

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ивановский государственный химико–технологический университет»  
Студенческое научное общество ФГБОУ ВО «ИГХТУ»**

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**«ДНИ НАУКИ В ИГХТУ»**

**24 – 28 апреля 2023 года**

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ  
ДОКЛАДОВ**



**Иваново 2023**

**УДК 001.8:378 (043.2)**

Тезисы докладов Всероссийской школы-конференции молодых ученых «ДНИ НАУКИ В ИГХТУ», 24-28 апреля 2023 года. - Иваново, Ивановский государственный химико-технологический университет. – 725 с.

© ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет, 2023

# **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ И ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТЫ ШКОЛЫ–КОНФЕРЕНЦИИ**

**Председатель:** Гордина Н.Е., д.т.н., профессор, ректор ИГХТУ

**Почетный председатель:** Койфман О.И., д.х.н., профессор, академик РАН, научный руководитель ИГХТУ

**Заместитель председателя:** Гушин А.А., д.х.н., проректор по науке и инновациям

**Ученый секретарь:** Гончаренко А.А., инженер управления НИР

## **Члены организационного комитета:**

Кобелева Н.А., начальник управления НИР

Иванова Н.К., д. филол. н., профессор, директор гуманитарного института, заведующая кафедрой иностранных языков и лингвистики

Астраханцева И.А., д.э.н., профессор, директор института РЦЭ

Гамов Г.А., к.х.н., председатель студенческого научного общества

Белова Н.В., д.х.н., профессор, декан факультета неорганической химии и технологии

Грименицкий П.Н., к.т.н., доцент, декан факультета техники, управления и цифровой инфраструктуры

Константинова Е.П., к.х.н., доцент, декан факультета органической химии и технологии

Извекова Анна Алексеевна, заместитель председателя студенческого научного общества

Рассолова Анастасия Евгеньевна, секретарь студенческого научного общества

## **Секция 1. Электрохимические процессы и технологии**



# ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ И СПЛАВОВ ЦИНК-НИКЕЛЬ

Боков А.С. (4 курс, бакалавриат )

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цинковые покрытия имеют широкое практическое значение. Цинковые покрытия имеют ряд достоинств (обеспечение электрохимической защиты стали, так как по отношению к железу и его сплавам в обычных условиях цинковые покрытия являются анодными, цинкования (более 95%), низкие внутренние напряжения покрытиях, невысокая стоимость и др.), но матовые покрытия имеют существенный недостаток – невысокие декоративные свойства.

Сплав цинк-никель более термо- и коррозионностоек, чем обычный цинк. Он обладает высокой твердостью, полублестящим внешним видом. Цинк-никелевое покрытие применяется как альтернатива кадмиевым покрытиям. Оптимальным считается содержание никеля от 12 до 16 процентов. Стойкость покрытия без дополнительной обработки (пассивации, пропитки маслами и т. д.) в 5% солевом тумане равна 300-500 часам. Покрытие пассивируется также, как и чисто цинковое.

Проводили исследования щелочных электролитов для цинкования, аммонийных и хлоридных с коммерческими добавками с целью сравнения с другими электролитами по качеству покрытий. Мы также проводим исследование добавления различных веществ к электролитам цинкования для получения блестящих цинковых покрытий. Сравнение электролитов производится с помощью исследования вольт-амперных зависимостей при электроосаждении покрытий, визуальной оценки качества покрытия, а также измерением шероховатости поверхности после нанесения металлов. В результате исследования было определено, что 1,5-нафталиндисульфокислота оказывает влияние на качество катодных осадков, а электролит с её добавкой даёт серебристо-полублестящее покрытие.

Проводилось исследование влияния тетрасульфоталлоцианина меди в слабокислых электролитах. Ни при каких плотностях тока и концентрациях не было выявлено блестящих покрытий, но при концентрации  $15,89 \cdot 10^{-6}$  г/л наблюдалось некоторое выравнивание и снижение образования дендритов, при дальнейшем увеличении концентрации улучшения покрытия не происходило.

В цинкатных электролитах при добавлении фталлоцианина меди наблюдался эффект выравнивания без получения блестящих покрытий.

*Научный руководитель д.т.н., доцент Шеханов Р.Ф.*

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ЛУЖЕНИЯ

Гусев А.Ю., Рубцов Е.А.(1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Оловянирование является одним из основных процессов гальванотехники. Оловянные покрытия используют для придания паяемости, улучшения внешнего вида и повышения коррозионных свойств различных изделий. В данной работе оптимизированы технологические процессы химического и электрохимического лужения стали, меди и медных сплавов применительно к деталям компании «Нейрософт». ООО «Нейрософт» является один из основных производителей медицинского диагностического оборудования в Российской Федерации и экспортируют примерно в 100 стран.

