Valkova, C. Betrencourt, A. Hochapfel Et al // *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* – 1996. – №287. – С. 269-273.

# ИЗОПОРФИРИНЫ МЕТАЛЛОВ *d*-ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА

Родина Ю. С., Глазкова М. Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Rodini2@mail.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Агеева Т. А.

Как известно, металлопорфирины, а также иницирующие системы с пероксидом бензоила (ПБ) на их основе, позволяют осуществлять радикальную полимеризацию виниловых мономеров в контролируемом режиме и моделировать свойства получаемых полимеров [1]. Однако процесс взаимодействия металлопорфиринов с ПБ до сих пор изучен не полностью и представляет большой интерес.

Целью настоящей работы являлось изучение кинетики взаимодействия тетра-3-бутоксифенилпорфиринатов железа (FeP), кобальта (CoP) и титана (TiP) с ПБ в ММА спектрофотометрическим методом. Установлено, что комплексы кобальта и титана взаимодействуют с ПБ в среде мономера с образованием соответствующих металлоизопорфиринов. Спектрально это подтверждается уменьшением интенсивности полос поглощения в видимой области электронных спектров поглощения и ростом полос поглощения в ближней ИК-области (рис. 1). Порфиринат железа с ПБ практически не взаимодействует.

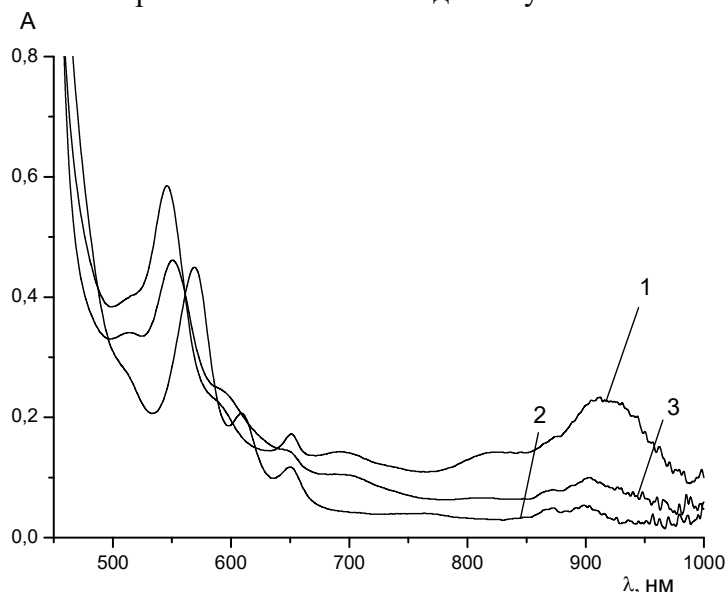


Рис. 1. Электронные спектры поглощения систем: 1 – CoP + ПБ; 2 – FeP + ПБ; 3 – TiP + ПБ.

Следует отметить, что полимеризация ММА наблюдается в присутствии всех трех иницирующих систем: CoP + ПБ, FeP + ПБ, TiP + ПБ. Однако использование систем CoP + ПБ и TiP + ПБ способствует повышению эффективности процесса полимеризации.

1. Islamova R.M., Nazarova S.V., Koifman O.I. Porphyrins and Their Metal Complexes in Radical Polymerization of Vinyl Monomers. *Macroheterocycles*. 2011. V. 4(2). P. 97-105.

Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-03-00986). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ», в рамках Государственного задания (проект № 4.9109.2017/7.8).



# ДИФТАЛОЦИАНИНЫ ЛАНТАНОИДОВ: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Ухова Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
a.ukhova@yandex.ru

Научный руководитель: к. х. н., доцент Венедиктов Е. А. (ИХР РАН)

Обобщены накопленные в литературе данные по структурным и физико-химические свойства дифталоцианинов Ln (3+). Обсужден их практический потенциал. Затронут вопрос использования этих соединений для модификации пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ). Рассмотрены результаты спектроскопических и термических исследований ПВХ-пластиката, содержащего дифталоцианин Lu и Er.

ПВХ обладает широким спектром полезных свойств, вместе с тем ему присущи недостатки, связанные с низкой термической и фотохимической устойчивостью, а также жесткостью, которые ограничивают возможность его переработки и эксплуатации изделий из него. Для решения этих проблем обычно проводят модификацию ПВХ добавками пластифицирующих веществ и ингибиторов деструктивных процессов, среди которых в литературе отмечены порфирины и фталоцианины. Интерес к таким соединениям обусловлен возможностью варьирования их состава, строения и их свойствами. Работа является актуальной как с точки зрения фундаментальной прикладной науки, так и для решения практических задач.

Исследованы особенности состояния дифталоцианина лютеция в ПВХ- пластикате методами спектроскопии и полученные данные сопоставлены с аналогичными свойствами данного соединения в растворах. Кроме того, в работе были оценены также спектральные свойства Cu-тетрафенилпорфина в ПВХ- пластикате.

Проведение термогравиметрического анализа в окислительной среде пластифицированного поливинилхлорида в присутствии дифталоцианинов лантаноидов показывает, что введенный дифталоцианин лютеция обладает термостабилизирующим действием на ПВХ-композицию. О термохимической устойчивости ПВХ- композиции судили по значениям температуры начала разложения.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».*

# СИНТЕЗ НЕСИММЕТРИЧНОЗАМЕЩЕННОГО ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА АВАВАВ'-ТИПА

Филиппова Я. Е.

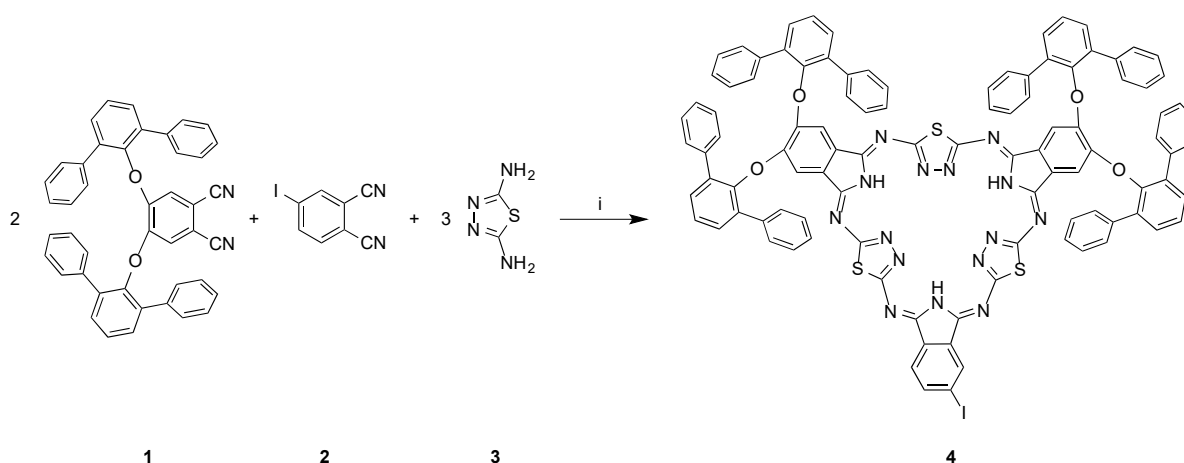
Ивановский государственный химико-технологический университет

[filippova.isuct@gmail.com](mailto:filippova.isuct@gmail.com)

Научный руководитель: д. х. н., профессор Исляйкин М. К. (ИГХТУ)

Гемигексафрази́ны – макрогетероциклические соединения АВАВАВ-типа, состоящие из шести последовательно чередующихся триадиазольных (А) и изоиндольных (В) фрагментов, соединенных азамостиками, являются объектами интенсивных научных исследований [1, 2]. Особый интерес представляют несимметричнозамещенные гемигексафрази́ны АВАВАВ'-типа, содержащие в изоиндольных фрагментах объемные заместители и атом галогена. Наличие объемных заместителей увеличивает растворимость в органических растворителях, что значительно упрощает очистку этих соединений, а присутствие атома галогена открывает перспективы последующей функционализации. Однако на момент постановки настоящей работы в литературе не содержалось сведений о синтезе несимметричнозамещенных гемигексафрази́нов. Поэтому целью данной работы является синтез и изучение строения гемигексафрази́на на основе 4,5-бис-(2,6-дифенилфенокси)фталонитрила (**1**) и 4-йодфталонитрила (**2**).

Синтез макрогетероциклического соединения АВАВАВ'-типа проводили взаимодействием 4,5-бис-(2,6-дифенилфенокси)фталонитрила (**1**), 4-йодфталонитрила (**2**) и 2,5-диамино-1,3,4-триадиола (**3**) (мольное соотношение 2:1:3) в безводном этиленгликоле в течение 24 часов при кипении. После окончания выдержки реакционную массу охлаждали и выливали в воду, выпавший осадок отфильтровывали, промывали водой и после сушки экстрагировали хлороформом. Финальную очистку проводили с помощью колоночной хроматографии на силикагеле, используя хлороформ в качестве элюента. Продукт сушили в вакууме при 60 °С в течение 4 часов.



Макрогетероциклическое соединение **4** представляет собой порошок оранжевого цвета, хорошо растворимое в дихлорметане, хлороформе, метаноле и других органических растворителях.

7. Borja Cirera, Olga Trukhina, Jonas Björk, Giovanni Bottari, Jonathan Rodríguez-Fernandez, Alberto Martín-Jimenez, Mikhail K. Islyaikin, Roberto Otero, José M. Gallego, Rodolfo Miranda, Tomas Torres, David Ecija // *J. Am. Chem. Soc.* 2017. N. 139. P. 14129 – 14136.
8. E.N. Ivanov, O.N. Trukhina, O.I. Koifman, M.K. Islyaikin. // *Macroheterocycles*. 2016. Vol. 9. N. 3. P. 225 – 229.

Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 19-03-00888). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ»

# МИКРОВОЛНОВОЙ СИНТЕЗ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПОРФИРИНОВЫЕ ФРАГМЕНТЫ В БОКОВОЙ ЦЕПИ

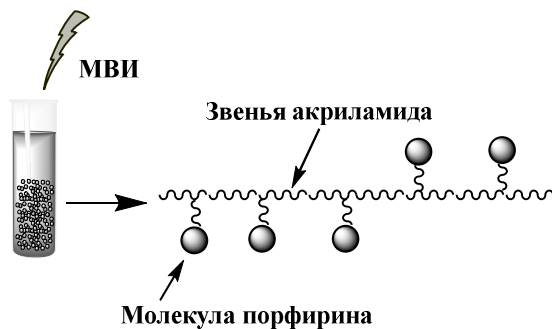
Шилов И.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[schilovivan.2013@yandex.ru](mailto:schilovivan.2013@yandex.ru)

Научные руководители: к. х. н., доцент Агеева Т.А., инж. Печникова Н.Л.

В последние годы наблюдается рост числа публикаций по синтезу различных органических соединений с применением микроволнового излучения (МВИ). Использование МВИ позволяет в разы сократить время реакции, увеличить выход синтезируемых соединений. Во многих случаях в условиях микроволнового синтеза удается получить продукты реакции, которые в условиях термического нагрева не образуются, что открывает большие возможности использования для синтеза новых функциональных материалов.

Нами были получены водорастворимые порфиринполимеры (ПП) на основе акриламида и моно-винил-фенил-замещенного порфирина в условиях микроволнового излучения. Синтез полимеров, содержащих порфириновые звенья, осуществлялся в несколько этапов: получение порфиринового мономера по методу смешанно-альдегидной конденсации; микроволновой синтез порфиринполимеров на основе акриламида с различным соотношением исходных реагентов. Получение ПП осуществляли в условиях радикальной сополимеризации с использованием динитрила азобисизомаасляной кислоты в качестве инициатора.



Применение микроволнового излучения позволило с хорошими выходами получить водорастворимые ПП на основе акриламида с различным содержанием порфириновых фрагментов в полимерной макромолекуле. Использование порфиринового мономера, содержащего одну винильную группу на периферии макрогетероцикла, позволяет получить в условиях реакции радикальной сополимеризации линейные порфиринполимеры, что исключает образование сшитых гидрогелевых структур и обеспечивает доступность тетрапиррольного макрогетероцикла в различных процессах.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-03-00986). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» в рамках Государственного задания (проект № 4.6938.2017/7.8).*

## КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТА

Шитов А.В

Ивановский государственный химико-технологический университет, Иваново, Россия  
sasha.shitov.14@gmail.com

Научный руководитель: к. х. н., доцент Трифонова И.П.

Твердый поливинилацетат весьма ограниченно применяется для изготовления изделий из-за низкой теплостойкости и морозостойкости. Введение наполнителей, в частности мела, повышает теплостойкость поливинилацетата. Для регулирования вязкости исходных композиций, а также с целью повышения морозостойкости и эластичности образцов проводят пластификацию полимера.

Методом динамического механического анализа на приборе «Eplexor» NETZSCH выполнены исследования образцов композитов, полученных из поливинилацетатной дисперсии, мела и пластификаторов. Динамические механические испытания при частоте 1Гц продемонстрировали существенное влияние природы пластификатора на свойства композитов (модуль упругости при растяжении  $E$  и тангенс угла механических потерь  $tg\delta$ ). Из температурных зависимостей  $tg\delta$  получены температуры стеклования композитов, содержащих пластификаторы различного типа (табл).

Пластификатор	$T_{ст}$ , °C
Без пластификатора	33
Масло ПН-6Ш	30
Дибутилфталат	5
Диоктилфталат	2
трикрезилфосфат	12

Поскольку температура стеклования является одним из основных критериев эффективности пластификации, то на основе представленных данных можно сделать вывод о неэффективности применения масла для пластификации ПВА. Другие исследованные нами пластификаторы значительно снижают  $T_{ст}$  композиции, следовательно могут быть использованы для получения более эластичных и морозостойких образцов.

*Авторы благодарят РФФИ за финансовую поддержку исследований (грант № 18-03-00498).*

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Лукапов М.М., 4  
Аббасов Г., 561  
Абрамова А.А., 74  
Абросимова И.Н., 95  
Абросимова О. В., 449  
Авакова Е.О., 619  
Аверин Н.А., 342  
Аверина Е.С., 329  
Аганичева К. А., 75  
Агеева Т.А., 641  
Азорин И. Е., 379  
Аксенов С.Р., 196  
Алексеева А.А., 76  
Алистер Д. А., 77  
Аманова А. В., 450  
Аманова А. В., 478  
Андреева А. В., 380  
Андреев А. А., 199  
Антина Л.А., 635  
Антонова А. А., 27  
Антонова А.С., 620  
Антуганова В.А., 557  
Артюхов А.И., 493, 503  
Асхабова З. А., 628  
Асхабова М.А., 633  
Афанасьева Е.В., 381  
Ахматов А. А., 382  
Бабичев И.В., 330  
Бабурина Е. М., 171  
Багамаев Али, 272  
Бакулин В.П., 571, 572  
Балакирев А. А., 573  
Балашов Е.В., 172  
Банакоева Е. А., 78  
Баннова А.А., 273  
Баранова Ю.Н., 12  
Басков А.А., 383  
Батанов А. А., 348  
Батанов А. А., 331, 350  
Батанов А.А., 335  
Батова Н.А., 494, 534  
Башмакова Д. Е., 495, 524  
Баяндина М.С., 451  
Бекетова Е. А., 496  
Беликов Г.А., 358  
Беликова А. А., 552  
Белова А. Д., 384  
Белова А.Д., 385  
Белова В. С., 28, 39  
Беляев Н. М., 386  
Березин М.Б., 166  
Березин М.Б., 635  
Берёзкина Д.М., 557  
Беспалов А.А., 274  
Бешенов Е.С., 332  
Бобкова Ю. А., 42  
Бобров А.В., 79, 167  
Бобылев Н.С., 621  
Богачев Д.В., 574  
Богачёв Д.В., 606  
Богданова Е.Е., 13, 359  
Бодров А.А., 575  
Бодрягина А.О., 576  
Бойцов Д. Е., 275  
Болдарева В. В., 387  
Болобин Е. А., 43  
Болотова О. А., 44  
Бондарев В.А., 528  
Борзунов И. В., 70  
Борисова Т. Н., 333  
Бочаров П.С., 80  
Брайковская М.А., 394  
Братков А.В., 29  
Бубнова К. Е., 81  
Бугрова Ю.С., 359  
Бугрова Ю.С., 14  
Бурцева Е.П., 388  
Бурчу С. П., 577  
Быков Ф.А., 622  
Быкова М.А., 82  
Бычкова А. Н., 83  
Вагин К.В., 30  
Вакарюк Д., 456  
Вакарюк Д., 452  
Валатин А. А., 497  
Ваняйкин И. К., 578, 579  
Василенко К.А., 45  
Васильев А.Д., 360  
Васильев Н.А.<sup>1</sup>, 84  
Василькин Д.П., 498  
Вахромов В.Д., 529  
Веретенников В.В., 85, 121  
Виноградов К. Д., 367, 373  
Виноградов К.Д., 365, 376  
Виноградова А. С., 453  
Виноградова Е.С., 21  
Вишнёва Л.Ю., 31  
Власкина П.А., 389  
Власов А.А., 563  
Власов Г. А., 276