Для декоративно-защитного контактного оловянирования использовали электролит на основе хлорида олова и тиомочевины в качестве комплексообразователя. Установлена скорость осаждения и динамика ее изменения в процессе лужения. Определены оптимальные параметры технологического процесса как для меди, так и медных сплавов (латуни).

Для электрохимического оловянирования использовали сульфатный электролит с синтанолом ДС-10 в качестве поверхностно-активного вещества. Установлены относительные параметры технологического процесса применительно к деталям из стали компании ООО «Нейрософт». Показана возможность получения высоко декоративных покрытий «кристаллит» с одновременным повышением коррозионных свойств изделий.

Отработаны методики определения толщины покрытий капельным методом и оценки пористости пленок олова.

На основе разработанной технологии изготовлены опытные партии деталей предприятия заказчика. Испытания в компании «Нейрософт» показаны высокое качество получаемых оловянных покрытий.

*Руководитель: к.т.н., доцент. Ершова Т.В.*

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТЕТРА-4-[4-(2,4,5-ТРИХЛОРФЕНОКСИ)]ФТАЛОЦИАНИНА НИКЕЛЯ(II)

Дербенева П.Д. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цель настоящего исследования заключалась в получении нового симметричного хлорфеноксизамещенного фталоцианина никеля(II) и исследовании его электрохимической активности на стеклоуглеродном электроде в среде органического растворителя – N,N-диметилформамида (ДМФА). Выбор объекта исследования обусловлен тем, что большинство фталоцианинатов *d*-металлов относятся к группе комплексов, характеризующихся высокой каталитической активностью в процессах сероочистки и очистки сероводородных сточных вод.

Синтез металлокомплекса 2(3),9(10),16(17),23(24)-тетра-[4-(2,4,5-трихлорфенокси)]фталоцианината никеля(II) (NiPc) осуществлялся темплатной конденсацией 4-(2,4,5-трихлорфенокси)фталонитрила с ацетатом никеля по аналогии с представленной в литературе методикой [1]. Строение и индивидуальность полученного металлофталоцианината подтверждались посредством электронной спектроскопии поглощения и масс-спектрометрии MALDI-TOF.

Методом циклической вольтамперометрии установлено, что для NiPc в ДМФА на фоне 0.1 М тетрабутиламмония перхлората в анодной области наблюдается пик окисления адсорбированного на поверхности рабочего стеклоуглеродного электрода металлического никеля, который впоследствии восстанавливается. Особенностью электрохимического поведения данного металлокомплекса в отличие от порфиринов и их структурных аналогов является то, что с увеличением скорости сканирования морфология ЦВА-кривых, в целом, не изменяется.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам при Президенте Российской Федерации (проект МК-4839.2022.1.3). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

## Литература:

1) Тихомирова Т.В., Синтез и свойства тетра-4-{[(1,1'-бифенил)-4-ил]окси}фталоцианинов и их сульфокислот /Тихомирова Т.В., Пеледина А.А., Майзлиш В.Е., Вашурин А.С., Шапошников Г.П. // Журнал общей химии. - 2018. - Т. 88. - № 4. - С. 662-671.

*Руководитель: к.х.н., ст. преп. Кованова М.А.*

## РАЗРАБОТКА ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО БИОСЕНСОРА

Домарева Н.П. (1 курс магистратуры), Петрова М.С., Гончаров В.В.,  
Евдокимов А.А., Балдина А.А.  
*Университет ИТМО*

Разработка устройств для «point-of-care testing devices» диагностики является актуальной задачей, поскольку такая система способна уменьшить время проведения анализа и дать быстрый результат для дифференциальной диагностики заболевания на ранних стадиях, что позволяет в дальнейшем проводить более эффективное лечение. Использование одноразовых печатных электродов для экспресс-тест-системы дает возможность время анализа, снизить стоимость наряду с уменьшением размера. Таким образом целью данной работы, является разработка усовершенствованных электродов и последующая модификация поверхности для создания селективных биосенсоров.

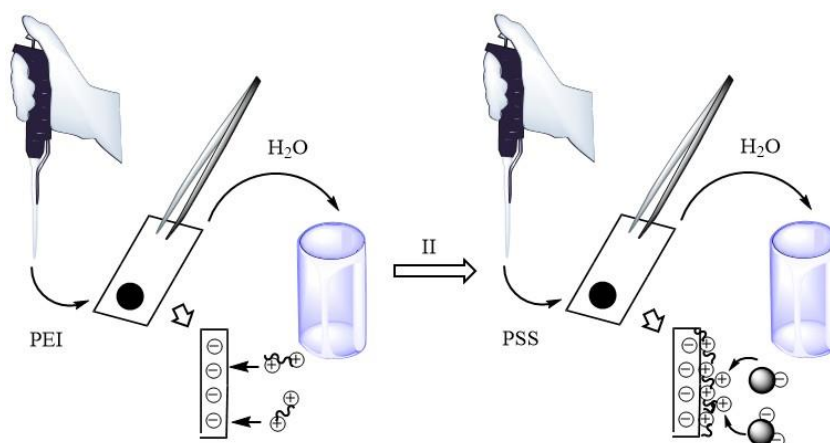


Рис.1. Схема послойной сборки полиэлектrolитных структур на поверхности электрода