Власова Н.В., 173  
 Власова Э.А., 390  
 Власова Э.А., 391  
 Водянова О. С., 86  
 Воеводина Е.А., 87  
 Воеводина Е.А., 88  
 Воинова М. Е., 392  
 Войнова В.В., 334  
 Волков В.С., 393  
 Волков К. А., 454  
 Волкова М. А., 89  
 Воробьев С. В., 277  
 Воробьева А.В., 455  
 Воронина В. Ю., 491  
 Воронина В.В., 530  
 Воронина В.В., 535  
 Вьялкин Д.А., 635  
 Вячина В.А., 32  
 Гаврилина Я.М., 579  
 Гаврилина Я.М., 578  
 Галкин И.С., 361  
 Гарина Н.А., 394  
 Гацына М. В., 46  
 Гашникова А. В., 158  
 Герасимов А. А., 499  
 Герасимова А.Д., 15  
 Герасимова М.С., 531  
 Гладков Д.А., 278  
 Глазков М.А., 359, 362  
 Глазкова М. Е., 648  
 Глазунова М.А., 395  
 Глушенкова Е.В., 91  
 Говоров Д.Н., 111  
 Головашова Е.С., 641  
 Головин И. А., 177  
 Голубев А.А., 92  
 Голубева А.В., 396  
 Голубева М.А., 175  
 Гонова В. А., 187  
 Гончаренко А.А., 116  
 Гончаренко А.А., 102  
 Горбашова Е.А., 5  
 Горбин Д.И., 502  
 Горбунов А. А., 47  
 Горбунов К.А., 279  
 Горбунова Д. Г., 456  
 Горбунова Д. Г., 479  
 Горбунова Д.Г., 452  
 Гордина Н. Е., 333  
 Гордова И.И., 397  
 Горев Р. А., 580  
 Горохова Т.В., 636  
 Горочная Е. И., 174  
 Горский М.Ю., 553  
 Горюнова Н.А., 398  
 Горянская В. А., 336  
 Горянская В.А., 344  
 Горянская В.А., 331, 335, 349  
 Гришин И. С., 336, 349  
 Гришин И.С., 344  
 Гришин И.С., 335  
 Гундоров Е.С., 280  
 Гуничев П. А., 399  
 Гусарова Д.М., 176  
 Гусев Г.И., 48  
 Гусев Н.Д., 457  
 Гусева А.А., 363  
 Гущина Е.А., 281  
 Давиденко А. В., 400  
 Данилова А.А., 564  
 Дао Киен Кьонг, 330, 337  
 Дельцов Д.В., 282  
 Демин Н.А., 283  
 Денисова Е. А., 458  
 Денисова К. О., 338  
 Денисова К.О., 346  
 Джумаева А.Э., 622  
 Дзюбина А. А., 459  
 Дзюбина А.А., 486  
 Дмитриева М.В., 622  
 Доброхотова А.П., 581  
 Догадаева С. А., 93  
 Докукин С.А., 183  
 Доманина Е. Н., 94  
 Дороднова Е.А., 33  
 Дудкин И.Ю., 95  
 Дымич А.М., 49  
 Дышин А.А.<sup>1</sup>, 166  
 Евдокимов К.С., 401  
 Евдокимова А.В., 96  
 Евдокимова О.Л., 96  
 Евсеева Ю.А., 364  
 Евтушенко В. Д., 177  
 Егоров М. О., 402  
 Егорычева А.М., 554  
 Ежов И.А., 284  
 Елистратова. Е.С., 532  
 Емельянова Ю. С., 16  
 Ерзунов Д. А., 97  
 Ерошин А.В., 98  
 Есина О. А., 626  
 Есина О. А., 619  
 Ефимов А.Е., 533  
 Ешкутов И. А., 500  
 Ещенко А. Р., 460  
 Жемчугов И.А., 50

Жилинская М. А., 99  
 Жудин А. А., 178  
 Завалишин М. Н., 6  
 Завьялов И.И., 403  
 Загаринская Ю.Н., 583, 584, 585, 599, 600, 601, 602  
 Загаринская Ю.Н., 582  
 Зайцева А. В., 404, 405  
 Захаров Д.Е., 285  
 Захарова А. Ю., 179  
 Зеленкова Т.Н., 623  
 Зиненко Н. В., 367, 373  
 Зиненко Н.В., 365, 376  
 Золотова А.Д., 339  
 Зудин С.А., 51  
 Зюзина А.М., 569  
 Ибрагимов Н.О., 180  
 Иванова Е. А., 181  
 Иванова Ю. Б., 161  
 Ивлева Е. М., 52  
 Игнатъев О. И., 501  
 Игонина О.А., 188  
 Извекова А.А., 494  
 Извекова А.А., 534  
 Ильичев Д.А., 634  
 Исаичев В.Л., 309  
 Искинова И.А., 530, 531, 535  
 Исполатова Г. С., 624  
 Истомин В.И., 493, 503  
 Кабиров Д.Н., 77  
 Кадыкова Д.А., 461  
 Казанина Ю.С., 406  
 Казаченко А.С., 407  
 Кайгородова Е.Ю., 100  
 Калинин А. С., 312  
 Калинин А.С., 286  
 Калинин В.В., 287  
 Калугин Е.В., 288  
 Камышева К. А., 34  
 Канатъева М. Н., 558  
 Кандагалова Э.Р., 182  
 Капралова М.А., 408  
 Капустина А.В., 35  
 Карасев Н.С., 365  
 Карасёва Д.А., 555  
 Керимова А.Р., 637  
 Кибирев Н.Р., 409  
 Кириллов А.Е., 37  
 Киселев С.О., 504  
 Киселева Ю. А., 382  
 Кисловский А.А., 571  
 Климанова В.Д., 410  
 Клинов Д.Л., 183  
 Ключкина А.И., 536  
 Ключкина А.И., 550  
 Князев К.В., 537  
 Ковалев П.Е., 53  
 Ковалева А.А., 17  
 Ковкова У. П., 101  
 Козин А. С., 505  
 Козлов А.И., 506  
 Кокорин М.С., 7  
 Колков Ф. В., 289  
 Колпаков Д.В., 290  
 Комаров Д. А., 291  
 Коновал А.В., 340  
 Константинов М., 326  
 Константинова Е.М., 341  
 Конькова Д. В., 638  
 Копейкина Н.С., 366  
 Кополева Е.А., 102  
 Коптева М.С., 586  
 Коптяев А.И., 103, 142  
 Копытов Н.А., 292  
 Кораблева А. Д., 185  
 Корепин Г. Ф., 513  
 Корнеева А.Ю., 556  
 Королькова К.А., 104  
 Корсаков А.А., 54, 60, 71  
 Корсакова Н.Э., 571, 587, 588  
 Корчаго Т.В., 622  
 Костерина И. А., 18  
 Костров О.Н., 332  
 Котова В. Е., 105  
 Кочергин Б. А., 106  
 Кочетков А. В., 589  
 Кочетков А.В., 596  
 Кочетов И.С., 293  
 Кравченко М.А., 625  
 Кравченко М.О., 452  
 Крапивкина О.В., 507  
 Краснов А. А., 508  
 Краснов А.В., 110  
 Крестьянинов М.А. <sup>2</sup>, 117  
 Крисанов А.Н., 186  
 Критская А. Ю., 93  
 Критский Е.Л. <sup>1</sup>, 117  
 Круглов Н.С., 55  
 Крутов П. Д., 474  
 Крючкова Е. М., 483  
 Ксенофонов А. А., 123  
 Кубова А.А., 411  
 Кудин Л.С., 111  
 Кудрявцев И. А., 294  
 Кудрявцева А.А., 640  
 Кудрявцева Я. С., 538

Кужлева Э. В., 367  
Кузина Т. Ю., 639  
Кузнецов А.М., 295  
Кузнецова А. Н., 107  
Кузнецова А.А., 108  
Кузнецова А.В., 342  
Кузнецова В.А., 19  
Кузнецова Д.А., 109  
Кузнецова И.А., 412  
Кузнецова С. С., 185  
Кузьмин Д. Е., 509  
Кузьмин И.А., 108  
Кузьмин И.А., 110  
Кузьмин Н.А., 111  
Кузьмина Л.Е.<sup>1</sup>, 112  
Куканова Н.В., 36  
Кукушкин В.Н., 413  
Кулакова Е.Д., 462  
Кулёв В.А., 463  
Кулибаба Д. А., 414  
Куликов В.Д., 415  
Куликов Е.А., 590  
Куликова А. А., 56, 464  
Кульбацкая М.С., 565  
Кунникова А. С., 416  
Курицына А.А., 113  
Курникова А.А., 343  
Курочкин И. Ю., 114  
Курочкин И. Ю., 115  
Курьлев С. А., 277  
Кусова Т.В., 366  
Кустов М.И., 591, 592  
Лавров В.А., 353  
Лаврова О.Н., 368  
Лампасова З.А., 557  
Лапшин Н.А., 296  
Лапшина П.В., 417  
Ларина А.И., 297  
Латыпова А.Р., 116, 147  
Латышев А.А., 57  
Лашенко И. В., 418  
Лебедев М. А, 336  
Лебедев М.А., 335, 344, 349  
Лебедев М.Д., 102  
Лебедев М.Д., 116  
Лебедев Н.А., 419  
Лебедева Е. О., 369  
Лебедько П. В., 558  
Левин П.В., 320  
Левчук Д.Н., 298  
Лепилов Г.Е., 370  
Летуновская А. В, 58  
Леуш Е.О., 544, 545  
Липина А.А., 619, 626  
Литвиненко А.О., 139  
Лихонина А.Е. <sup>1</sup>, 117  
Лобова М.А., 560  
Лучкин Н.В., 634  
Магомедов А, 561  
Магомедов Ш.Р., 37  
Макаренко Д.Д., 420  
Макаров В.В., 141  
Макаров С. В., 471  
Макарова А.И., 539  
Макарова Е.В., 593  
Максимов А.А., 594, 595, 596  
Максимова А. А., 8  
Максимова И. А., 465  
Малинин К.О., 299  
Малинина К.А., 548  
Малкова Д.С., 421  
Малова Ю.А., 540  
Мальшев М.О., 370  
Мальшев Ю.С., 300, 597  
Мальшева К.А., 627  
Мальшева М. Е., 466  
Мамедов Д.Н., 467  
Манин А. Д., 541  
Манин А.Н., 151  
Маноли О.А, 631  
Маркус Д. В., 510  
Маров А.С., 118  
Марова А.А., 468  
Марусенко Л. Е., 20  
Марченко Т.А., 545  
Масева О.А., 469  
Матвеева Э. В., 34  
Махалкина Е.С., 422  
Медведев С.И., 59  
Медведева Д.И., 195  
Медведева М.Н., 120  
Мельников А.А., 54, 60, 66, 71  
Мельников А.Г., 29  
Меркушев Д. А., 78  
Мерлян А.П., 85, 121  
Мильков А.С, 21  
Минеева Е. М., 470  
Миронова А. А, 628  
Митрофанова А. А., 187  
Михеева Е.А., 22  
Мовчан Г.Д., 371  
Мозгова В. А., 122  
Моисеева К.Е., 641  
Мокрецов Н. Е., 38  
Молодцов П. А., 471  
Молчанов Е. Е., 123



Морева М.Ю., 472  
Морозов И. С., 423  
Морозова М.А., 301  
Морозова Н.М., 424  
Морохина А.К., 642  
Моршнев Ф.К., 124  
Мочалина К. Е., 125  
Мочалов С.В., 302  
Мужжавлев А.С., 303  
Муйдинова Д.А., 188  
Муратова К.Е., 61  
Мурычева Е. В., 558  
Мусакин П.И., 304  
Мустаева К.Р., 569  
Мухачёва М. А., 189  
Наваркин И.С., 126  
Назаров В.В., 49  
Назарова Ю.С., 598  
Налимова К. А., 127  
Небукин В.О., 62  
Немцов М.А., 305  
Нехитров А.А., 306  
Нечаева А.П., 425  
Никитин И.А., 128  
Никитин К.А., 345  
Никитин К.С., 129  
Никифоров И., 561  
Николаева Т. А., 63  
Никулин А. М., 490  
Никулина А.А., 426  
Новиков Р.А., 310  
Новожилова Ю. А., 473  
Норин В.О., 298  
Носков А. В., 28, 39  
Носкова Ю.В., 620  
Ньянгоя Глория Керубо, 130  
Овчарова Н.И., 644  
Овчинникова А.Ф., 346  
Озеров А.Н., 307  
Орлов А. В., 511  
Орлов В.А., 308  
Орлова Е.С., 645  
Осокин В. С., 541  
Осокин В. С., 474  
Остроумова П.Л., 567  
Отлётгов А. А., 115  
Ощенко И.И., 512  
Павлова Е. А., 427  
Павлова Е. И., 131  
Павлова К.А., 372  
Павлюк С.А., 562  
Панасенкова А. В., 599, 600, 601, 602  
Панасенкова А.В., 584  
Панасенкова А.В., 582, 583, 585  
Панова А.П., 292  
Пантюхин Ю.О., 475  
Панченко И.А., 428  
Парамонова А.С., 476  
Парменов А. А., 513  
Пасовистый Д.Я., 309  
Пасовистый Д.Я., 477  
Пастухов Е.Ю., 310  
Патрикеева А.А., 190  
Пеледина А.А., 132  
Переляхин М.С., 133  
Петлина А. И., 134  
Петрова Д.В., 646  
Петрова Л.С., 627  
Петрова М.В., 647  
Петрова М.И., 542  
Петухова Е. А., 135  
Пешкова И.А., 429  
Пименов И.В., 569  
Писаренко К.О., 311  
Пискунова М. С., 543  
Питева Ю. А., 136  
Платонова А.А., 430  
Плотникова А.О., 137  
Плотникова С.А., 191  
Покровская Е. А., 450  
Покровская Е. А., 478  
Полиектов А.А., 64  
Полковникова А.А., 176  
Поляков М.А., 603  
Попаз. Н. Д., 431  
Попов А.А., 138  
Попов А.С., 432  
Попов Д. С., 331, 348, 350  
Попова А., 561  
Попова В. Д., 456  
Попова В. Д., 479  
Попова Д.И., 23  
Постников В. М., 312  
Потапова А.А., 139  
Потапова К.В., 604  
Потемкина Е. А., 433  
Преснякова А.В., 544, 545  
Прохоров Ю.В., 434  
Пугина Р.А., 480  
Пухов Д. В., 514  
Пученькина А.В., 629  
Разгуляева С.И., 481  
Раковская А.В., 515  
Ращенко А.И., 516  
Рогова Е. А., 136  
Родин Н. С., 517

Родина С.С., 647  
 Родина Ю. С, 648  
 Родионов Р.Е., 313  
 Ромашова Т.Г., 482  
 Рудаков Е. В., 65  
 Рыбушкина Т. А., 518  
 Рябинин М.В., 435  
 Рябов И.С., 315  
 Савенкова М.А, 140  
 Савенкова М.А., 148  
 Савонин П.В., 141  
 Сайфуллин А. И., 336, 349  
 Сайфуллин А.И., 344  
 Сальков В. М., 605  
 Самойленко Д.В., 24  
 Сапогова Д. В., 348  
 Сапогова Д.В, 350  
 Сапогова Д.В., 331  
 Седнев А. И., 519  
 Седова К. С., 483  
 Седых К.И., 436  
 Селиванов А. Р., 574  
 Селиванов А.Р., 606  
 Семенова А. А., 437  
 Серебрякова О.Д., 373  
 Серегина А.Н., 193  
 Серкис А.Ю., 438  
 Серкова Ю.А., 385  
 Серова В. А., 194  
 Сечкин Д.А., 195  
 Сивов.А.Э., 316  
 Сизова М. А., 484  
 Симонова А.М., 196, 520  
 Сичкар Д.А., 317  
 Скворцов И. А., 101  
 Скворцов И.А., 128, 153  
 Скотников Н.А., 142  
 Смирнов Д.А., 440  
 Смирнов Д.В., 66, 441  
 Смирнов И, 561  
 Смирнов Р. В., 607  
 Смирнова А.С., 626  
 Смирнова Д.К., 9  
 Смирнова К.В., 485, 518  
 Смирнова Н.Э., 459  
 Смирнова Н.Э., 486  
 Смирнова У.В.<sup>1,2</sup>, 143  
 Смолин И.Л., 608  
 Соболев А. М., 521  
 Сокерина Е. Ю., 67  
 Соловьев Н. Е., 609  
 Соловьёв Н.Е., 610  
 Сольхуа Д.А, 25  
 Сорокина И. А.<sup>а</sup>, 144  
 Спирина А.А., 539  
 Спирина А.А., 544  
 Спирина А.А., 545  
 Степанов М.А., 487  
 Степанова Д.С., 197  
 Стецюра А.О., 624  
 Стрельчук М. Н., 68, 72  
 Строганова Ю.И., 488  
 Ступикова С.А., 145  
 Суворов А.А., 563  
 Сунцов А.В., 442  
 Суставов Г.А., 611  
 Сухачев Я.П., 345  
 Сухачев Я.П., 351  
 Сухачев Я.П., 352  
 Сухачева М. Д., 352  
 Сухачева М.Д., 345  
 Сухачева М.Д., 351  
 Таланова Е.В., 616  
 Тарасов Г.М, 596  
 Тарасов Г.М., 612  
 Тарасова Е.С., 146  
 Тарасюк И. А, 147  
 Тартина Н.А., 175  
 Тевризов Н.С., 522  
 Телегина А.А., 560  
 Телецкий З.А, 148  
 Телецкий З.А., 140  
 Темирсултанова А.В., 623  
 Темирсултанова Л.В., 629  
 Теремов Д. П, 558  
 Терентьев С. В., 546  
 Тимовский А.С., 613  
 Титов И.А., 289  
 Тиханов В.А., 307  
 Тихомиров Н.А., 318  
 Ткачева А.С., 523  
 Толстоухов С.А., 319  
 Толстых Н. А., 149  
 Торопова Д. А., 198  
 Травкина Д. С., 495, 524  
 Трошенкова Д. А., 525  
 Трусова А.Д, 564  
 Трусова Т.И., 547  
 Тюканова К.А, 548  
 Тютюкин И. Ю., 69  
 Тютюкин И.Ю., 320  
 Тяглова Я. В., 70  
 Удальцов А.А., 150  
 Удальцова С.С., 549  
 Удоратин А.К, 151  
 Усольцев С.Д., 152