Эта работа была направлена на разработку чернил и способов их применения для создания печатных электродов. Поскольку аналитический сигнал формируется за счет процессов, происходящих на поверхности электрода, большое значение имеет выбор материала электрода и способа обработки его поверхности. Показана возможность использования углеродсодержащих чернил для вольтамперометрического определения. Сенсор с 3 графитовыми слоями показал наилучшие результаты. Поверхность электрода с адсорбированными полиэлектrolитными слоями исследовали с использованием медиаторной системы  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-/4-}$  методом циклической вольтамперометрии. Получены материалы с высокой электропроводностью, низким сопротивлением и воспроизводимой поверхностью.

*Руководитель: к.х.н., директор и ведущий профессор Скорб Е.В*

# ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ГРАФИТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КУЛОНОВСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРАХ

Иванов А.Д. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Литий-ионные аккумуляторы (ЛИА) появились на рынке почти тридцать лет назад, и находят сегодня применение в крупномасштабных приложениях, такие как гибридные электромобили, полностью электрические машины, и даже стационарные системы хранения энергии. Ключевым шагом в эти годы была разработка анодов на основе графита, заменяющих первоначально использовавшиеся аноды на основе графитизирующихся и неграфитизирующихся углеродных материалов, что позволило значительно повысить плотность энергии всей ячейки благодаря низкому потенциалу де-/литификации и высокой теоретической гравиметрической емкости равной 372 мА·ч/г.

Одним из недостатков графитовых анодов в ЛИА является необратимая емкость первого цикла ( $Q_{\text{необр}}$ ), вызванная восстановительным разложением электролита при макетировании анода. Одним из способов уменьшения  $Q_{\text{необр}}$ , является модификация поверхности частиц графита.

В работе исследовано влияние обработки порошков сферического графита в окислительных растворах  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$  на его физико-химические и электрохимические свойства. Методом дифференциального потенциометрического титрования и ИК-Фурье спектроскопии выполнен анализ состава поверхностных функциональных групп (ПФГ), образующихся в процессе окислительной обработки. Установлено, что при обработке графита в 65-% растворе  $\text{HNO}_3$  образуется 0,05 ммоль/г ПФГ, а при обработке в 15-% растворе  $\text{H}_2\text{O}_2$  образуется 0,12 ммоль/г. При обработке графита в растворе перекиси водорода наблюдается более интенсивное поглощение ИК-излучения во всем диапазоне излучения. Таким образом наиболее предпочтительно выглядит система на основе перекиси водорода в качестве окислителя. Это объясняется меньшей токсичностью перекиси водорода, большей технологической безопасностью и большей эффективностью процесса.

Установлено, что химическое окисление поверхности сферического графита, приводит к увеличению удельной емкости с 340 до 365 мА·ч/г и кулоновской эффективности первого цикла с 80% до 86%, также увеличивается стабильность материала, емкость материала сохраняется и после 70 циклов заряда-разряда.

*«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00053, <https://rscf.ru/project/22-73-00053/>»*

*Научный руководитель: с.н.с. каф. ТКиЭП, к.т.н. Братков И.В.*

## **ХИМИЧЕСКОЕ МЕДНЕНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ГРАФИТОВОГО ПОРОШКА**

Казанцева М.С., Логинова Т.С. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе исследован процесс химической металлизации мелкодисперсного порошка графита.

Композиционный материал, состоящий из меди и графита имеет широкое применение в металлургической промышленности, в отраслях судостроения и машиностроения. Медно-графитовые изделия применяются в производстве электротехники, электрических кабелей проводов, теплообменников, кондиционеров и пр.

Для использования в указанных выше целях частицы порошка должны быть равномерно покрыты, капсулированы медью. Кроме того, металлическое покрытие должно полностью прилегать к поверхности и иметь с ней хорошее сцепление.

Навески мелкодисперсного порошка графита помещали в емкость с небольшим количеством спирта для повышения смачиваемости поверхности. Затем проводили обработку в спиртовом растворе соли двухлористого олова при комнатной температуре в течение 10 минут. Переносили порошок на фильтровальную воронку Бюхнера и промывали дистиллированной водой. После гидролиза порошок обрабатывали в растворе химического меднения на основе сегнетовой соли. В качестве восстановителя использовали формалин. Процесс меднения проводили в течение одного часа. Заключительной стадией процесса являлась промывка дистиллированной водой и слабым мыльным раствором с целью предотвращения окисления на воздухе. Самые мелкие частицы не металлизировались и в процессе обработки всплывали на поверхность электролита. Потери такого порошка составили примерно 20% от общей массы порошка, взятого для нанесения покрытия. Исследование с помощью микроскопа показало равномерное распределение меди по поверхности частиц более крупной фракции порошка.