Ухова Е.А., 649  
 Ф.К. Моршнева Ф.К.<sup>1</sup>, 117  
 Фазлыева А.М., 153  
 Федотова А.Е., 154  
 Федулова А.Д., 374  
 Феликс В.Ж., 614  
 Фефилов А.Д., 565  
 Фигурина Е.А., 566  
 Филиппов Е.Г., 321  
 Филиппова А. А., 155  
 Филиппова Я. Е., 650  
 Фомина А.В., 468  
 Фролов И.В., 322  
 Фролова К.О., 10  
 Фуфаева В. А., 489  
 Хабибулин Н. М., 199  
 Хайдин А.А., 323  
 Харитонова Н. В., 156  
 Харитонова Н.В., 74, 168  
 Хасанов Б.Р., 157  
 Хватков В.Н., 443  
 Хохлова А. Ю., 158  
 Хренов Д.В., 375  
 Худяков С.Г., 353  
 Царев А.М., 40  
 Цивилева Е.Н.<sup>1,2</sup>, 159  
 Цикина Е.А., 567  
 Цыберт А.В., 526  
 Цымбалов А.С., 297, 319, 324  
 Чан Динь Фиен<sup>2</sup>, 112  
 Чебрякова А. И., 160  
 Чевган Р.Е., 490  
 Червонова У.В.<sup>6</sup>, 144  
 Черепова Ю.А., 161  
 Череповецкий А.В., 340  
 Черницын А.А., 590  
 Чернова Е.Н., 630  
 Чернова К.А., 200  
 Чернышов В.В., 615  
 Чесалов С.А., 444  
 Чеснокова Н.А., 162  
 Чинаев А.В., 325  
 Чиркова А.В., 616  
 Чиркова Ю.С., 567  
 Чугунов Р. Н., 550  
 Чуюсова А.А., 331, 350  
 Шагалов Е.В., 163  
 Шагурин А.Ю., 164  
 Шаманаева Н. В., 354  
 Шаманин С.В., 355  
 Шамонов Д.А., 445  
 Шаратов М.Ф., 165  
 Шаронов А.В., 48  
 Шашкова Е.В., 617  
 Шашникова Е., 561  
 Шейченко М.В., 48  
 Шерудилло А.С.<sup>1,2</sup>, 166  
 Шестова М.С., 391, 446  
 Шибаев Б.А., 32  
 Шибаева В.Д., 376  
 Шибнев М.А., 356  
 Шилов И.В., 651  
 Шилов М. В., 326  
 Шилов Н.М., 54, 60, 71  
 Шильке М.А., 48  
 Шипалова М. В., 123  
 Шипалова М.В., 167  
 Ширманова В.В., 631  
 Шитов А.В., 652  
 Шишкина А. А., 491  
 Шкред А.Е., 186  
 Шлякова Д.А., 569  
 Шпаков К.А., 72  
 Шпаковская М.В., 447  
 Шумилин М.В., 327  
 Шумилова И.А., 168  
 Яковенко П.О., 169  
 Ямановская И.А., 358  
 Янина К.Э., 377

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ».....	3
SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF ZINC(II) <i>BIS</i> (DIPYRROMETHENATES) WITH C <sub>60</sub> .....	4
Lukanov M.M.....	4
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССОВ СМЕШАННОЛИГАНДНОГО КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ КОБАЛЬТА(II) С ТРИГЛИЦИНОМ И L-ГИСТИДИНОМ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ.....	5
Горбашова Е.А. ....	5
КООРДИНАЦИОННЫЕ РАВНОВЕСИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ(II), КОБАЛЬТА(III), МЕДИ(II) С ОСНОВАНИЯМИ ШИФА ПИРИДОКСАЛЬ-5-ФОСФАТА В НЕЙТРАЛЬНОМ ВОДНОМ РАСТВОРЕ ...	6
Завалишин М. Н. ....	6
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ЩЕЛОЧНОМ РАСТВОРЕ НИТРОЗАМЕЩЕННЫХ ПОРФИРИНОВ.....	7
Кокорин М.С. ....	7
СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ТЕТРАПИРИДИЛПОРФИНА В ВОДНО-ЩЕЛОЧНОМ РАСТВОРЕ .....	8
Максимова А. А. ....	8
СТАНДАРТНЫЕ ЭНТАЛЬПИИ ОБРАЗОВАНИЯ D,L-3-АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ДИССОЦИАЦИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ .....	9
Смирнова Д.К. ....	9
ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ТРИГЛИЦИНА С КОБАЛЬТОМ(II) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ.....	10
Фролова К.О. ....	10
СЕКЦИЯ «ДИЗАЙН, ТЕХНОЛОГИИ, ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ».....	11
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРЕБРЕНИЯ И ЗОЛОЧЕНИЯ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ОПРАВЫ ЯПОНСКОГО МЕЧА .....	12
Баранова Ю.Н. ....	12
ПОДГЛАЗУРНАЯ РОСПИСЬ КЕРАМИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ.....	13
Богданова Е.Е. ....	13
ИЗГОТОВЛЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО ПАННО ИЗ ПОЛУФАРФОРА МЕТОДОМ ПЕРЕГОРОДЧАТОЙ ТЕХНИКИ .....	14
Бугрова Ю.С. ....	14
ДЕКОРИРОВАНИЕ КЕРАМИКИ В ТЕХНИКЕ «BUBBLES» .....	15
Герасимова А.Д. ....	15
ХУДОЖЕСТВЕННОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШКАТУЛКИ .....	16
Емельянова Ю. С. ....	16
ПОДГЛАЗУРНАЯ РОСПИСЬ КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛАНШЕТОК ПО УТЕЛЬНОМУ ЧЕРЕПКУ .....	17
Ковалева А.А. ....	17
ХУДОЖЕСТВЕННОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСОЛЬНОГО СТОЛА .....	18
Костерина И. А. ....	18

ДЕКОРИРОВАНИЕ ФАРФОРА МЕТОДОМ НАДГЛАЗУРНОЙ РОСПИСИ.....	19
Кузнецова В.А.....	19
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ДЕКОРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ КОЖАНОГО БРАСЛЕТА С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ВСТАВКОЙ.....	20
Марусенко Л. Е. ....	20
ХУДОЖЕСТВЕННОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕРЬЕРНОЙ ВЫВЕСКИ.....	21
Милюков А.С., Виноградова Е.С. ....	21
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ БРОШЕЙ .....	22
Михеева Е.А. ....	22
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОМПЛЕКТА НАГРАДНЫХ СПОРТИВНЫХ МЕДАЛЕЙ .....	23
Попова Д.И.....	23
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДСВЕЧНИК ИЗ МАЙОЛИКИ .....	24
Самойленко Д.В.....	24
КОЛЛЕКЦИЯ СУВЕНИРНЫХ ТАРЕЛОК «ИГХТУ» ИЗ ФАРФОРА .....	25
Сольхуа Д.А. ....	25
<b>СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» .....</b>	<b>26</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ СТАЛИ.....	27
Антонова А. А. ....	27
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ ИГОЛЬЧАТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ .....	28
Белова В. С., Носков А. В. ....	28
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ГРАФИТА.....	29
Братков А.В., Мельников А.Г.....	29
ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КВАЗИТВЕРДЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ГЛИН И ИОННОЙ ЖИДКОСТИ ДИЦИАНАМИДА 1-БУТИЛ-3-МЕТИЛИМИДАЗОЛИЯ .....	30
Вагин К.В. ....	30
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ХУДОЖЕСТВЕННАЯ РАЗРАБОТКА БРОШИ.....	31
Вишнёва Л.Ю.....	31
ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАСТВОРА НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПОЛИРОВАНИИ ЛЕГИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ .....	32
Вячина В.А., Шибаев Б.А. ....	32
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ НАСТЕННОГО СВЕТИЛЬНИКА В ФОРМЕ ГИТАРЫ.....	33
Дороднова Е.А. ....	33
ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ ОЛОВО-НИКЕЛЬ ИЗ ОКСАЛАТНО-аммонийных И ФТОРИД- ХЛОРИДНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ.....	34
Камышева К. А., Матвеева Э. В. ....	34
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОСАЖДЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ВЗАМЕН КАДМИЕВЫХ.....	35
Капустина А.В. ....	35
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ХИМИЧЕСКОГО СЕРЕБРЕНИЯ.....	36
Куканова Н.В. ....	36

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОЛОВЯНОЙ МАТРИЦЕ С УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕЙ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗОЙ .....	37
Магомедов Ш.Р. , Кириллов А.Е.....	37
ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ ОСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ ЦИНК-ЖЕЛЕЗО ИЗ АММОНИЙНО-СУКЦИНАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ.....	38
Мокрецов Н. Е.....	38
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ .....	39
Носков А. В., Белова В. С. ....	39
БЛЕСТЯЩЕЕ НИКЕЛИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ .....	40
Царев А.М. ....	40
<b>СЕКЦИЯ «ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИИ» .....</b>	<b>41</b>
СУШКА ФОРПОЛИМЕРА ПОЛИАКРИЛАМИДА, СОВМЕЩЕННАЯ С ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ.....	42
Бобкова Ю. А. ....	42
АДСОРБЦИЯ ВОДЯНЫХ ПАРОВ В СФЕРИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЕ ЦЕОЛИТА .....	42
Болобин Е. А. ....	43
МЕТОДЫ ГРАНУЛИРОВАНИЯ .....	44
Болотова О. А.....	44
ОЧИСТКА ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЭЛЕКТРОМЕМБРАННОМ АППАРАТЕ.....	45
Василенко К.А. ....	45
РАСЧЕТ СТЕПЕНИ РАЗЛОЖЕНИЯ ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ В ЕМКОСТНЫХ РЕАКТОРАХ.....	46
Гацына М. В. ....	46
РАСЧЕТ КРИСТАЛЛИЗАТОРА С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ ДЛЯ ОСАЖДЕНИЯ ДИГИДРАТА КАЛЬЦИЯ .....	47
Горбунов А. А. ....	47
ДЕСТРУКЦИЯ 2,4-ДИХЛОРФЕНОЛА В ПЛАЗМЕ КИСЛОРОДА В ПРИСУТСТВИИ СИЛИКАТНОГО АДСОРБЕНТА.....	48
Гусев Г.И., Шаронов А.В., Шильке М.А., Шейченко М.В.....	48
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛИРОВАНИЯ ФТОРИСТОГО АЛЮМИНИЯ.....	49
Дымич А.М, Назаров В.В. ....	49
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРИРОВАНИЯ ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА МАЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ В РЕАКТОРЕ СМЕШЕНИЯ .....	50
Жемчугов И.А. ....	50
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛЯЦИИ И СУШКИ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПЛОТНОМ СЛОЕ.....	51
Зудин С.А. ....	51
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ КЕРАСИНОВОЙ ФРАКЦИИ НЕФТИ.....	52
Ивлева Е. М. ....	52

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ КОМБИНИРОВАННОЙ СУШКИ КЛЕЕВОЙ ЭМУЛЬСИИ НА ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩЕМ МАТЕРИАЛЕ.....	53
Ковалев П.Е.....	53
ВЫБОР МАСЕЛ ДЛЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ.....	54
Корсаков А.А., Мельников А.А., Шилов Н.М.....	54
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРАНУЛЯЦИИ И СУШКИ ГРАНУЛ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ОПИЛОК, ТОРФА И МОДИФИКАТОРА В ПЛОТНОМ СЛОЕ .....	55
Круглов Н.С. ....	55
ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФАТА АММОНИЯ.....	56
Куликова А. А. ....	56
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ АММОФОСА В АППАРАТАХ БГС .....	57
Латышев А.А.....	57
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРНОГО УЗЛА ОКИСЛЕНИЯ ДИОКСИДА СЕРЫ...58	
Летуновская А. В.....	58
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ГРАНУЛ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ОПИЛОК, ТОРФА И МОДИФИКАТОРА .....	59
Медведев С.И.....	59
Триботехнический стенд для испытаний смазочных материалов .....	60
Мельников А.А., Корсаков А.А., Шилов Н.М.....	60
ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ АММИАКА ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОВ .....	61
Муратова К.Е. ....	61
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОЦЕССА КАПСУЛИРОВАНИЯ В АППАРАТЕ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ .....	62
Небукин В.О.....	62
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА.....	63
Николаева Т. А.....	63
РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ ГРАНУЛ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ БУМАГИ, ОПИЛОК, ТОРФА И МОДИФИКАТОРА.....	64
Полиектов А.А. ....	64
ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ПРИ НАГРЕВЕ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ .....	65
Рудаков Е. В. ....	65
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАСТ ДЛЯ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ.....	66
Смирнов Д.В., Мельников А.А. ....	66
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ В КАПИЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛАХ .....	67
Сокерина Е. Ю. ....	67
КАПСУЛИРОВАНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	68
Стрельчук М. Н.....	68
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИСАДКИ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ МАСЛЕ....	69
Тютюкин И. Ю.....	69

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	70
Тяглова Я. В., Борзунов И. В. ....	70
К ВОПРОСУ ПРИРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ .....	71
Шилов Н.М., Мельников А.А., Корсаков А.А. ....	71
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАПСУЛИРОВАНИЯ ГРАНУЛ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ.....	72
Шпаков К.А., Стрельчук М. Н.....	72
<b>СЕКЦИЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ».....</b>	<b>73</b>
ВЛИЯНИЕ ИСХОДНОЙ СТЕПЕНИ ПОКРЫТИЯ ПОВЕРХНОСТИ НА НАНОСТРУКТУРУ М- МОНОСЛОЕВ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИНА .....	74
Абрамова А.А., Харитонова Н.В.....	74
ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ОСНОВАНИЙ НА КИНЕТИКУ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОКТА(М-ТРИФТОРМЕТИЛФЕНИЛ)ПОРФИРАЗИНА В СИСТЕМЕ БЕНЗОЛ - ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИД.....	75
Аганичева К. А.....	75
ФТАЛОЦИАНИНЫ, СОДЕРЖАЩИЕ НА ПЕРЕФЕРИИ АНТРАХИНОНОВЫЙ ХРОМОФОР .....	76
Алексеева А.А.....	76
ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ БЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ С $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ В РАСТВОРИТЕЛЕ ВОДА-ЭТАНОЛ.....	77
Алистер Д. А., Кабиров Д.Н. ....	77
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ И АГРЕГАЦИОННЫХ СВОЙСТВ 8-ДИМЕТИЛФЕНИЛ-ВОДИРУ.....	78
Банакоева Е. А., Меркушев Д. А.....	78
СИНТЕЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВОДИРУ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ОБЛАСТИ СЕНСОРИКИ.....	79
Бобров А.В. ....	79
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ТЕТРАМЕТИЛ- ЗАМЕЩЁННОГО ВОДИРУ С СЫВОРОТОЧНЫМИ АЛЬБУМИНАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ И МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА .....	80
Бочаров П.С.....	80
АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ В Н-КОМПЛЕКСАХ С П-Н-ПРОПИЛОКСИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТОЙ.....	81
Бубнова К. Е.....	81
КИНЕТИКА ОБРАЗОВАНИЯ И ДИССОЦИАЦИИ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ НИТРОЗАМЕЩЕННЫХ 5- ФЕНИЛ-2,3,7,8,12,18-ГЕКСАМЕТИЛ-13,17-ДИЭТИЛПОРФИРИНА С СОЛЯМИ 3-D МЕТАЛЛОВ В ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ .....	82
Быкова М.А. ....	82
ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ РАСТЕНИЙ КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ .....	83
Бычкова А. Н.....	83
ПОЛУЧЕНИЕ, СТРУКТУРА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЛЕЙ ЦИПРОФЛОКСАЦИНА С САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТОЙ .....	84
Васильев Н.А.,.....	84
МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ДИКАРБАГЕМИПОРФИРАЗИНАТОВНИКЕЛЯ И ЦИНКА ПО ДАНЫМ DFT-РАСЧЕТОВ.....	85
Веретенников В.В., Мерлян А.П.....	85



СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДИРУ С ОБЪЁМНЫМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ В 8-ПОЛОЖЕНИИ В МОДЕЛЬНЫХ И БЕЛКОВЫХ СРЕДАХ.....	86
Водянова О. С. ....	86
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛЫ 5,10,15,20-ТЕТРАКИС(4'-ХЛОРФЕНИЛ)ПОРФИНА .....	87
Воеводина Е.А. ....	87
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОЕНИЯ НЕКОТОРЫХ КОМПЛЕКСОВ N-ОКСИДОВ С $BF_3$ .....	88
Воеводина Е.А. ....	88
СОЛЬВАТНОЕ ОКРУЖЕНИЕ ЭФИРА 18-КРАУН-6 В РАСТВОРИТЕЛЯХ ЭТАНОЛ-ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИД РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА.....	89
Волкова М. А. ....	89
ПОЛИМЕРНЫЕ МЕМБРАНЫ НА ОСНОВЕ PVDF-NFP, ДОПИРОВАННЫЕ ПРОТОННЫМИ ИОННЫМИ ЖИДКОСТЯМИ .....	91
Глушенкова Е.В. ....	91
ТЕРМОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИЙ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ L-КАРНОЗИНА.....	92
Голубев А.А. ....	92
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОЙ МОДИФИКАЦИИ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИПИРРОМЕТЕНАТОВ БОРА(III).....	93
Догадаева С. А., Критская А. Ю. ....	93
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИМЕРОВ НА ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНОГО 1,2,4-ТИАДИАЗОЛА.....	94
Доманина Е. Н.....	94
МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ «СЭНДВИЧЕВОГО» ТИПА, СОДЕРЖАЩИЕ ФРАГМЕНТЫ ТЕТРААНТРАХИНОНОПОРФИРАЗИНА И ТЕТРАФЕНОКСИФЕНИЛОКСИФТАЛОЦИАНИНА .....	95
Дудкин И.Ю., Абросимова И.Н. ....	95
ПОЛУЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАНОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ $Fe_3O_4$ .....	96
Евдокимова А.В. <sup>1</sup> , Евдокимова О.Л. <sup>2</sup> .....	96
СИНТЕЗ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕТРАКИС-4-(ДИЦИАНОФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНАТОВ D- ЭЛЕМЕНТОВ.....	97
Ерзунов Д. А.....	97
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МОЛЕКУЛЫ 1-МЕТИЛСИЛАТРАНА.....	98
Ерошин А.В.....	98
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТРЕТ-БУТИЛЗАМЕЩЕННОГО МАКРОГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКОГО СОЕДИНЕНИЯ С ФРАГМЕНТАМИ 1,3-ТИАЗОЛА .....	99
Жилинская М. А. ....	99
ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПОРФИРИНАТОВ $Co(III)$ И $Sn(IV)$ В СФЕРИЧЕСКИЕ МИЦЕЛЛЫ СТАВ. АКСИАЛЬНАЯ КООРДИНАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ НА МЕТАЛЛОПОРФИРИНАХ.....	100
Кайгородова Е.Ю.....	100