*Руководитель: к.т.н., доцент. Еришова Т.В.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «СФЕРИЧЕСКИЙ ГРАФИТ – SnO<sub>2</sub>»

Колчин А.Д. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Все ЛИА содержат положительный катод, отрицательный анод и электролит, который действует как проводник для ионов Li, когда они перемещаются между катодом и анодом во время циклов зарядки и разрядки. Материалом анода служит, как правило, графит, получаемый как из синтетических, так и из природных источников. Основными преимуществами графита как анодного материала ЛИА являются его доступность, высокая электропроводность, химическая и электрохимическая стабильность. К недостаткам стоит отнести низкую удельную энергоемкость (до 372 мА·ч/г). Повышение удельной емкости анодных материалов представляется весьма актуальной задачей.

Существует много исследовательских работ, подтверждающих возможность повышения удельной энергоемкости и ресурса графита посредством модификации его поверхности различными материалами: соединениями олова, кремния, углеродными наноматериалами, пироуглеродом и другими способами. Предлагаются и другие варианты модификации поверхности. Существует ряд работ, посвященных получению композиционных электродных материалов «графит – оксид переходного металла». В качестве модифицирующего материала в работе выбран оксид олова, обладающий теоретической удельной емкостью в 1494 мА·ч/г.

В работе исследованы несколько способов получения композитов: осаждение из водных растворов Sn<sup>4+</sup> и термическое разложение SnCl<sub>4</sub>, нанесенного на сферический графит путем пропитки из спиртового раствора. Методами рентгеновской дифракции, сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионного анализа изучен фазовый состав получаемых композитов и морфология поверхности. Установлено, что наиболее равномерное покрытие и наименьшие размеры частиц оксида олова образуются в случае термического разложения SnCl<sub>4</sub>. Термогравиметрическим анализом установлено, что количество SnO<sub>2</sub> линейно зависит от концентрации SnCl<sub>4</sub> в спиртовом растворе осаждения.

*«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00053, <https://rscf.ru/project/22-73-00053/>»*

*Научный руководитель: с.н.с. каф. ТКиЭП, к.т.н. Братков И.В.*

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРРЕКТОРОВ ПРИ НАНЕСЕНИИ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОДОГРЕВАТЕЛИ МЕТОДОМ КАТАФОРЕЗА**

Петрова А.С. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Подогреватель – важная часть КПУ (катодно-подогревательного узла) и от качества его изоляционного покрытия зависит долговечность катода. В настоящее время используются различные методы покрытия подогревателей изоляционным слоем. Наибольшее распространение получил катафорезный метод.

Процент выхода годных подогревателей не является стабильным. В литературе [1] есть описание корректирующих смесей, позволяющих решить эту проблему, но исследования на эту тему проводились достаточно давно. Также в литературе нет информации, касающейся наличия/отсутствия влияния корректоров на работу КПУ.

Цель исследования – проверка работы смешанного корректора (раствор смеси азотнокислого церия и углекислого аммония в метаноле) при покрытии подогревателей методом катафореза, сборка КПУ, проведение испытаний в приборе для испытания катодов и сравнение результатов с требованиями, которые указаны в действующих технологических картах на данный тип КПУ.

При использовании корректора было отмечено ровное покрытие без трещин, кратеров, набросов и оползаний. Далее были произведены сборка и проверка партии катодно-подогревательных узлов. Полученные значения температуры разогрева и времени готовности соответствуют требованиям для КПУ.

Литература:

1) Семенов, Ю.А. Производство подогревателей катодов электровакуумных приборов / Ю.А. Семенов. – М. – Л.: Госэнергоиздат, 1962. – 136 с.

*Руководитель: к.т.н., Макаров А.П.*



## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В НЕФТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

*Петрова М.С.,<sup>1</sup> Гончаров В.В.,<sup>1</sup> Домарева Н.П.,<sup>1</sup> (1 курс магистратуры)  
НИУ «ИТМО», мегафакультет наук о жизни, Санкт - Петербург, Россия*

При хранении и транспортировке водонефтяных смесей металлические носители, используемые на месторождениях нефти, подвергаются сильной коррозии. Использование ингибиторов коррозии предотвращает разрушение стальных конструкций, нефтеразливы в реки и водоемы. Актуальность исследования состоит в необходимости контроля концентрации ингибитора коррозии в сложной водонефтяной смеси [1].

Исучаемый водонефтяной флюид представляет собой смесь воды и нефти с четко фиксируемой границей раздела фаз. Ингибитор коррозии закономерно распределяется между водной и нефтяной фазами водонефтяного флюида, что дает возможность детектирования концентрации в пластовой воде, попутно добываемой с нефтью.

Измерение содержания ингибитора проводилось электрохимическим методом. Данным способом было изучено 10 различных концентраций 4 разных ингибиторов коррозии: ТН-ИК8, ИТПС-508, Сонкор 9920 А, Сатис марки В. Для разработки системы забора нефти и её последующего анализа необходимо выбрать электроды различной природы.

На первом этапе измерение проводилось с помощью электродов из низкоуглеродистой стали. Визуальное сравнение пиков окисления и восстановления позволило выявить закономерность: площадь пиков больше при добавлении меньшего количества ингибитора в исследуемый образец. Для использования меди в качестве электрода изучены её поверхностные свойства с использованием атомно-силовой микроскопии. Подобран оптимальный способ предобработки – травление в азотной кислоте.

Собранная база данных представляет собой набор вольтамперограмм изученных образцов. При обработке базы данных методами машинного обучения была получена 84% вероятность предсказаний концентрации ингибитора в нефти.

### **Литература:**

1. Elkadi L. et The inhibition action of 3, 6-bis (2-methoxyphenyl)-1, 2-dihydro-1, 2, 4, 5-tetrazine on the corrosion of mild steel in acidic media / L. Elkadi, M. Lagrenee // Corrosion Science. – 2000. – V. 42. – №. 4. – P. 703-719.

*Руководитель: к.х.н., ведущий научный сотрудник, профессор Скорб Е.В.*

## **ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОЛОВА**

Рубцов Е.А., Гусев А.Ю. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе представлены результаты исследования по разработке технологии двухстадийного лужения деталей медицинского диагностического оборудования, производимого компанией «Нейрософт» (г. Иваново) и радиотехнических изделий специального назначения, проектируемых НИИ «Приборостроения» (г. Жуковский, Московская область)

Для стальных деталей медицинского оборудования исследована технология двухстадийного лужения с промежуточной термической обработкой при 250-290 °С. Оплавление первого слоя приводит к значительному увеличению коррозионной стойкости за счет ликвидации пор. Нанесение второго слоя выявляет кристаллическую структуру оплавленного металла и обеспечивает получение блестящих покрытий «Кристаллит» со своеобразным узором, напоминающим изморозь на стекле. Для осаждения оловянных покрытий использовали сульфатный электролит содержащий различные ПАВ: Синтанол ДС-10, Оксанол О-18, Препарат ОС-20. Наилучшие результаты получили с препаратом ОС-20. Он обеспечивает хороший внешний вид и высокую скорость осаждения покрытия.

Рассматривалась возможность использования подобной системы двухстадийного лужения для специальной техники, проектируемой НИИ «Приборостроения». Осаждение оловянного покрытия производят через медный подслой, который обеспечивает сцепление с трудно покрываемым металлом основы – алюминиевым сплавом. Поскольку детали специальной техники имеют ряд дополнительных требований в электролит лужения добавляют нитрат висмута. Из литературы известно [1], что легирование висмутом значительно замедляет появление «усов, вискерсов» при эксплуатации изделий и переход олова в серую альфа-модификацию при низких температурах, известный под названием «оловянная чума».

### **Литература**

- 1) Ильин В.А. Цинкование, кадмирование, оловянирование и свинцевание/  
В.А.Ильин. - М.: Библиотечка гальванотехника, 1986. - 103 с.

*Руководитель : к.т.н., доцент. Ершова Т.В.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «СФЕРИЧЕСКИЙ ГРАФИТ – $\text{Fe}_2\text{O}_3$ »

Савицкий И.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Создание дешевого анодного материала с высокими ресурсными характеристиками является одной из наиболее актуальных и перспективных задач современной электрохимической энергетики. Проведённые многочисленные исследования по новым высокеемким анодным материалам выявили ряд факторов, сдерживающих их промышленное применение. В их числе: низкая электропроводность, большое изменение объема в процессе накопления и отдачи  $\text{Li}^+$  и связанное с этим механическое разрушение анода, малое число циклов заряда/разряда с быстрым падением ёмкости и другие недостатки. Одним из важнейших путей решения является оптимизация процессов интеркаляции и формирования слоя твердого электролита в отрицательном электроде. Возможно, достичь высоких электрохимических характеристик позволит использование синергетического эффекта от сочетания высокой электрохимической стабильности графита и высокой удельной емкости оксидов различных металлов. В качестве оксида переходного металла в данной работе выбран  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , обладающий теоретической емкостью в 1005  $\text{mA}\cdot\text{ч/г}$ .