ПЕРГАЛОГЕНИРОВАННЫЕ АНАЛОГИ СУБФТАЛОЦИАНИНА – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АКЦЕПТОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ .....	101
Ковкова У. П., Скворцов И. А. ....	101
ПОЛУЧЕНИЕ МАГНИТНЫХ CORE-SHELL ЧАСТИЦ НИКЕЛЬ-КРЕМНЕЗЕМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ НОСИТЕЛЯ ДЛЯ КАТАЛИЗАТОРОВ.....	102
Кополева Е.А. <sup>1</sup> , Лебедев М.Д. <sup>2</sup> , Гончаренко А.А. <sup>3</sup> .....	102
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ГЕТЕРОЛЕПТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНИДОВ СЭНДВИЧЕВОГО ТИПА С ЛИГАНДАМИ ТЕТРА(ТРЕТ-БУТИЛБЕНЗО)ПОРФИРИНА И ФТАЛОЦИАНИНА .....	103
Коптяев А.И. ....	103
АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ ПИРАЗОЛОНАТНОГО КОМПЛЕКСА ТЕРБИЯ .....	104
Королькова К.А.....	104
СТРОЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ N-ОКСИДОВ .....	105
Котова В. Е. ....	105
ЭФФЕКТ ПРИСУТСТВИЯ БИЛИРУБИНА В РЕАКЦИЯХ СВЯЗЫВАНИЯ МАЛЫХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ ТРАНСПОРТНЫМ БЕЛКОМ .....	106
Кочергин Б. А.....	106
КОМПЛЕКСЫ ЛАНТАНИДОВ «СЭНДВИЧЕВОГО» ТИПА СОДЕРЖАЩИЕ ФРАГМЕНТЫ 5-(2-ХИНОЛИЛ)ТЕТРАБЕНЗОПОРФИРИНА И ФТАЛОЦИАНИНА .....	107
Кузнецова А. Н. ....	107
СИНТЕЗ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НА СВЕРХСШИТОМ ПОЛИСТИРОЛЕ ДЛЯ ГИДРИРОВАНИЯ 4-НИТРОАНИЛИНА .....	108
Кузнецова А.А., Кузьмин И.А. ....	108
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КАРБОКСИАРЕНЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ .....	109
Кузнецова Д.А.....	109
ЭНТАЛЬПИЯ СУБЛИМАЦИИ 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21-ТИА-, 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21,23-ДИТИА-, И 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21-ОКСО-ПОРФИРИНОВ .....	110
Кузьмин И.А., Краснов А.В. ....	110
РАСЧЕТ ЭНТАЛЬПИЙ ОБРАЗОВАНИЯ СПИРОПИРАНОВ МЕТОДОМ ИЗОДЕСМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ .....	111
Кузьмин Н.А., Говоров Д.Н., Дунаев А.М. ....	111
КОНФОРМАЦИОННОЕ СОПЕРНИЧЕСТВО ГЕМИНАЛЬНЫХ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ В 1-СИЛАЦИКЛОГЕКСАНАХ .....	112
Кузьмина Л.Е. <sup>1</sup> , Чан Динь Фиен <sup>2</sup> .....	112
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ L-КАРНОЗИНА.....	113
Курицына А.А. ....	113
СОВМЕСТНОЕ ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ 5,10,15,20-ТЕТРАКИС(4'-ФТОРФЕНИЛ)ПОРФИНА .....	114
Курочкин И. Ю. ....	114
ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РУБРЕНА.....	115
Курочкин И. Ю., Отлётов А. А.....	115
ТЕМПЛАТНЫЙ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ ОРГАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ СУБМИКРОННЫХ ЧАСТИЦ КРЕМНЕЗЕМА .....	116

Лебедев М.Д., Гончаренко А.А., Латыпова А.Р. ....	116
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КАТИОННЫХ СОЛЕЙ ПОРФИРИНОИДОВ: ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ И КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ .....	117
Лихонина А.Е. <sup>1</sup> , Крестьянинов М.А. <sup>2</sup> , Моршнева Ф.К. <sup>1</sup> , Критский Е.Л. <sup>1</sup> .....	117
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКИЛ-ИМИДАЗОЛЬНЫХ ПРОТОННЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ.....	118
Маров А.С. ....	118
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАКРОГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НЕСИММЕТРИЧНОГО СТРОЕНИЯ.....	119
Майловская Е.А. ....	119
СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕРИАЦЕНАФТЦИКЛОГЕКСАНДИОНА И <i>n</i> -ДИАМИНОВ ДИАРИЛЬНОГО РЯДА.....	120
Медведева М.Н. ....	120
ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ И АРОМАТИЧНОСТЬ ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА И ТИАДИАЗОЛ-АННЕЛИРОВАННОГО ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА.....	121
Мерлян А.П., Веретенников В.В. ....	121
ПОЛУЧЕНИЕ ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ 5,10,15,20-(ТЕТРА-4-ИЗОПРОПИЛФЕНИЛ)-21Н,23Н-ПОРФИРИНА КОБАЛЬТА(II) И ПИРРОЛИДИНО-ФУЛЛЕРЕНОВ C <sub>60</sub> . .....	122
Мозгова В. А. ....	122
СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ВОДРУ С РАСШИРЕННОЙ П-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМОЙ .....	123
Молчанов Е. Е., Ксенофонтов А. А., Шипалова М. В. ....	123
ИНВЕРТИРОВАННЫЕ ПОРФИРИНОИДЫ: СИНТЕЗ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ И АГРЕГАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ .....	124
Моршнева Ф.К. ....	124
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРОИЗВОДНЫХ 3,5-ДИАМИНО-1Н-1,2,4-ТРИАЗОЛА .....	125
Мочалина К. Е. ....	125
О ДОСТИЖЕНИИ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ МОЛЕКУЛ СОЕДИНЕНИЙ ЛАНТАНОИДОВ, ОБЛАДАЮЩИХ МНОЖЕСТВОМ НИЗКОЛЕЖАЩИХ ВОЗБУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ.....	126
Наваркин И.С. ....	126
МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ТЕТРА-( <i>R</i> -ФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНОВ С <i>f</i> -ЭЛЕМЕНТАМИ .....	127
Налимова К. А. ....	127
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕКСА АЗАЗАМЕЩЕННЫХ СУБФТАЛОЦИАНИНОВ.....	128
Никитин И.А., Скворцов И.А. ....	128
КИНЕТИКА РЕАКЦИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЦИКЛИЗАЦИИ N, N'-ДИ(4-ХЛОРФЕНИЛ)ДИИМИДА 1,1'-БИНАФТИЛ-4,4',5,5',8,8'- ГЕКСАКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ.....	129
Никитин К.С. ....	129
ТЕРМОДИНАМИКА РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ SE <sup>3+</sup> С ДИГЛИЦИНОМ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ .....	130
Ньянгоя Глория Керубо .....	130

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ НА ПЕРИФЕРИИ ФРАГМЕНТЫ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ .....	131
Павлова Е. И.....	131
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕТРАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ, СОДЕРЖАЩИХ НА ПЕРИФЕРИИ ФЕНИЛФЕНОКСИГРУППЫ И ИХ СУЛЬФОКИСЛОТ.....	132
Пеледина А.А.....	132
3D ГРАФИКИ В СПЕКТРОСКОПИИ И КОРРЕКЦИЯ СПЕКТРОВ НА ЭФФЕКТ ВНУТРЕННЕГО ФИЛЬТРА.....	133
Переляхин М.С. ....	133
СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ С ЦИНКОМ, АЛЮМИНИЕМ И ЛАНТАНИДАМИ.....	134
Петлина А. И.....	134
ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАМЕЩЕННЫХ НИТРОБЕНЗОЛОВ В УСЛОВИЯХ ЖИДКОФАЗНОЙ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ.....	135
Петухова Е. А.....	135
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ ПРОИЗВОДНЫХ ГУАНАЗОЛА С ГАЛЛИЕМ.....	136
Питева Ю. А., Рогова Е. А. ....	136
КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ И КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА С $Zn^{2+}$ И $Pd^{2+}$ МЕЗО-НИТРОЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ 5-ФЕНИЛ- $\beta$ -ОКТААЛКИЛПОРФИРИНА.....	137
Плотникова А.О.....	137
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ Li-КОМПЛЕКСА ТЕТРАКИС(1,2,5-ТИАДИАЗОЛО)ПОРФИРАЗИНА .....	138
Попов А.А. ....	138
4-(АНТРАХИНОНИЛ)КАРБОНИЛЗАМЕЩЕННЫЕ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНЫ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА .....	139
Потапова А.А., Литвиненко А.О.....	139
МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ 5,6-БИС(4-(БЕНЗО[ <i>D</i> ]ТИАЗОЛ-2-ИЛ)ФЕНИЛ)ПИРАЗИН-2,3-ДИКАРБОНИТРИЛА СОГЛАСНО РЕЗУЛЬТАТАМ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ.....	140
Савенкова М.А., Телецкий З.А.....	140
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОРРОЛОВ $A_2B$ -ТИПА С ГИДРОФИЛЬНЫМИ ГРУППАМИ .....	141
Савонин П.В., Макаров В.В.....	141
МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ТРЕХЗВЕННОГО ПРОДУКТА КОНДЕНСАЦИИ 4-ТРЕТ-БУТИЛФТАЛИМИДА С АЦЕТАТ-ИОНОМ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА.....	142
Скотников Н.А., Коптяев А.И. ....	142
ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ СРЕДЫ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЗО-ПРОПАРГИЛАМИНО-ВОДИРУ .....	143
Смирнова У.В. <sup>1,2</sup> .....	143
АЗОМЕТИНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЖЕЛЕЗА (III), ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБАЗОЛА.....	144
Сорокина И. А. <sup>a</sup> , Червонова У.В. <sup>b</sup> .....	144
ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СЕНСОРЫ N- И O-СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ БИС(ДИПИРРОМЕТЕНАТОВ) ЦИНКА(II).....	145
Ступикова С.А. ....	145

СИНТЕЗ ФТАЛОЦИАНИНОВ КОБАЛЬТА И МЕДИ, СОДЕРЖАЩИХ В СВОЕМ СОСТАВЕ АНТРАХИНОНОВЫЕ ХРОМОФОРЫ.....	146
Тарасова Е.С.....	146
СИНТЕЗ МОНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ КОБАЛЬТА и никеля ДЛЯ ГИДРИРОВАНИЯ НИТРОБЕНЗОЛА.....	147
Тарасюк И. А., Латыпова А.Р.....	147
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА БЕНЗОТИАЗОЛСОДЕРЖАЩЕГО НИТРИЛА.....	148
Телецкий З.А., Савенкова М.А.....	148
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ВЫСОКОСИММЕТРИЧНЫХ ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ С ЗАМЕЩЕННЫМИ ФЕНОКСИГРУППАМИ.....	149
Толстых Н. А.....	149
СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ 2-НИТРО-2'-ГИДРОКСИ-5'-МЕТИЛАЗОБЕНЗОЛА НА НАНЕСЁННЫХ ПАЛЛАДИЙ – УГЛЕРОДНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....	150
Удальцов А.А.....	150
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ СУЛЬФАСАЛАЗИНА, ТИАЦЕТАЗОНА И АЦЕТАЗОЛАМИДА.....	151
Удоратин А.К., Манин А.Н.....	151
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОКСОФОСФОРИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДИПИРРОЛИЛМЕТЕНА.....	152
Усольцев С.Д.....	152
СИНТЕЗ ПОРФИРАЗИНОВ НА ОСНОВЕ АЛКИЛЗАМЕЩЕННЫХ 6,7-ДИГИДРО-1 <i>H</i> -1,4-ДИКАРБОНИТРИЛОВ.....	153
Фазлыева А.М., Скворцов И.А.....	153
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕТРА-4-(4-НОНИЛОКСИФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНА И ЕГО МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ.....	154
Федотова А.Е.....	154
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИФЕНИЛ-ПРОИЗВОДНЫХ ФТАЛОЦИАНИНАТОВ <i>D</i> - И <i>F</i> -МЕТАЛЛОВ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ.....	155
Филиппова А. А.....	155
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ <i>D</i> -ЛЕЙЦИЛЗАМЕЩЕННОГО ТРИФЕНИЛПОРФИНА С КАТИОНОМ ЦИНКА В СЛОЯХ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА СУБФАЗА-ВОЗДУХ.....	156
Харитонова Н. В.....	156
АДСОРБЦИОННЫЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	157
Хасанов Б.Р., Гусев Г.И.....	157
ОКИСЛЕНИЕ ПОЛИГИДРОКСИБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА В ПРИСУТСТВИИ ЛАККАЗЫ <i>T. VERSICOLOR</i> .....	158
Хохлова А.Ю., Гашникова А.В.....	158
ТЕРМОДИНАМИКА РЕАКЦИЙ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ СОЛЕЙ ИНДИЯ(III) С <i>БИС</i> (ДИПИРРОМЕТЕНАМИ).....	159
Цивилева Е.Н <sup>1,2</sup> .....	159
ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ РАСТВОРЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ КЛАССА АДАМАНТАНОВ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ СРЕДАХ.....	160

Чебрякова А. И.....	160
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21-ТИА- И 5,10,15,20-ТЕТРАФЕНИЛ-21-ОКСО-ПОРФИРИНОВ .....	161
Черепова Ю.А. , Иванова Ю. Б.....	161
ТЕРМОДИНАМИКА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ МЕДИ (II) С ИЗОНИКОТИНАМИДОМ И КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ РАВНОВЕСИЙ ЛИГАНДА В ВОДНО-органических РАСТВОРАХ .....	162
Чеснокова Н.А.....	162
ВВЕДЕНИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ ФРАГМЕНТОВ В МЕЗО-ПОЛОЖЕНИЕ ПОРФИРИНОВ .....	163
Шагалов Е.В.....	163
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКСОФОСФОРИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДИПИРРИНОВ С РАЗЛИЧНЫМ КООРДИНАЦИОННЫМ ОКРУЖЕНИЕМ МЕТОДАМИ КВАНТОВОЙ ХИМИИ .....	164
Шагурин А.Ю. ....	164
ФОСФОРИЛЗАМЕЩЁННЫЕ ПОРФИРИНЫ:СИНТЕЗ И КООРДИНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА .....	165
Шарапов М.Ф.....	165
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ И МЕЖМОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА ФОТОНИКУ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И ВОДИРУ КРАСИТЕЛЕЙ .....	166
Шерудилло А.С. <sup>1,2</sup> , Березин М.Б. <sup>1</sup> , Дышин А.А. <sup>1</sup> .....	166
СВОЙСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГИБРИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕЗО-ЗАМЕЩЕННЫХ ВОДИРУ И ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТРИЦ.....	167
Шипалова М.В., Бобров А.В.....	167
АГРЕГАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЗАМЕЩЕННОГО ФЕНИЛПИРРОЛИДОНА НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ВОДА-ВОЗДУХ.....	168
Шумилова И.А., Харитонов Н.В. ....	168
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЯ 2,3-ДИЦИАНО-1ФЕНИЛ-ДИАЗАБОРОЛИНА .....	169
Яковенко П.О. ....	169
<b>СЕКЦИЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК» .....</b>	<b>170</b>
<b>КРАЕВАЯ ЗАДАЧА. МЕТОД СТРЕЛЬБЫ .....</b>	<b>171</b>
Бабурина Е. М. ....	171
<b>ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.....</b>	<b>172</b>
Балашов Е.В. ....	172
<b>МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОКУСЫ.....</b>	<b>173</b>
Власова Н.В.....	173
<b>МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ .....</b>	<b>174</b>
Горочная Е. И.....	174
<b>УРАВНЕНИЕ ШРЁДИНГЕРА .....</b>	<b>175</b>
Голубева М.А., Тартина Н.А. ....	175
<b>МАТЕМАТИКА И АРХИТЕКТУРА.....</b>	<b>176</b>
Гусарова Д.М, Полковникова А.А. ....	176

РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА МЕТОДОМ СВЕДЕНИЯ К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЯМ.....	177
Евтушенко В. Д., Головин И. А.....	177
НАХОЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ И СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ .....	178
Жудин А. А., Шишкина А. Р. ....	178
ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ. ИХ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ.....	179
Захарова А. Ю. ....	179
ОБРАТНОЕ ИНТЕРПОЛИРОВАНИЕ .....	180
Ибрагимов Н.О.....	180
АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ .....	181
Иванова Е. А. ....	181
ЛЕГЕНДА О ВОПРОСЕ №6 .....	182
Кандагалова Э.Р.....	182
ПРИЛОЖЕНИЯ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ.....	183
Клинов Д.Л., Докукин С.А.....	183
КУБИК РУБИКА .....	185
Кораблева А. Д., Кузнецова С. С. ....	185
ИНТЕРПОЛЯЦИЯ СПЛАЙНАМИ.....	186
Крисанов А.Н., Шкред А.Е.....	186
КРЕАТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В ВУЗЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВОГО ЭЛЕМЕНТА .....	187
Митрофанова А. А., Гонова В. А. ....	187
РЕШЕНИЕ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ КВАДРАТНЫХ КОРНЕЙ .....	188
Муйдинова Д.А., Игонина О.А. ....	188
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГЛАЗУРИ ДЛЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ.....	189
Мухачёва М. А. ....	189
МАТЕМАТИКА В КУЛИНАРИИ .....	190
Патрикеева А.А.....	190
КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ СПЛАЙН-МЕТОДОВ .....	191
Плотникова С.А. ....	191
ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ, ЗАДАННОЙ ТАБЛИЧНО .....	192
Севергина Е.С. ....	192
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТОВАНИЯ.....	193
Серегина А.Н. ....	193
ВИДЫ ЗАТРАТ НА ИТ-СЕРВИСЫ В СОВРЕМЕННЫХ КОМПАНИЯХ.....	194
Серова В. А. ....	194
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ПРИ ОГРАНКЕ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ.....	195
Сечкин Д.А., Медведева Д.И.....	195

УРАВНЕНИЯ В ПОЛНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛАХ .....	196
Симонова А.М., Аксенов С.Р. ....	196
ТЕОРИЯ ГРАФОВ В ХИМИИ.....	197
Степанова Д.С. ....	197
ПРИМЕНЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ К РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ .....	198
Торопова Д. А. ....	198
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАКСИМУМА И МИНИМУМА ФУНКЦИИ К РЕШЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ .....	199
Хабибулин Н. М., Андреев А. А. ....	199
ИНТЕГРИРОВАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ДРОБЕЙ ЧЕТВЁРТОГО ТИПА .....	200
Чернова К.А. ....	200
СЕКЦИЯ «ГОРОД И ОБЩЕСТВО: ГУМАНИТАРНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ» .....	201
ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА И ЕГО ОЦЕНКА ЗАРУБЕЖНЫМИ ХИМИКАМИ, СОВРЕМЕННОКАМИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА .....	202
Алистер Д.А. ....	202
ИЗОБРАЗИТЕЛЬНО-ВЫРАЗИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА В ПОЭЗИИ В.В МАЯКОВСКОГО .....	203
Азорабекова В.В. ....	203
ЛИНГВОМЕНТАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЯЗЫКОВОЙ КАРТИНЫ МИРА КАК ОТРАЖЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО МЕНТАЛИТЕТА .....	204
Алешонкова А. А., Бобышкина Е. А. ....	204
ХИМИЯ ПО-РУССКИ: ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЯЗЫКА ХИМИИ ТУРКМЕНСКИМИ СТУДЕНТАМИ .....	205
Ачылов Ыляс Торе оглы .....	205
ПОЛЬЗА И ВРЕД НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	206
Байеми Морис Сезар .....	206
АУТИЗМ КАК СОЦИАЛЬНО-ФИЛОСОФСКАЯ ПРОБЛЕМА .....	207
Баяндина М.С. ....	207
ОБРАЗ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА В РУССКОЙ ЯЗЫКОВОЙ РЕЦЕПЦИИ .....	208
Белова А. В. ....	208
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ «УЧЁБА И ЭСТЕТИКА» КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ЭСТЕТИКИ УЧЕБНОГО И НАУЧНОГО ТРУДА.....	209
Беяева В. Д. ....	209
МОДЕЛЬ НАЦИОНАЛЬНОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ «РОССИЯ» ДЛЯ МИРОВОЙ ЯЗЫКОВОЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ.....	210
Беянин А. Н. ....	210
«ЗОЛОТОЙ ФОНД» ТАДЖИКСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	211
Бойматов К.К. ....	211
КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ МАЛОГО ГОРОДА КАК РЕСУРС СОЦИОКУЛЬТУРНОГО РАЗВИТИЯ (Г. КОХМА).....	212
Боровиков М. Н. ....	212



НАУЧНАЯ СТАЖИРОВКА Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА В ГЕЙДЕЛЬБЕРГСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ. Р.БУНЗЕН, Г.КИРХГОФ, Э.ЭРЛЕНМЕЙЕР .....	213
Васильченко Е. В. ....	213
СОВРЕМЕННАЯ РОК-КУЛЬТУРА КАК СФЕРА СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ. ПРОЕКТ РЕГИОНАЛЬНОГО РОК-БАТТЛА .....	214
Веселова А.В. ....	214
ИНТЕРНЕТ И СЕТЕВОЕ ОБЩЕСТВО: ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНОГО .....	215
Воеводина Е.А. ....	215
ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПОВСЕДНЕВНОСТИ.....	216
Воинова М. Е.....	216
О НЕКОТОРЫХ ПРИЧИНАХ ПАДЕНИЯ РЕЧЕВОЙ КУЛЬТУРЫ (НА ПРИМЕРЕ РЕЧИ СТУДЕНТОВ ИГХТУ) .....	217
Вокурова Д.А., Конайкова К.А. ....	217
ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗА ГОРОДА XXI ВЕКА .....	218
Волков А.Ю.....	218
КУЛЬТОВАЯ АРХИТЕКТУРА ИВАНОВО-ВОЗНЕСЕНСКА (ИВАНОВО): СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ .....	219
Воробьева Н.А. ....	219
НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ Ж. АЛФЕРОВА И СОВРЕМЕННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ .....	220
Герасимов А. А. ....	220
ЭТИМОЛОГИЯ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНА “PLASMA” (ПО МАТЕРИАЛАМ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ).....	221
Голубева А.Ю., Ратавина В.С.....	221
МЕТОДЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Д. НЬЮЛЕНДСА И У. ОДЛИНГА И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА.....	222
Горочная Е.И.....	222
СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ «СЛОВ ГОДА» В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЛЕКСИКИ .....	223
Горочная Е. И.....	223
СОСТАВ СОВРЕМЕННЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА. ....	224
Евтушенко В.Д.....	224
ВОСПРИЯТИЕ КРАСОТЫ: СТЕРЕОТИПЫ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ .....	225
Елесина Ю. С. ....	225
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА «УДЕЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ, 1856 Г.» .....	226
Еракова А.А.....	226
КНИЖНАЯ КУЛЬТУРА В СОВРЕМЕННОМ МАССОВОМ СОЗНАНИИ.....	227
Захарова А. Ю. ....	227
ЧИТАТЕЛЬ И ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ: ОТКРЫТИЕ СЕБЯ .....	228
Зубилов Р. М., Смирнова Д. Д.....	228
ОСОБЕННОСТИ УДАРЕНИЯ В ГЛАГОЛЬНЫХ ФОРМАХ .....	229

Иголина О.А.....	229
ИГРАТЬ РОЛИ ИЛИ ЖИТЬ? ФИЛОСОФИЯ ВЫБОРА.....	230
Карапапас М. Е. ....	230
НОВЫЕ СЛОВА С ЭЛЕМЕНТОМ “FOOD” (ПО МАТЕРИАЛАМ СЛОВАРЕЙ WORDSPY И UNWORDS) .....	231
Кернер А.А.....	231
ФЕСТИВАЛИ СОВРЕМЕННОГО ИСКУССТВА КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ: РОССИЙСКИЙ КОНТЕКСТ.....	232
Клепикова С.Р.....	232
ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ТАБЛИЦЫ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИХ ПРОИЗНОШЕНИЯ ПО АНГЛИЙСКОМУ ОРФОЭПИЧЕСКОМУ СЛОВАРЮ EPD Д. ДЖОУНЗА.....	233
Ковкова У. П. ....	233
ПРОБЛЕМА ПЕРЕВОДА АНГЛИЙСКИХ КОЛЛОКАЦИЙ С КОМПОНЕНТОМ FIRE .....	234
Ковырзин М.С.....	234
ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНОВ “CONDUCTOR/SEMICONDUCTOR” (ПО МАТЕРИАЛАМ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ СЛОВАРЕЙ) .....	235
Комова И.В., Смирнов С.С. ....	235
ЯЗЫКОВЫЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ РЕКЛАМЫ.....	236
Кострова Е.А.....	236
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ДМИТРИЯ ИВАНОВИЧА МЕНДЕЛЕЕВА В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИИ .....	237
Краилов А.А.....	237
ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЛОВ ТЕМЫ “PHISICS”/“SCIENCES” (НА МАТЕРИАЛЕ СЛОВАРЯ THE ILLUSTRATED DICTIONARY OF UNFAMILIAR WORDS).....	238
Крапивкина О.В. ....	238
БИНАРНЫЕ ТЕРМИНЫ МОДЕЛЕЙ N/N И A/N ОБЛАСТИ «МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКА» (НА МАТЕРИАЛАХ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ).....	239
Краснов А. Б., Соболев А. М. ....	239
КОНЦЕПЦИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ КУХНИ НА ПРИМЕРЕ КУХНИ ГЕРМАНИИ И АВСТРИИ .....	240
Краснова В.А.....	240
ЛЕКСИКО-СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОГО ТЕКСТА: АНАЛИЗ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ СТАТЬИ ПО ПРОБЛЕМЕ ПЕРЕРАБОТКИ, ХРАНЕНИЯ И ПОЛЬЗЫ СВЕЖЕГО ЛУКА .....	241
Крючкова Е. М. ....	241
ПРОБЛЕМА ИСТИНЫ В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ.....	242
Кулёв В.А., Парамонова А.С., Баяндина М.С.....	242
РАБОТА Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА В ВЭО. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТ ПО НАЛОГООБЛАЖЕНИЮ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ.....	243
Курицына А.А. Ивановский государственный химико-технологический университет.....	243
СОВРЕМЕННОЕ АНГЛИЙСКОЕ РЕСТОРАННОЕ МЕНЮ КАК ОБЪЕКТ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (НА МАТЕРИАЛАХ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ).....	244
Логачева О.И.....	244

СЛОВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛЕКСЕМЫ CHEMISTRY (НА ПРИМЕРЕ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ СЛОВАРЕЙ НОВЫХ СЛОВ) .....	245
Лузева Ю.С., Платова А.С. ....	245
Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ – БЛЕСТЯЩИЙ ОРАТОР .....	246
Луканов М.М. ....	246
ЭТИКЕТ ВИРТУАЛЬНЫХ КОММУНИКАЦИЙ .....	247
Макшанова А.О., Алешонкова А.А. ....	247
НАУЧНОЕ И ОБЫДЕННОЕ: ПРОБЛЕМЫ СОСУЩЕСТВОВАНИЯ .....	248
Маркус Д. В. ....	248
ПРЕФИКСЫ ТЕРМИНОСИСТЕМЫ «МИКРО И НАНОЭЛЕКТРОНИКА».....	249
Маркус Д. В., Ращенко А. И. ....	249
МОДА, ЭКОЛОГИЯ, ПОТРЕБЛЕНИЕ: ПАРАДОКСЫ СОЗНАНИЯ .....	250
Морева М.Ю. ....	250
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ. К ПРОБЛЕМЕ ПЕРВЕНСТВА НАУЧНОГО ОТКРЫТИЯ .....	251
Мухина Е., Мыкина Е. ....	251
ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ПОКОЛЕНИЙ КАК ФАКТОР СТАНОВЛЕНИЯ МОЛОДОГО УЧЕНОГО .....	252
Никитин К. С. ....	252
УЛИЦА ПОЭТА Н. П. МАЙОРОВА.....	253
Оганян В.В. ....	253
ЭВТАНАЗИЯ – УБИЙСТВО ИЛИ АКТ МИЛОСЕРДИЯ? .....	254
Парамонова А.С. ....	254
ЭКОЛОГИЯ СОЗНАНИЯ: НАРОДНЫЙ КАЛЕНДАРЬ В СОВРЕМЕННЫХ КУЛЬТУРНЫХ ПРАКТИКАХ .....	255
Парамонова А.С. ....	255
АГНОНИМЫ – НАЗВАНИЯ ПРЕДМЕТОВ ИНДУСТРИИ КРАСОТЫ – В СТУДЕНЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ .....	256
Покровская Е.А. ....	256
МУЛЬТФИЛЬМЫ КАК СРЕДСТВО СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ВОСПИТАНИЯ.....	257
Покровская Е.А. ....	257
ЭТИМОЛОГИЯ И ЗНАЧЕНИЕ ТЕРМИНА «GLOW DISCHARGE» .....	258
Раковская А.В. ....	258
ЛИТЕРАТУРНЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ ИЗ ТУРКМЕНИСТАНА .....	259
Розыев С. С. ....	259
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОПЕЧЕНИЯ И ТРУДНОСТИ ПЕРЕВОДА АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ТЕРМИНОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПШЕНИЧНОЙ МУКИ.....	260
Рычихина Е.Д. ....	260
ЦИФРОВОЙ РАЗРЫВ VS СОЦИАЛЬНОЕ РАВЕНСТВО .....	261
Симонова А.М. ....	261
ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЧАСТЬЯ В РОМАНЕ А.Б. СТРУГАЦКИХ «ПИКНИК НА ОБОЧИНЕ» .....	262

Смирнов П.А. ....	262
ДЕТСКИЙ МУЗЕЙ, КАК ЯВЛЕНИЕ КУЛЬТУРЫ И СОЦИОКУЛЬТУРНАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА.....	263
Соболева А.А. ....	263
ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СМИ В УСЛОВИЯХ ЧС (НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ) .....	264
Сурин Н.А., Ходаров А.А. ....	264
МОРФЕМА «NANO-» В АНГЛОЯЗЫЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ ОБЛАСТИ «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»: ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ .....	265
Тартина М.А.....	265
ЛЕКСИКОГРАФИЧЕСКОЕ ОТРАЖЕНИЕ ЛЕКСИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОНИКИ.....	266
Торопова Д. А. ....	266
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ВРЕМЕНИ В РУССКОМ И ТУРКМЕНСКОМ ЯЗЫКАХ (НА МАТЕРИАЛЕ ПОСЛОВИЦ И ПОГОВОРОК) .....	267
Хасанов Б.Р. ....	267
НЕОЛОГИЗМЫ С ЭЛЕМЕНТОМ LATTE .....	268
Цветкова М.А.....	268
ФИЛОСОФСКОЕ ОСМЫСЛЕНИЕ ФЕНОМЕНА ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	269
Шелихова Е. А. ....	269
УДАРЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ РУССКОМ ЯЗЫКЕ.....	270
Шишкина А.Р.....	270
<b>СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» .....</b>	<b>271</b>
ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ СОСУД.....	272
Багамаев Али.....	272
РАЗРАБОТКА ГРАНУЛЯТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	273
Баннова А.А. ....	273
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ МЕЛЬНИЦЕ УДАРНО-ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	274
Беспалов А.А.....	274
СКРИНИНГ СОКРИСТАЛЛОВ СУЛЬФОАМИДОВ.....	275
Бойцов Д. Е.....	275
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАКЕТНОЙ ВИХРЕВОЙ НАСАДКИ С КОЛЬЦАМИ РАШИГА ПУТЕМ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ .....	276
Власов Г. А.....	276
МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ И СКОРОСТЕЙ ИХ ДВИЖЕНИЯ В ПРОТИВОТОЧНОЙ СТРУЕ, ИСТЕКАЮЩЕЙ В ПСЕВДООЖИЖЕННЫЙ СЛОЙ .....	277
Воробьев С. В., Курылев С. А. ....	277
РАЗРАБОТКА ТРЕХКОПУСНОЙ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ.....	278
Гладков Д.А.....	278

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ СУСПЕНЗИЙ В СИСТЕМЕ (В-Т) С РАЗРАБОТКОЙ КОНСТРУКЦИИ РОТОРНО-ИМПУЛЬСНОГО АППАРАТА .....	279
Горбунов К.А. ....	279
РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНИКА КОНДЕНСАТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ .....	280
Гундоров Е.С. ....	280
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА ОТДЕЛЬНЫХ СТУПЕНЯХ 3-Х СТУПЕНЧАТОЙ МЕЛЬНИЦЫ .....	281
Гущина Е.А. ....	281
РАЗРАБОТКА АБСОРБЕРА УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА.....	282
Дельцов Д.В. ....	282
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ПОЛИКОМПОНЕНТНЫХ ЧАСТИЦ В ИМПУЛЬСНЫХ СТРУЯХ И ПСЕВДОЖИЖЕННОМ СЛОЕ .....	283
Демин Н.А. ....	283
РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ НАТРИЙ-КАТИОННОГО ФИЛЬТРА .....	284
Ежов И.А. ....	284
ИОНООБМЕННАЯ ОЧИСТКА РАСТВОРОВ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ.....	285
Захаров Д.Е.....	285
ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ .....	286
Калинин А.С.....	286
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ИОНООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОГО И НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	287
Калинин В.В.....	287
ПЛАСТИНЧАТЫЙ ПАСТЕРИЗАТОР И ИСПАРИТЕЛЬ.....	288
Калугин Е.В.....	288
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ СМЕСИ СПИРТ-ВОДА В КОЛОННОМ АППАРАТЕ С РАЗЛИЧНЫМИ КОНТАКТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ .....	289
Колков Ф. В., Титов И.А.....	289
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБА .....	290
Колпаков Д.В. ....	290
МЕТОДЫ СУХОГО ОБОГАЩЕНИЯ АПАТИТОВЫХ РУД .....	291
Комаров Д. А.....	291
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ В КОЛОННОМ АППАРАТЕ .....	292
Копытов Н.А.,Панова А.П. ....	292
МОДЕРНИЗАЦИЯ ИОНИТНОГО ФИЛЬТРА В ХИМИЧЕСКОМ ЦЕХЕ КОСТРОМСКОЙ «ГРЭС» .....	293
Кочетов И.С.....	293
РАЗРАБОТКА ИОНИТНОГО ФИЛЬТРА В ХИМИЧЕСКОМ ЦЕХЕ КОСТРОМСКОЙ «ГРЭС» .....	294
Кудрявцев И. А. ....	294
СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАСАДКИ ТИПА КОЛЕЦ РАШИГА С ДРУГИМИ НАСАДКАМИ ПУТЕМ ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ .....	295
Кузнецов А.М.....	295

ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЕМКОСТНОМ АППАРАТЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ .....	296
Лапшин Н.А. ....	296
ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭМУЛЬСИЙ И ИХ ДИСПЕРСИОННЫЙ СОСТАВ.....	297
Ларина А.И., Цымбалов А.С.....	297
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРАБАНА ОБСЫПКИ КАРАМЕЛИ И ПОМАДОСБИВАЛЬНОЙ МАШИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРАМЕЛИ.....	298
Левчук Д.Н., Норин В.О.....	298
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА.....	299
Малинин К.О.....	299
РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЗЛА СМЕШЕНИЯ .....	300
Мальшев Ю.С.....	300
РАЗРАБОТКА ЭКСТРАКТОРА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ.....	301
Морозова М.А.....	301
ПРОИЗВОДСТВО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С РАЗРАБОТКОЙ ПЕЧИ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА ...	302
Мочалов С.В.....	302
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРЕХПОЛОЧНОЙ КОЛОННЫ СИНТЕЗА АММИАКА .....	303
Мужжавлев А.С. ....	303
МОДЕРНИЗАЦИЯ КОЛОННЫ СИНТЕЗА КАРБАМИДА.....	304
Мусакин П.И. ....	304
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА В СИСТЕМЕ ВОЗДУХ-ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕГО КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ АППАРАТА ТИПА АВО .....	305
Немцов М.А. ....	305
РАЗРАБОТКА МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА .....	306
Нехитров А.А. ....	306
АБСОРБЦИЯ ОКСИДОВ АЗОТА ОРГАНИЧЕСКИМИ ПОГЛОТИТЕЛЯМИ.....	307
Озеров А.Н., Тиханов В.А. ....	307
РАЗРАБОТКА ПРОМЫВНОЙ КОЛОННЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБАМИДА .....	308
Орлов В.А.....	308
УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ НА АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС.....	309
Пасовистый Д.Я., Исаичев В.Л. ....	309
ПРИМЕНЕНИЕ ЗАТОРНОГО И СУСЛОВАРОЧНОГО АППАРАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА.....	310
Пастухов Е.Ю., Новиков Р.А.....	310
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ 3-Х СТУПЕНЧАТОЙ МЕЛЬНИЦЫ УДАРНО-ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ВАЛОМ .....	311
Писаренко К.О. ....	311
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСАДИТЕЛЬНОЙ ЦЕНТРИФУГИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ СО ШНЕКОВОЙ ВЫГРУЗКОЙ ОСАДКА .....	312
Постников В. М., Калинин А. С.....	312
ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТР-ЧАНА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИВА .....	313

Родионов Р.Е. ....	313
РАЗРАБОТКА БАРАБАННОЙ ГРАНУЛЯТОРНОЙ СУШИЛКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ .....	314
Романов Р.А. ....	314
РЕГЕНЕРАЦИЯ GV- РАСТВОРА .....	315
Рябов И.С. ....	315
РАЗРАБОТКА МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ .....	316
Сивов.А.Э. ....	316
КАВИТАЦИОННАЯ МАГНИТО – ИМПУЛЬСНАЯ АКТИВАЦИЯ ЦЕМЕНТНЫХ СМЕСЕЙ.....	317
Сичкар Д.А. ....	317
ПРОИЗВОДСТВО КЕРАМИЧЕСКОЙ ПЛИТКИ С РАЗРАБОТКОЙ СУШИЛКИ РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО ТИПА .....	318
Тихомиров Н.А. ....	318
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ В РОТОРНО-КАВИТАЦИОННОМ активаторе..	319
Толстоухов С.А., Цымбалов А.С. ....	319
АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛА МЕТОДОМ ВДАВЛИВАНИЯ ...	320
Тютюкин И.Ю., Левин П.В. ....	320
РАЗРАБОТКА БАРАБАНА-ОМАСЛИВАТЕЛЯ .....	321
Филиппов Е.Г. ....	321
РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВАКУУМНОГО ДЕАЭРАТОРА .....	322
Фролов И.В. ....	322
РАЗРАБОТКА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛОННЫ СИНТЕЗА АММИАКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА .....	323
Хайдин А.А. ....	323
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭМУЛЬГАТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОМАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ.....	324
Цымбалов А.С. ....	324
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПИВНЫХ НАПИТКОВ.....	325
Чинаев А.В. ....	325
ОБЗОР ОСНОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОСАДИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРИФУГ ДЛЯ ОСВЕЩЕНИЯ СУСПЕНЗИЙ .....	326
Шилов М. В., Константинов М. ....	326
РАЗРАБОТКА БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ-ГРАНУЛЯТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ .....	327
Шумилин М.В. ....	327
СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ» .....	328
СИНТЕЗ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА $CuO$ ДЛЯ КАТАЛИЗАТОРОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНВЕРСИИ $CO$ .....	329
Аверина Е.С. ....	329
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ МОЛИБДАТА ЖЕЛЕЗА МЕХАНОХИМИЧЕСКИМ И ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ МЕТОДАМИ .....	330

Бабичев И.В., Дао Киен Кыонг .....	330
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА МЕТАНОЛА .....	331
Батанов А. А., Попов Д. С., Сапогова Д.В., Горянская В.А., Чуюсова А.А.....	331
ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЧНОЙ ДЕЗАКТИВАЦИИ НА АКТИВНОСТЬ НАНЕСЁННОГО НИКЕЛЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА В РЕАКЦИИ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ СТИРОЛА ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ.....	332
Бешенов Е.С., Костров О.Н. ....	332
ПРИМЕНЕНИЕ ИЗОКОНВЕРСИОННОЙ КИНЕТИКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ЦЕОЛИТОВ .....	333
Борисова Т. Н., Гордина Н. Е. ....	333
СИНТЕЗ ГРАНУЛИРОВАННОГО ЦЕОЛИТА LTA ИЗ МЕТАКАОЛИНА С УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКОЙ.....	334
Войнова В.В. ....	334
ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ НА СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МОЛИБДАТА ХРОМА .....	335
Горянская В.А., Батанов А.А., Лебедев М.А., Гришин И.С. ....	335
МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ КРЕМНИЙОКСИУГЛЕРОДНЫХ КОМПОЗИТОВ .....	336
Гришин И. С., Сайфуллин А. И., Лебедев М. А., Горянская В. А. ....	336
МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ В СИСТЕМЕ SnO <sub>2</sub> -MoO <sub>3</sub> .....	337
Дао Киен Кыонг.....	337
ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДА АЗОТА (I).....	338
Денисова К. О. ....	338
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ Ti- ИНТЕРКАЛИРОВАННОГО МОТМОРИЛЛОНИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ.....	339
Золотова А.Д. ....	339
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ.....	340
Коновал А.В. <sup>1</sup> , Череповецкий А.В. <sup>2</sup> .....	340
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ СИНТЕЗА НИЗКОМОДУЛЬНЫХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ЦЕОЛИТОВ ИЗ МЕТАКАОЛИНА .....	341
Константинова Е.М. ....	341
ПОВЕРХНОСТНОЕ СОЛЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПРИГОТОВЛЕНИИ НАНЕСЁННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ZnO.Na <sub>2</sub> O/SiO <sub>2</sub> .....	342
Кузнецова А.В., Аверин Н.А. ....	342
ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА ЦИНКА .....	343
Курникова А.А., Иванова Т. А. ....	343
РЕГЕНЕРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗОХРОМОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ КОНВЕРСИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА .....	344
Лебедев М.А., Горянская В.А., Гришин И.С., Сайфуллин А.И. ....	344
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА КАК СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СОЛИ НИКЕЛЯ.....	345
Никитин К.А. , Сухачев Я.П. , Сухачева М.Д.....	345



ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ В ПОВЕРХНОСТИ КАТАЛИЗАТОРОВ .....	346
Овчинникова А.Ф., Денисова К.О. ....	346
ПРИМЕНЕНИЕ СОНОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ Cu-Zn-Al КАТАЛИЗАТОРОВ СИНТЕЗА МЕТАНОЛА .....	348
Попов Д. С., Батанов А. А., Сапогова Д. В. ....	348
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДИГИДРАТА СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ	349
Сайфуллин А. И., Гришин И. С., Горянская В.А., Лебедев М.А. ....	349
МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ Cu-Zn-Al КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА .....	350
Сапогова Д.В., Батанов А. А., Попов Д. С., Чуясова А.А. ....	350
ТЕРМИЧЕСКАЯ ДЕСОРБЦИЯ ВОДОРОДА, СВЯЗАННОГО АКТИВНЫМИ ЦЕНТРАМИ НАНЕСЕННЫХ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ .....	351
Сухачев Я.П., Сухачева М.Д. ....	351
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕЗАКТИВАЦИИ НИКЕЛЯ И КАТАЛИТИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ КРАТНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ.....	352
Сухачева М. Д., Сухачев Я.П. ....	352
ПОЛУЧЕНИЕ ТОВАРНЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ШЛАМОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА .....	353
Худяков С.Г., Лавров В.А. ....	353
КИНЕТИКА СОРБЦИИ/ДЕСОРБЦИИ ПАРОВ ВОДЫ НА ЦЕОЛИТАХ NAA И SOD .....	354
Шаманаева Н. В. ....	354
ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ОКСИДА ЖЕЛЕЗА .....	355
Шаманин С.В. ....	355
МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭКСТРАКТОРА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ .....	356
Шибнев М.А. ....	356
<b>СЕКЦИЯ «ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ, КОМПОЗИЦИОННЫХ И НАНОМАТЕРИАЛОВ» .....</b>	<b>357</b>
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЗОПОРИСТЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ И НИКЕЛЯ .....	358
Беликов Г.А., Ямановская И.А. ....	358
ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДНЫХ ПИГМЕНТОВ ГОРЕНИЕМ ЦИТРАТНЫХ ГЕЛЕЙ .....	359
Богданова Е.Е., Бугрова Ю.С., Глазков М.А. ....	359
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЦИНКФОСФАТНОЙ И ЦИНКАЛЮМОФОСФАТНОЙ СВЯЗКИ .....	360
Васильев А.Д. ....	360
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ .....	361
Галкин И.С. ....	361
МАГНИЙФОСФАТНАЯ СВЯЗКА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СПЕКАНИЯ ОКСИДА МАГНИЯ.....	362
Глазков М.А. ....	362
ГРАНУЛИРОВАННОЕ ВСПУЧЕННОЕ СТЕКЛО .....	363
Гусева А.А. ....	363

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРЫ И СТЕКЛОВОЛОКНА НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА.....	364
Евсеева Ю.А.....	364
TiO <sub>2</sub> -ПИЛЛАРНЫЙ МОНТМОРИЛЛОНИТ С УЛУЧШЕННЫМИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПОЛУЧЕННЫЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ АКТИВАЦИИ ИНТЕРКАЛЯЦИИ ГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ ТИТАНА .....	365
Карасев Н.С., Виноградов К.Д., Зиненко Н.В. ....	365
ПОЛУЧЕНИЕ МЕЗОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ВЫСОКИМИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ И АДСОРБЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ .....	366
Копейкина Н.С., Кусова Т.В.....	366
БИОМИМЕТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН ФОТОКАТАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ TiO <sub>2</sub> С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕМПЛАТОВ И ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ АКТИВАЦИЕЙ ИНТЕКАЛЯЦИИ ПОЛИГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ ТИТАНА.....	367
Кужлева Э. В., Зиненко Н. В., Виноградов К. Д. ....	367
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН .....	368
Лаврова О.Н. ....	368
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ГИДРОЛИЗОМ В СМЕСИ КИСЛОТ .....	369
Лебедева Е. О. ....	369
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛИРОВКИ ПОДЛОЖЕК ИЗ ФЕРРИТОВ ДЛЯ МИКРОПОЛОСКОВЫХ СВЧ-ПРИБОРОВ .....	370
Мальшев М.О., Лепилов Г.Е.....	370
МОКРЫЙ ПОМОЛ КОРУНДА В ВИБРОМЕЛЬНИЦЕ.....	371
Мовчан Г.Д.....	371
СИНТЕЗ ОКСИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ГОРЕНИЯ РАСТВОРОВ .....	372
Павлова К.А. ....	372
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕРКАЛЯЦИИ Al <sub>30</sub> -ПОЛИГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПИЛЛАРНОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА.....	373
Серебрякова О.Д., Зиненко Н. В, Виноградов К. Д.....	373
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ ПУССКИЙ СИНИЙ.....	374
Федулова А.Д.....	374
ЛЕГКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ.....	375
Хренов Д.В.....	375
ПОЛУЧЕНИЕ TiO <sub>2</sub> – ПИЛЛАРНОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА ГИДРОТЕРМАЛЬНО АКТИВИРОВАННОЙ ИНТЕРКАЛЯЦИЕЙ ПОЛИГИДРОКСОКОМПЛЕКСОВ ТИТАНА С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ СОРБЕНТА И ФОТОКАТАЛИЗАТОРА.....	376
Шибеева В.Д., Зиненко Н.В., Виноградов К.Д. ....	376
НИКЕЛЬФОСФАТНЫЙ ЦЕМЕНТ .....	377
Янина К.Э.....	377
СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ» .....	378

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СТОИМОСТЬ КВАРТИР В ГОРОДЕ ИВАНОВО .....	379
Азорин И. Е. ....	379
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ В РАБОТЕ ФИРМЫ ПО ПРОДАЖЕ ТОВАРОВ И ОКАЗАНИЮ УСЛУГ .....	380
Андреева А. В. ....	380
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ И МУНИЦИПАЛЬНЫМ ИМУЩЕСТВОМ.....	381
Афанасьева Е.В. ....	381
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ВИРТУАЛЬНЫХ ВАЛЮТ И ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ.....	382
Ахматов А. А., Киселева Ю. А. ....	382
ТЕЛЕМАТИКА В АВТОСТРАХОВАНИИ.....	383
Басков А.А. ....	383
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВЕРТЫВАНИЯ ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА (QFD) ДЛЯ ВНОВЬ СОЗДАВАЕМЫХ ПРОДУКТОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ .....	384
Белова А. Д. ....	384
ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ КОМПАНИИ К ВНЕДРЕНИЮ КАЙДЗЕН.....	385
Белова А.Д., Серкова Ю.А. ....	385
ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКЕ .....	386
Беляев Н. М. ....	386
СИСТЕМА «МАРКЕТПЛЕЙС» — НОВЫЙ ЦИФРОВОЙ КАНАЛ РЕАЛИЗАЦИИ ФИНАНСОВЫХ ПРОДУКТОВ .....	387
Болдарева В. В. ....	387
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА И УЧЕТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА .....	388
Бурцева Е.П. ....	388
ПРИМЕНЕНИЕ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ .....	389
Власкина П.А. ....	389
АНАЛИЗ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ КОМПАНИИ.....	390
Власова Э.А. ....	390
ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСАМИ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ОБУВИ «SHOW-SHOES» .....	391
Власова Э.А., Шестова М.С. ....	391
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ CRM ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ С ПОТРЕБИТЕЛЯМИ .....	392
Воинова М. Е. ....	392
СРАВНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ И ИМИТАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СМО .....	393
Волков В.С. ....	393
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ .....	394

Гарина Н.А., Брайковская М.А.....	394
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ КАДАСТРОВОЙ СОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ.....	395
Глазунова М.А. ....	395
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	396
Голубева А.В.....	396
ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЯ СИСТЕМ К РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛЕ.....	397
Гордова И.И. ....	397
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЕГО БЕСПЕРЕБОЙНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ (SCM- СИСТЕМА).....	398
Горюнова Н.А. ....	398
ОБЗОР МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ.....	399
Гуничев П. А. ....	399
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПКАХ .....	400
Давиденко А. В. ....	400
МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ С УЧЕТОМ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ СУБЪЕКТОВ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО КРЕДИТОВАНИЯ К РАЗЛИЧНЫМ ЭТИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ.....	401
Евдокимов К.С. ....	401
ПОВЫШЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПКАХ.....	402
Егоров М. О.....	402
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ.....	403
Завьялов И.И. ....	403
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОСТРОЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ИГРОВОМ ДВИЖКЕ UNITY.....	404
Зайцева А. В. ....	404
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РЕАЛИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕАЛЬНЫХ И ВИРТУАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....	405
Зайцева А. В. ....	405
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВКЛАДОВ И ЗАДОЛЖНОСТЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ В РОССИИ.....	406
Казанина Ю.С. ....	406
РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА.....	407
Казаченко А.С.....	407
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ .....	408
Капралова М.А.....	408
СБОР И АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ КЛИЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАНКОМАТОВ.....	409
Кибирев Н.Р. ....	409