Получение композита проводили методом гетерогенной нуклеации полигидратов оксида железа (III) с последующим термическим разложением. В качестве осадителя использовали растворы аммиака и мочевины. Для осаждения наночастиц оксида железа наиболее предпочтительно использование мочевины в качестве осадителя. При температурах выше 60 °C наблюдается ее разложение с увеличением pH раствора. Использование мочевины позволяет получать наночастицы с меньшими размерами, чем при использовании аммиака в качестве осадителя. На процесс соосаждения оказывает влияние плотность загрузки графитом рабочего раствора, продолжительность соосаждения, соотношение двух- и трехвалентного железа в растворе. Изменяя эти параметры, можно управлять количеством осаждаемого оксида железа, равномерностью распределения осадка и размерами получаемых наночастиц. Установлено, что увеличение плотности загрузки графитом рабочего раствора, увеличение содержания в растворе двухвалентного железа и продолжительности процесса способствует повышению равномерности осадка и снижению размеров получаемых частиц.

*«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00053, <https://rscf.ru/project/22-73-00053/>»*

*Научный руководитель: с.н.с. каф. ТКиЭП, к.т.н. Братков И.В.*

## ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЕБРА ИЗ ХЛОРИД-СОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ

Серова Д.Н. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Серебро используется в различных отраслях промышленности: авиастроение, приборостроение, ювелирная промышленность, машиностроение. Для извлечения его из отработанных катализаторов, шламов, лома серебряной аппаратуры проводят аффинаж химическим способом. Растворяют серебросодержащую композицию в азотной кислоте, серебро осаждают в виде труднорастворимой соли хлорида. Чистота после химического восстановления составляет 97-99%, поэтому дальнейшая очистка проводится электрохимически.

Химическое восстановление серебра можно проводить из хлоридсодержащих соединений в кислых средах, используя электроотрицательные металлы - Al, Zn, Fe, или в щелочных, используя восстановители - глюкозу, аскорбиновую кислоту, сернокислый гидроксиламин.

При моделировании процесса восстановления серебра электроотрицательными металлами путем построения коррозионных диаграмм установлено, что повышение содержания в растворе хлористоводородной кислоты в большей степени влияет на восстановительные свойства Al. Так, при повышении концентрации соляной кислоты в растворе с 0,1 моль/л до 1 моль/л, ток на модельной коррозионной диаграмме гальванического элемента  $\text{Al} \mid \text{AlCl}_3, \text{HCl} \mid \text{AgCl}, \text{Ag}$  возрастает с 2 до 27 А/дм<sup>2</sup>, в то время как для гальванической пары  $\text{Zn} \mid \text{ZnCl}_2, \text{HCl} \mid \text{AgCl}, \text{Ag}$  ток короткого замыкания увеличивается с 5 до 20 А/дм<sup>2</sup>. Меньшая восстановительная способность Al при низкой концентрации кислоты по сравнению с Zn обусловлена пассивацией поверхности.

Модельные коррозионные диаграммы при восстановлении серебра в щелочной (раствор NaOH и NH<sub>4</sub>OH) среде показали, что восстановительная способность увеличивается в ряду глюкоза, сернокислый гидроксиламин, аскорбиновая кислота. При повышении концентрации восстановителей, а также щелочности раствора наблюдается значительное повышение тока короткого замыкания модели восстановитель-AgCl, Ag. По мере увеличения кинетической активности восстановителей отмечается укрупнение зерен серебра, что снижает трудоемкость дальнейшей промывки и сокращает технологические потери.

*Руководители: к.т.н., доц. Донцов М.Г., к.т.н., с.н.с. Братков И.В.*

# ВЫЯВЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ

Титова А.С. (4 курс), Оськин П.В. (1 курс магистратуры)  
*Тульский государственный университет г. Тула, Россия*

Окислительно-восстановительный потенциал гуминовых кислот (ГК), как основного органического вещества почвы, определяет, форму нахождения металлов в почве. Они участвуют в процессах образования и разрушения минералов, контроле содержания тяжелых металлов в почве, а также обеспечивают биодоступность d-элементов для растений. Из-за разнородности функциональных групп ГК одновременно являются как донорами, так и акцепторами электронов то есть проявляют медиаторные свойства в процессах биodeградации. В данной работе выявляли окислительно-восстановительные свойства ГК черноольхового низинного торфа методом циклической вольтамперометрии.

Циклические вольтамперограммы получали на приборе CORRTTEST CS1350 при скорости развертки 150 мВ/с в области потенциалов -1,8-0 В. Электролитом являлся раствор ГК в диметилсульфоксиде с концентрацией 35 мг/см<sup>3</sup>, в качестве фонового электролита выступал 1М нитрат натрия. Использовали стандартную трехэлектродную ячейку, рабочий и вспомогательный электрод – платиновая фольга с площадью поверхности 0,5 см<sup>2</sup>, электрод сравнения – насыщенный хлоридсеребряный электрод. Полученная вольтамперограмма представлена на рисунке 1.

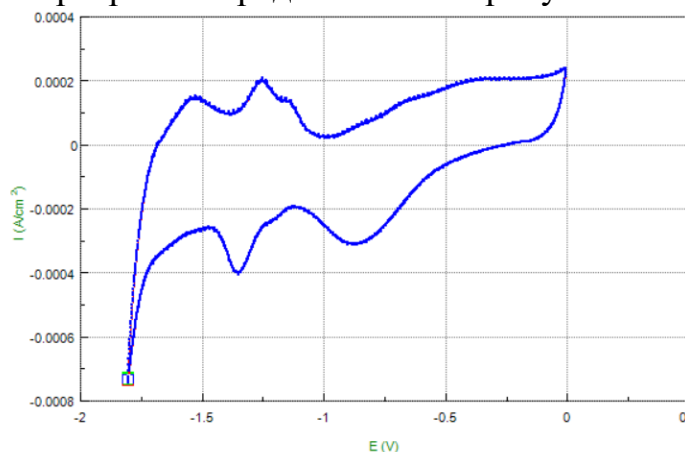


Рисунок 1 – Циклическая вольтамперограмма ГК ЧНТ

На вольтамперограмме наблюдается 3 анодных пика: -1,53 В, -1,25 В, -1,15 В и два катодных пика: - 1,35 В, -0,88 В, что говорит о присутствии в ГК минимум трех типов фрагментов, обладающих окислительно-восстановительными свойствами, в которых присутствуют хиноидные группы.

*Руководитель: к.х.н. доц. Дмитриева Е.Д.*

## РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХРОМИРОВАНИЯ

Тяпкова И.Ю. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В зависимости от условий электролиза и состава электролита хромовые покрытия наносят на поверхность металлов для придания определенных функциональных свойств. Защитно-декоративное покрытие применяют для отделки деталей приборов и машин, при изготовлении медицинского инструментария, предметов бытового назначения. Износостойкое хромирование применяют при изготовлении измерительного и режущего инструментов, компонентов двигателей внутреннего сгорания и другие детали. Микропористые хромовые покрытия на поршневых кольцах и цилиндрах двигателей обеспечивают постоянную смазку трущихся поверхностей.

Процесс электроосаждения хрома один из самых сложных в гальванотехнике. Это обусловлено значительным электроотрицательным потенциалом восстановления иона  $\text{CrO}_4^{2-}$ , протеканием на катоде нескольких реакций и необходимостью введения в электролит небольших количеств постороннего аниона-катализатора. В качестве катализаторов могут использоваться как неорганические анионы ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{SiF}_6^{2-}$ ), так и органические соединения ( $\text{R}_1\text{-CH}_2\text{-S(O)}_n\text{-CH}_2\text{-R}_2$ ,  $\text{SO}_3^-\text{-HC-SO}_3^-$ ).

Наиболее широко для износостойкого и защитно-декоративного хромирования применяют электролит на основе  $\text{CrO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Однако сульфатные электролиты характеризуются низким выходом по току (11-13%) и не обеспечивают образование микропористых покрытий, удерживающих смазку на трущихся поверхностях.

В работе проведен комплексный физико-химический анализ образца импортного электролита хромирования, применяемого производителями компонентов ДВС. Установлена природа применяемого активатора, являющегося солью органической кислоты, содержащей сульфогруппу и исследовано ее влияние на характеристики электролита при электроосаждении, а также морфологию хромового покрытия.

Установлено, что при осаждении хрома с органической добавкой, также как из сульфатных электролитов, электролит характеризуется низкой рассеивающей способностью. Однако, электролит, содержащий в качестве активатора сульфогруппу, обеспечивает формирование равномерной сетки микротрещин в хромовом покрытии, повышение выхода по току, а также улучшает кроющую способность.

*Руководитель: к.т.н., доц. Донцов М.Г., к.т.н., с.н.с. Братков И.В.*

## ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ ОЛОВО-ЦИНК ИЗ ПОЛИЛИГАНДНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Фрякин А.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время происходит поиск наиболее выгодных с финансовой и научно-технической точек зрения составов электролитов, а также более подходящих режимов для осуществления качественного осаждения оловосодержащих сплавов, увеличивающих эксплуатационные характеристики покрытий. предметом изучения представлены сплавы на основе олово-цинк. Целью исследования является поиск наиболее подходящих по химическому составу электролитов для получаемых сплавов, а также оптимальных условий для получения высококачественных покрытий.