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ВМР НА ПРЕДПРИЯТИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ.....	410
Климанова В.Д. ....	410
РАЗРАБОТКА КОНСУЛЬТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ АБИТУРИЕНТА.....	411
Кубова А.А. ....	411
ИССЛЕДОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.....	412
Кузнецова И.А. ....	412
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОМОЩИ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ТЕКСТА ДЛЯ СВОБОДНОГО ОБЩЕНИЯ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ РЕШЕНИЙ.....	413
Кукушкин В.Н. ....	413
УЧЁТ ПОСЕЩАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ.....	414
Кулибаба Д. А. ....	414
ВЫЯВЛЕНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕБЕНКА ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПО ЕГО РИСУНКУ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОСЕТИ.....	415
Куликов В.Д. ....	415
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....	416
Кунникова А. С. ....	416
РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА В КОММЕРЧЕСКОМ БАНКЕ.....	417
Лапшина П.В. ....	417
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	418
Лашенко И. В. ....	418
К ВОПРОСУ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЖИЗНИ В РЕГИОНАЛЬНОМ АСПЕКТЕ.....	419
Лебедев Н.А. ....	419
ЦИФРОВОЙ СЛЕД: ИЗУЧЕНИЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ.....	420
Макаренко Д.Д. ....	420
К ВОПРОСУ О СТРУКТУРЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА.....	421
Малкова Д.С. ....	421
К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ СПОСОБА ВНЕДРЕНИЯ ERP-СИСТЕМЫ НА ТЕКСТИЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	422
Махалкина Е.С. ....	422
КОНЦЕПЦИЯ ТЕМЫ ДЛЯ САЙТА КАФЕДРЫ.....	423
Морозов И. С. ....	423
ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ВО ВСЕ СФЕРЫ ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА.....	424
Морозова Н.М. ....	424
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ В КОНТРАКТНУЮ СИСТЕМУ В СФЕРЕ ЗАКУПОК ТОВАРОВ, РАБОТ, УСЛУГ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ НУЖД.....	425
Нечаева А.П. ....	425

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К МОДЕЛИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ ТОРГОВОГО СЕКТОРА РОССИИ.....	426
Никулина А.А. ....	426
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С ОБРАЩЕНИЯМИ ГРАЖДАН В ОТДЕЛЕНИИ ПФР В РАМКАХ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ .....	427
Павлова Е. А.....	427
АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ .....	428
Панченко И.А.....	428
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНСТВА ПО УПРАВЛЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИМУЩЕСТВОМ НА ПЕРИОД ДО 2018 ГОДА .....	429
Пешкова И.А. ....	429
ПОВЫШЕНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ КОНТРАКТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКУПКАХ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ .....	430
Платонова А.А. ....	430
ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....	431
Попаз. Н. Д. ....	431
РАЗВИТИЕ ДИСТАНЦИОННОГО БАНКОВСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМА БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ .....	432
Попов А.С.....	432
КОНЦЕПТУАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УЧЕТА ВЫДАЧИ КЛЮЧЕЙ И УЧЕБНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ .....	433
Потемкина Е. А. ....	433
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ СРЕДНЕДУШЕВЫМ ДОХОДОМ ФИЗИЧЕСКИХ ЛИЦ И РАЗМЕРОМ ДЕПОЗИТОВ.....	434
Прохоров Ю.В.....	434
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	435
Рябинин М.В. ....	435
К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРАХОВАНИИ.....	436
Седых К.И. ....	436
ПРИМЕНЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ CALS ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ...	437
Семенова А. А.....	437
ПРОЦЕСС ОЦЕНИВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	438
Серкис А.Ю. ....	438
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	440
Смирнов Д.А. ....	440
КОНЦЕПЦИЯ НОВОГО САЙТА КАФЕДРЫ .....	441
Смирнов Д.В. ....	441
ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТАХ.....	442

Сунцов А.В.....	442
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА КОНСТАНТ РАВНОВЕСИЯ.....	443
Хватков В.Н. ....	443
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КРЕДИТНОЙ ПОЛИТИКЕ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА.....	444
Чесалов С.А.....	444
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИМИТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ.....	445
Шамонов Д.А. ....	445
АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ОРГАНИЗАЦИИ.....	446
Шестова М.С.....	446
ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЭКОНОМИКИ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО СБЫТА ПРОДУКЦИИ.....	447
Шпаковская М.В.....	447
СЕКЦИЯ «ПИЩЕВАЯ ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИИ».....	448
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕРАФИНИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ.....	449
Абросимова О. В.....	449
ВЛИЯНИЕ ЦИСТЕИНА НА ВОССТАНОВИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ДИОКСИДА ТИОМОЧЕВИНЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ.....	450
Аманова А. В, Покровская Е. А. ....	450
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ С ПЕРСУЛЬФАТОМ КАЛИЯ В ВОДНЫХ СРЕДАХ .....	451
Баяндина М.С.....	451
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ОЧИСТКИ СЛАБОУАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ.....	452
Вакарюк Д., Горбунова Д.Г., Кравченко М.О.....	452
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2,3-ДИМЕРКАПТОПРОПАНСУЛЬФОНАТА НАТРИЯ С ДЕГИДРОАСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТОЙ.....	453
Виноградова А. С.....	453
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОКСИЛИРОВАНИЯ ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ В АЭРОБНЫХ РАСТВОРАХ СОЕДИНЕНИЙ СЕЛЕНА И БИОЛОГИЧЕСКИХ ТИОЛОВ.....	454
Волков К. А. ....	454
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА.....	455
Воробьева А.В.....	455
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА СВЕТЛОГО НЕФИЛЬТРОВАННОГО ПИВА.....	456
Горбунова Д. Г., Попова В. Д., Вакарюк Д. ....	456
РАЗРАБОТКА СУСЛОВАРОЧНОГО КОТЛА В ПИВОВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	457
Гусев Н.Д.....	457
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТАБИЛЬНОГО ЖЕЛТОГО КОРРИНОИДА С АМИНОКИСЛОТАМИ.....	458
Денисова Е. А.....	458

СОРБЦИЯ ИОНОВ $Cu(II)$ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОРБЕНТОМ НА ОСНОВЕ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ .....	459
Дзюбина А. А., Смирнова Н.Э. ....	459
ГИДРОЛИЗ ЛЬНЯНОГО МАСЛА ПРЕПАРАТОМ "LIREX 100 T" .....	460
Ещенко А. Р. ....	460
СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОКТАПИРИДИЛЗАМЕЩЕННОГО КОМПЛЕКСА КОРРОЛАЗИНА С $P(V)$ .....	461
Кадыкова Д.А. ....	461
ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЙОДА В ОБОГАЩЕННЫХ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ .....	462
Кулакова Е.Д. ....	462
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИФТАЛОЦИАНИНАТОВ ЛЮТЕЦИЯ И ГАДОЛИНИЯ В КАЧЕСТВЕ СЕНСОРОВ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХОЛЕСТЕРИНА .....	463
Кулёв В.А. ....	463
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТВЕРДЫХ ТРИГЛИЦЕРИДОВ В ЗАМЕНИТЕЛЯХ МОЛОЧНОГО ЖИРА.....	464
Куликова А. А. ....	464
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТОКОФЕРОЛОВ МЕТОДОМ ВЭЖХ.....	465
Максимова И. А. ....	465
ВЛИЯНИЕ БЫЧЬЕГО СЫВОРОТОЧНОГО АЛЬБУМИНА НА РЕДОКС РЕАКЦИИ С УЧАСТИЕМ КОБАЛАМИНОВ .....	466
Мальшева М. Е. ....	466
ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЛИЯНИЕ PH СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ ОКИСЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ФЛАВОНоиДА МОРИНА КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА .....	467
Мамедов Д.Н. ....	467
СУБФТАЛОЦИАНИНАТ БОРА(III) КАК ХРОМОГЕННЫЙ СЕНСОР НА ЦИАНИД-АНИОНЫ.....	468
Марова А.А., Фомина А.В. ....	468
ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ И РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПИВНОГО СУСЛА .....	469
Масева О.А. ....	469
ОСОБЕННОСТИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА.....	470
Минеева Е. М. ....	470
КИНЕТИКА и МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ СЕЛЕНИТА и ТИОЛОВ .....	471
Молодцов П. А., Деревеньков И. А. ....	471
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОМАДНЫХ КОНФЕТ.....	472
Морева М.Ю. ....	472
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЫКВЕННОЙ МУКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНДИТЕРСКОГО ИЗДЕЛИЯ.....	473
Новожилова Ю. А. ....	473
ОКИСЛЕНИЕ МОРИНА ТРЕТ-БУТИЛПЕРОКСИДОМ КАТАЛИЗИРУЕМОЕ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНАТАМИ МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА.....	474
Осокин В. С., Крутов П. Д. ....	474



ОБОГЩЕНИЕ ПИЩЕВОГО РАЦИОНА: РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	475
Пантюхин Ю.О. ....	475
ОЦЕНКА СОСТАВА И СВОЙСТВ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАРГАРИНОВ.....	476
Парамонова А.С. ....	476
ЦЕНТРОБЕЖНАЯ МЕЛЬНИЦА .....	477
Пасовистый Д.Я. ....	477
ВЛИЯНИЕ N-ацетилЦИСТЕИНА НА ВОССТАНОВИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ДИОКСИДА ТИОМОЧЕВИНЫ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ.....	478
Покровская Е. А., Аманова А. В. ....	478
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕМНОГО ПИВА .....	479
Попова В. Д., Горбунова Д. Г. ....	479
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЫ(II)SO <sub>2</sub> И СЫ(I) С ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА.....	480
Пугина Р.А. ....	480
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОБАЛАМИНА(I) С ПОЛИТИОНАТАМИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ .....	481
Разгуляева С.И. ....	481
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АНТОЦИАНОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ.....	482
Ромашова Т.Г. ....	482
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАККАЗЫ В ХЛЕБОПЕЧЕНИИ .....	483
Седова К. С., Крючкова Е. М. ....	483
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕЛЕНОЦИСТЕИНА С Fe(III)-ГЕМОВЫМИ КОМПЛЕКСАМИ .....	484
Сизова М. А. ....	484
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АКВАКОБАЛАМИНА И КОБАЛАМИНА(II) С АДДУКТОМ ГЛУТАТИОНА С СЕЛЕНИТОМ .....	485
Смирнова К.В. ....	485
СОРБЦИЯ ИОНОВ Cu(II) ИЗ ВОДНЫХ СРЕД МОДИФИЦИРОВАННЫМ ЛЬНЯНЫМ ВОЛОКНОМ ...	486
Смирнова Н.Э., Дзюбина А.А. ....	486
ШАРОВАЯ МЕЛЬНИЦА .....	487
Степанов М.А. ....	487
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ CU(II) МОДИФИЦИРОВАННЫМ ХИТОЗАНОМ.....	488
Строганова Ю.И. ....	488
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕТРАСУЛЬФОФТАЛОЦИАНИНА ЖЕЛЕЗА В КАТАЛИТИЧЕСКОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ СЕЛЕНИТА .....	489
Фуфаева В. А. ....	489
ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ХИТОЗАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА И ДИОКСИДА ТИОМОЧЕВИНЫ.....	490
Чевган Р.Е., Никулин А. М. ....	490
УСТОЙЧИВОСТЬ КОСМЕТИЧЕСКИХ МАСЕЛ В БЫТОВЫХ УСЛОВИЯХ .....	491
Шишкина А. А., Воронина В. Ю. ....	491

СЕКЦИЯ «ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» .....	492
СРАВНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ КОНТАКТНОГО ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НАД РАСТВОРАМИ НИТРАТОВ КОБАЛЬДА, КАДМИЯ, И ЦИНКА ДЛЯ ЖИДКИХ КАТОДА И АНОДА.....	493
Артюхов А.И., Истомина В.И. ....	493
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ В ЖИДКОМ АНОДЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА .....	494
Батова Н.А., Извекова А.А. ....	494
ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ ГАЛОГЕНОВОДОРОДОВ .....	495
Башмакова Д. Е., Травкина Д. С.....	495
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ GAAS ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЛАЗЕРНЫХ ДИОДОВ.....	496
Бекетова Е. А.....	496
ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СМЕСИ $CF_4 + C_4F_8 + Ar$ С ПЕРЕМЕННЫМ СООТНОШЕНИЕМ $CF_4/C_4F_8$ .....	497
Валатин А. А. ....	497
РАВНОМЕРНОСТЬ ЭФФЕКТА ПЛАЗМЕННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНКИ ПОЛИПРОПИЛЕНА.....	498
Василькин Д.П. ....	498
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕКОМБИНАЦИИ АТОМОВ ХЛОРА НА СТЕКЛЕ.....	499
Герасимов А. А. ....	499
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ ГЕТЕРОГЕННОЙ РЕКОМБИНАЦИИ АТОМОВ ХЛОРА НА СТЕНКЕ РЕАКТОРА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ .....	500
Ешкотов И. А. ....	500
ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ АКТИНОМЕТРИИ РАЗРЯДОВ С ЖИДКИМ КАТОДОМ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ В РАСТВОРЕ.....	501
Игнатьев О. И.....	501
ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ОБРАЗОВАНИЯ $H_2O_2$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНОГО РАЗРЯДА НА РАСТВОРЕ ФЕНОЛОВОГО КРАСНОГО .....	502
Горбин Д.И.....	502
СРАВНЕНИЕ ПЛОТНОСТЕЙ ТОКА КОНТАКТНОГО ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НАД РАСТВОРАМИ НИТРАТОВ КАДМИЯ, ЦИНКА, КОБАЛЬТА И КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ЖИДКИХ КАТОДА И АНОДА .....	503
Истомина В.И., Артюхов А.И. ....	503
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МАСОЧНОГО ТРАВЛЕНИЯ СУБМИКРОННЫХ СТРУКТУР КРЕМНИЯ .....	504
Киселев С.О.....	504
ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЕ И РЕАКТИВНО-ИОННОЕ ТРАВЛЕНИЕ КРЕМНИЯ В СРЕДЕ ТЕТРАФТОРМЕТАНА С КИСЛОРОДОМ .....	505
Козин А. С. ....	505
ЗАКОНОМЕРНОСТИ МАСОЧНОГО ТРАВЛЕНИЯ КРЕМНИЯ В ЖИДКОСТНЫХ СРЕДАХ.....	506
Козлов А.И. ....	506
ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЕ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА.....	507

Крапивкина О.В. ....	507
ОСОБЕННОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СВЧ ГЕНЕРАТОРА ВЫСОКОЙ ВЫХОДНОЙ НЕПРЕРЫВНОЙ МОЩНОСТИ .....	508
Краснов А. А. ....	508
КОНЦЕНТРАЦИИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕ СМЕСИ $\text{HBr} + \text{Cl}_2 + \text{O}_2$ С ПЕРЕМЕННЫМ СООТНОШЕНИЕМ КОМПОНЕНТОВ $\text{HBr} / \text{Cl}_2$ .....	509
Кузьмин Д. Е. ....	509
ТРАВЛЕНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗА В ПЛАЗМЕ ВЧ РАЗРЯДА СМЕСИ ГАЗОВ $\text{O}_2/\text{SF}_6$ .....	510
Маркус Д. В. ....	510
ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ МЕДИ НА ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ЛАМПЫ ОБРАТНОЙ ВОЛНЫ .....	511
Орлов А. В. ....	511
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В СМЕСИ АРГОНА И КИСЛОРОДА .....	512
Ощенко И.И. ....	512
УЛУЧШЕНИЕ СООСНОСТИ ПАЯЕМЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВАКУУМНЫХ СВЧ ПРИБОРОВ .....	513
Парменов А. А., Корепин Г. Ф. ....	513
ПРИМЕНЕНИЕ CVD АЛМАЗА В КОНСТРУКЦИИ СВЧ ДИОДОВ .....	514
Пухов Д. В. ....	514
ПЛАЗМЕННО–РАСТВОРНЫЙ СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ПОРОШКОВ .....	515
Раковская А.В. ....	515
ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОРЕЗИСТИВНОЙ МАСКИ ДЛЯ НАПЫЛЕНИЯ Г-ОБРАЗНОЙ ЗАТВОРНОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ ШОТТКИ .....	516
Ращенко А.И. ....	516
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ФЕРРИТОВЫХ УСТРОЙСТВ СВЧ ДИАПАЗОНА .....	517
Родин Н. С. ....	517
ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ЦИНК-КАДМИЕВЫХ ПОРОШКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО СИНТЕЗА, С ПОМОЩЬЮ СКАНИРУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО МИКРОСКОПА .....	518
Рыбушкина Т. А., Смирнова К.В. ....	518
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКООМНОГО ТОНКОПЛЁНОЧНОГО РЕЗИСТОРА, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКОМ УСИЛИТЕЛЕ АТОМНО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКИ .....	519
Седнев А. И. ....	519
ПРИДАНИЕ ГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ ПОЛИЭФИРНОЙ ТКАНИ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕТЕЛОМЕРОВ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА .....	520
Симонова А.М. ....	520
КОНЦЕНТРАЦИИ НЕЙТРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕ СМЕСИ $\text{CF}_4 + \text{O}_2 + \text{Ar}$ С ПЕРЕМЕННЫМ СООТНОШЕНИЕМ $\text{O}_2/\text{Ar}$ И $\text{O}_2/\text{CF}_4$ .....	521
Соболев А. М. ....	521
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В СМЕСИ $\text{Ar-O}_2$ .....	522

Тевризов Н.С.....	522
МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТЕПЛОТВОДОВ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ .....	523
Ткачева А.С.....	523
ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ ГАЛОГЕНОВОДОРОДОВ .....	524
Травкина Д. С., Башмакова Д. Е.....	524
МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИКАРБОНАТА В ПОСЛЕСВЕЧЕНИИ ПЛАЗМЫ СМЕСИ АРГОНА И КИСЛОРОДА.....	525
Трошенкова Д. А.....	525
РАЗРАБОТКА ФЕРРИОВОГО МИКРОПОЛОСКОВОГО ВЕНТИЛЯ ММ-ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ МОЩНОСТИ.....	526
Цыберт А.В. ....	526
СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ» .....	527
ЗАГРЯЗНЕНИЕ СНЕЖНОГО И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВОВ В ЗОНАХ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ РОДНИКОВ Г.ИВАНОВО И Г. КОХМА .....	528
Бондарев В.А.....	528
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ВБЛИЗИ МЕСТ ВЫХОДА РОДНИКОВЫХ ВОД .....	529
Вахромов В.Д.....	529
ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ Г.ИВАНОВО.....	530
Воронина В.В, Искинова И.А.....	530
ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ (НА ПРИМЕРЕ Г. ИВАНОВО).....	531
Герасимова М.С, Искинова И.А.....	531
ОЦЕНКА НАДЁЖНОСТИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ БИОТЕСТИРОВАНИЕМ.....	532
Елистратова. Е.С.....	532
КОНТРОЛЬ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ.....	533
Ефимов А.Е. ....	533
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛЕНИЯ-ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИОНОВ ХРОМА ПРИ ДЕЙСТВИИ РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА В КИСЛОРОДЕ .....	534
Извекова А.А., Батова Н.А. ....	534
ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ПАУ, ПРИСУТСТВУЮЩИХ В ВОДЕ РЕКИ УВОДЬ .....	535
Искинова И.А., Воронина В.В.....	535
ОЧИСТКА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОТ НАФТАЛИНА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ .....	536
Клюшкина А.И.....	536
ВЫЯВЛЕНИЕ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ГАЗОВОГО ВЫБРОСА ОТ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ.....	537
Князев К.В.....	537

ДИНАМИКА УРОВНЯ КАЧЕСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД И ЗНАЧЕНИЙ РИСКОВ ОТ ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....	538
Кудрявцева Я. С. ....	538
АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПО ДАННЫМ О КАЧЕСТВЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК.....	539
Макарова А.И., Спирина А.А. ....	539
МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ЗОНАХ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ РОДНИКОВ ГОРОДА ИВАНОВО.....	540
Малова Ю.А. ....	540
ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ДЕГРАДАЦИИ МОДЕЛИ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ КАТАЛИЗАТОРОВ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗА С ТЕТРАПИРОЛЛЬНЫМИ ЛИГАНДАМИ.....	541
Осокин В. С., Манин А. Д.....	541
КАЧЕСТВО ВОДЫ, УПОТРЕБЛЯЕМОЙ ГОРОДСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ В ПИТЬЕВЫХ ЦЕЛЯХ.....	542
Петрова М.И.....	542
ПОКАЗАТЕЛИ РИСКА ОТ УПОТРЕБЛЕНИЯ РОДНИКОВЫХ ВОД ГОРОДСКИМ НАСЕЛЕНИЕМ 2003-2019 ГОДАХ .....	543
Пискунова М. С. ....	543
ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ УВОДЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	544
Преснякова А.В., Леуш Е.О., Спирина А.А. ....	544
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЫХ РЕК ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	545
Спирина А.А., Преснякова А.В., Марченко Т.А., Леуш Е.О.....	545
ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ .....	546
Терентьев С. В. ....	546
МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВБЛИЗИ РОДНИКОВ.....	547
Трусова Т.И. ....	547
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕСТРУКЦИИ ЧХУ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ГАЗОВЫХ СМЕСЯХ В ДБР .....	548
Тюканова К.А., Малинина К.А.....	548
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ Г. ИВАНОВО .....	549
Удальцова С.С.....	549
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СТОКОВ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ .....	550
Чугунов Р. Н., Ключкина А.И. ....	550
СЕКЦИЯ «ШКОЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И НАУЧНЫЕ ПРОЕКТЫ» .....	551
СИНТЕЗ И КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЦИАНОФЕНОКСИ- ЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ КОБАЛЬТА .....	552
Беликова А. А.....	552
КАРТОФЕЛЬ ФРИ: ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД? .....	553
Горский М.Ю. ....	553
ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ НА НАЛИЧИЕ АЛЮМИНИЯ .....	554

Егорычева А.М.....	554
СИНТЕЗ ЧАСТИЦ ОРГАНОМОДИФИЦИРОВАННОГО КРЕМНЕЗЁМА .....	555
Карасёва Д.А. ....	555
СОЗДАНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ БИОСЕНСОРОВ НА БЕЛКИ И АМИНОКИСЛОТЫ .....	556
Корнеева А.Ю. ....	556
ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРУНТА ДЛЯ РАССАДЫ.....	557
Лампасова З.А., Берёзкина Д.М., Антуганова В.А. ....	557
ПОКАЗАТЕЛИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЦИТРУСОВЫХ СОКОВ .....	558
Лебедевко П. В., Теремов Д. П., Канатьева М. Н., Мурычева Е. В. ....	558
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЯЗИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БЕЛИЗНА И КАПИЛЛЯРНОСТЬ .....	560
Лобова М.А., Телегина А.А. ....	560
КАЧЕСТВО ПРИРОДНЫХ ВОД ГОРОДА ИВАНОВО .....	561
Никифоров И., Попова А., Аббасов Г., Магомедов А, Смирнов И., Шашникова Е. ....	561
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ТОНКИХ ПЛЕНОК.....	562
Павлюк С.А. ....	562
КОНВЕКТИВНАЯ СУШКА ОВОЩЕЙ.....	563
Суворов А.А., Власов А.А. ....	563
КАЧЕСТВО ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЁМОВ РОССИИ .....	564
Трусова А.Д, Данилова А.А.....	564
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ОВОЩАХ И ФРУКТАХ.....	565
Фефилов А.Д., Кульбацкая М.С.....	565
АЛЛЕРГИЯ: ПРИЧИНЫ И ПРОФИЛАКТИКА .....	566
Фигурина Е.А.....	566
МОНИТОРИНГ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.....	567
Чиркова Ю.С., Остроумова П.Л., Цикина Е.А.....	567
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РОДНИКОВОЙ И ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ ДЕРЕВЕНЬ КУЛИКОВО И ВАСИЛЁВО ИВАНОВСКОГО РАЙОНА.....	569
Шлякова Д.А., Пименов И.В., Мустаева К.Р., Зюзина А.М. ....	569
<b>СЕКЦИЯ «СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ».....</b>	<b>570</b>
СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА.....	571
Бакулин В.П., Кисловский А.А., Корсакова Н.Э.....	571
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАДИЕЙ ПОДГОТОВКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭТАНОЛАМИНОВ .....	572
Бакулин В.П. ....	572
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ АБСОРБЦИИ СЕРНОГО ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ .....	573
Балакирев А. А.....	573
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НОРМАЛИЗАЦИИ И СКВАШИВАНИЯ МОЛОКА .....	574

Богачев Д.В, Селиванов А. Р. ....	574
НЕСВЯЗАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ .....	575
Бодров А.А. ....	575
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ТЕСТИРОВЩИКОВ .....	576
Бодрягина А.О. ....	576
АНАЛИТИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ .....	577
Бурчу С. П. ....	577
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕКТИФИКАЦИИ ФОРМАЛИНА-СЫРЦА В ПРОИЗВОДСТВЕ ФОРМАЛИНА .....	578
Ваняйкин И. К., Гаврилина Я.М. ....	578
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ ЖИДКОГО АММИАКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММОФОСА .....	579
Гаврилина Я.М, Ваняйкин И. К. ....	579
ОПТИМИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТОРНЫМ УЗЛОМ .....	580
Горев Р. А. ....	580
АВТОМАТИЗАЦИЯ СТРАХОВОГО БИЗНЕСА .....	581
Доброхотова А.П. ....	581
АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА МЕТОДОМ АКАР .....	582
Загаринская Ю.Н., Панасенкова А.В. ....	582
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ КОМПОНЕНТОВ В РЕАКТОРЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕЗЫНЕРЦИОННОГО РЕГУЛЯТОРА СОСТОЯНИЯ .....	583
Загаринская Ю.Н, Панасенкова А.В. ....	583
СИНТЕЗ И АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНОГО АСТАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ .....	584
Загаринская Ю.Н, Панасенкова А.В. ....	584
СИНТЕЗ РЕГУЛЯТОРА СОСТОЯНИЯ С ИНТЕГРАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ: УПРАВЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ КОМПОНЕНТОВ В РЕАКТОРЕ .....	585
Загаринская Ю.Н, Панасенкова А.В. ....	585
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КОМБИНИРОВАННЫХ СИТЕМ УПРАВЛЕНИЯ .....	586
Коптева М.С. ....	586
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ .....	587
Корсакова Н.Э. ....	587
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ МЕТОДОМ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ АГРЕГИРОВАННЫХ РЕГУЛЯТОРОВ .....	588
Корсакова Н.Э. ....	588
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОНТАКТНЫМ АППАРАТОМ .....	589
Кочетков А. В. ....	589
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ СМЕШЕНИЯ И ПОДОГРЕВА ЖИДКИХ СРЕД ....	590

Куликов Е.А., Черницын А.А. ....	590
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И СБОРА ДАННЫХ УЗЛА СМЕШЕНИЯ И НАГРЕВА ЖИДКОСТИ.....	591
Кустов М.И.....	591
СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ РЕМОНТА ПАРОВОГО СТЕРИЛИЗАТОРА ЗА СЧЕТ ЗАМЕНЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПЛАТЫ НА УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕР «ОВЕН».....	592
Кустов М.И.....	592
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛООБМЕННИКОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАСКАДНОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	593
Макарова Е.В. ....	593
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЧАСТКА ПОДГОТОВКИ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ.....	594
Максимов А.А.....	594
АНАЛИЗ МНОГОХОДОВОГО КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ.....	595
Максимов А.А.....	595
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО – ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	596
Максимов А.А. Тарасов Г.М. Кочетков А.В.....	596
РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЗЛА СМЕШЕНИЯ.....	597
Мальшев Ю.С.....	597
СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДОГРЕВА РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ.....	598
Назарова Ю.С.....	598
АНАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ АСТАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В РЕАКТОРЕ МЕТОДОМ АКАР.....	599
Панасенкова А. В., Загаринская Ю.Н.....	599
СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОЙ КАСКАДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ РЕАКТОРА.....	600
Панасенкова А. В., Загаринская Ю.Н.....	600
СИНТЕЗ И АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНОГО АСТАТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА КАСКАДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ РЕАКТОРА.....	601
Панасенкова А. В., Загаринская Ю.Н.....	601
СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В РЕАКТОРЕ МЕТОДОМ АКАР.....	602
Панасенкова А. В., Загаринская Ю.Н.....	602
ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ МЕТОДА ТОБИНА В ОЦЕНКЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ.....	603
Поляков М.А. ....	603
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АРГОНА ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА.....	604
Потапова К.В.....	604
СИНТЕЗ И ПОЛУНАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА.....	605
Сальков В. М.....	605



АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ОСТАТОЧНЫХ ГАЗОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ .....	606
Селиванов А.Р. Богачёв Д.В. ....	606
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ПОДГОТОВКИ РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ .....	607
Смирнов Р. В. ....	607
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ СЕРНОГО АНГИДРИДА В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ .....	608
Смолин И.Л. ....	608
ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОГО ОФОРМЛЕНИЯ РЕАКТОРА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОЙ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ .....	609
Соловьёв Н. Е. ....	609
РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СМЕСИТЕЛЕМ.....	610
Соловьёв Н.Е. ....	610
АВТОМАТИЗАЦИЯ АППАРАТА ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ .....	611
Сустанов Г.А. ....	611
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОТДЕЛЕНИЯ СУШКИ И ГРАНУЛЯЦИИ АММОФОСА.....	612
Тарасов Г.М. ....	612
КАЧЕСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОДНОКОНТУРНОЙ И КАСКАДНОЙ САР .....	613
Тимовский А.С. ....	613
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	614
Феликс В.Ж. ....	614
АВТОМАТИЗАЦИЯ АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО КОНЦЕНТРАТА .....	615
Чернышов В.В. ....	615
РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СТАДИЕЙ ПОДГОТОВКИ РЕАГЕНТА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ .....	616
Чиркова А.В., Таланова Е.В. ....	616
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕЛЕЙНО-ИМПУЛЬСНОГО РЕГУЛЯТОРА.....	617
Шашкова Е.В. ....	617
СЕКЦИЯ «ТЕКСТИЛЬ БУДУЩЕГО» .....	618
МИКРОКАПСУЛИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ НАТУРАЛЬНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ПИРЕТРОИДОВ ДЛЯ АКАРИЦИДНО – РЕПЕЛЛЕНТНОЙ ОТДЕЛКИ.....	619
Авакова Е.О, Липина А.А, Есина О. А. ....	619
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛКИ БАВ .....	620
Антонова А.С., Носкова Ю.В. ....	620
УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КАРБОНИЗАЦИИ ШЕРСТИ .....	621
Бобылев Н.С. ....	621

ВЛИЯНИЕ ПАВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КРАШЕНИЯ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ ВИНИЛСУЛЬФОНОВЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ .....	622
Джумаева А.Э., Быков Ф.А., Корчаго Т.В., Дмитриева М.В.....	622
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ ПО ЦЕЛЛЮЛОЗНЫМ МАТЕРИАЛАМ В ПРИСУТСТВИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ.....	623
Зеленкова Т.Н., Темирсултанова А.В. ....	623
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	624
Исполатова Г. С., Стецюра А.О. ....	624
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ И ПИЛЛАРНЫХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ В ПРОЦЕССАХ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА .....	625
Кравченко М.А.....	625
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКАПСУЛ АКАРИЦИДНО-РЕПЕЛЛЕНТНОГО ВЕЩЕСТВА.....	626
Липина А.А, Есина О. А., Смирнова А.С.....	626
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ НА ОСНОВЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА .....	627
Малышева К.А., Петрова Л.С.....	627
ОЧИСТКА ОТ МАСЛЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОЛУФАБРИКАТОВ ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	628
Миронова А. А, Асхабова З. А. ....	628
РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ПЕРЕВОДНОЙ БУМАГИ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ДИСПЕРСНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ .....	629
Темирсултанова Л.В., Пученькина А.В.....	629
ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ОПЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УЧАСТКА «ШУЙСКО-ТЕЗИНСКОЙ ФАБРИКИ «ТЕЗИНКА» .....	630
Чернова Е.Н.....	630
ИЗУЧЕНИЕ ПАРПРОНИЦАЕМЫХ СВОЙСТВ ДУБЛИРОВАННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	631
Ширманова В.В., Маноли О.А. ....	631
СЕКЦИЯ «ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ» .....	632
СОРБЦИЯ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО НА КОМПАЗИТАК ПОЛИСТИРОЛ /БЕНТОНИТ .....	633
Асхабова М.А.....	633
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СОВМЕЩЕННОЙ СУШКИ-ДЕМОНОМЕРИЗАЦИИ ГРАНУЛЯТА ПОЛИАМИДА-6.....	634
Ильичев Д.А., Лучкин Н.В.....	634
СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА И ФОТОСТАБИЛЬНОСТЬ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСОВ 2,2-, 2,3- AND 3,3-CH <sub>2</sub> -BIS(VODIPY)S В ПЛЕНКАХ ПММА .....	635
Вьялкин Д.А. <sup>1,2</sup> , Антина Л.А. <sup>1</sup> , Березин М.Б. <sup>1</sup> .....	635
МЕХАНО-АКУСТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ КРАХМАЛА И ХИТОЗАНОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ДЕАЦЕТИЛИРОВАНИЯ .....	636
Горохова Т.В. ....	636

ПРИМЕНЕНИЕ КУПАЖИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ	637
Керимова А.Р. ....	637
СЕЛЕКТИВНОЕ АЦЕТИЛИРОВАНИЕ $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНА	638
Конькова Д. В. ....	638
РАЗРАБОТКА ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВОЙ КОМПОЗИЦИИ	639
Кузина Т. Ю. ....	639
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УВЛАЖНЯЮЩИХ СРЕДСТВ	640
Кудрявцева А.А. ....	640
МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЙ КООРДИНАЦИОННЫЙ ПОЛИМЕР (МКОП) НА ОСНОВЕ <i>l</i> -ТЕТРА-4-КАРБОКСИФЕНИЛПОРФИРИНАТА КОБАЛЬТА (II) И ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ В КАЧЕСТВЕ ГЕТЕРОГЕННОГО КАТАЛИЗАТОРА ОКИСЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МКОП.	641
Моисеева К.Е., Головашова Е.С., Агеева Т.А. ....	641
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЛИЯНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ПРОЦЕСС ОТВЕРЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЙ	642
Морохина А.К. ....	642
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ АНТИ АКНЕ	644
Овчарова Н.И. ....	644
ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИРОВОЙ ОСНОВЫ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ	645
Орлова Е.С. ....	645
СИНТЕЗ АРИЛ- И АЛКИЛ-ЗАМЕЩЕННЫХ КОРРОЛОВ	646
Петрова Д.В. ....	646
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ МОНОСЛОЕВ ТЕТРА-( <i>n</i> -МЕТОКСИФЕНИЛ)ПОРФИРИНА КОБАЛЬТА	647
Родина С.С., Петрова М.В. ....	647
ИЗОПОРФИРИНЫ МЕТАЛЛОВ <i>d</i> -ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА	648
Родина Ю. С., Глазкова М. Е. ....	648
ДИФТАЛОЦИАНИНЫ ЛАНТАНОИДОВ: ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ	649
Ухова Е.А. ....	649
СИНТЕЗ НЕСИММЕТРИЧНОЗАМЕЩЕННОГО ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА АВАВАВ'-ТИПА	650
Филиппова Я. Е. ....	650
МИКРОВОЛНОВОЙ СИНТЕЗ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПОРФИРИНОВЫЕ ФРАГМЕНТЫ В БОКОВОЙ ЦЕПИ	651
Шилов И.В. ....	651
КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТА	652
Шитов А.В. ....	652