Известен цитратный электролит для нанесения сплава олово-цинк следующего состава, моль/л: сульфат олова 0,03-2,5, сульфат цинка 0,01-2,0, лимонная кислота или цитрат щелочного металла 0,25-2,0, сульфат аммония или сульфат натрия 0,25-2,0 [2]. Условия осаждения качественного покрытия из данного электролита: pH 3,5-9, температура - 15-25 °С, катодная плотность тока 0, 2-6,0 А/дм<sup>2</sup>. Недостатком электролита является высокая концентрация компонентов, токсичность.

Одним из аналогов является цитратно-аммонийный электролит для получения осадков сплава олово-цинк (25 %), содержащий, моль/л: сульфат олова 0,17-0,20, сульфат цинка 0,12-0,15, лимонную кислоту 0,57-0,6, сульфат аммония 0,53-0,55, аммиак (30% водный раствор) 1,4-1,6, (НО-СН<sub>2</sub>-СН<sub>2</sub>-О-)•nHS [1]. Условия осаждения: pH 4-8, температура 10-40 °С, катодная плотность тока 0,1-1 А/дм<sup>2</sup>. К недостаткам электролита относятся: высокие концентрации компонентов, достаточно низкая катодная плотность тока, высокая токсичность.

Применение разработанных оксалатно-аммонийных полилигандных составов позволяет избежать использования высокотоксичных цианидных электролитов, а также снизить стоимость продукции, улучшить качество получаемых покрытий.

### Литература:

- 1) Electroplating bath for depositing tin or tin alloy with brightness: пат. 4168223 США, заявл. 15.11.78; опубл. 18.02.79. Бюл. № 15.2 с.
- 2) Electroplating bath+ containing citric acid or citrate for tin or tin alloy plating: пат. 5118394 США, заявл. 05.12.90; опубл. 12.06.92, Бюл. № 31. 2 с.

*Руководитель: д.т.н., проф. Шеханов Р.Ф.*

# СИНТЕЗ СПЛАВОВ Cu–Zn, Al И СПЛАВОВ Cu–Zn–Al С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИС(ТРИФТОРМЕТИЛСУЛЬФОНИЛ)ИМИДА В КАЧЕСТВЕ РАСТВОРИТЕЛЯ

Фрякин А.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Сплавы с эффектом памяти формы (SMA) представляют собой материалы, физические свойства которых могут самопроизвольно изменяться при изменении температуры. Эти материалы могут использоваться в качестве датчиков, а также в таких областях, как биомедицина, аэрокосмическая промышленность, автомобилестроение, микросистемы. Свойства SMA на основе мартенситно-аустенитного фазового превращения зависят от используемой температуры. Как правило, SMA получают сплавлением их составляющих при относительно высоких температурах. В нескольких исследованиях сообщается о получении SMA методом электроосаждения (который является относительно дешевым и простым методом). Например бинарные SMA, такие как Cu–Zn или Fe–Pd могут быть синтезированы в водных электролитах. Многокомпонентные SMA-сплавы Ni–Mn–Ga и Cu–Zn–Sn могут быть получены путем отжига трехслойных покрытий, каждое из которых электроосаждается отдельно.

В данной работе было проведено электроосаждение сплавов Cu–Zn, Al и сплавов Cu–Zn–Al в виде нанопроволок с использованием в качестве растворителя бис(трифторметилсульфонил)имида 1-бутил-1-метилпирролидиния (рис. 1).

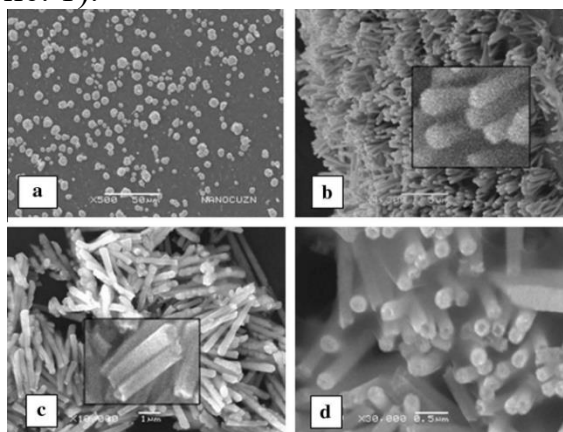


Рисунок 1. СЭМ-изображения медно-цинковых нанопроволок: а - вид сверху на нанопроволоки внутри мембраны; б - нанопроволоки, полученные при 1,2 В; в - нанопроволоки, полученные при 1,8 В; г - нанопроволоки полученные при 2,3 В

Применение разработанных составов позволяет избежать использования энергозатратных методов синтеза сплавов Cu–Zn, Al и сплавов Cu–Zn–Al, а также снизить стоимость продукции, улучшить качество получаемых покрытий.

*Руководитель: д.т.н., проф. Шеханов Р.Ф.*



## **Секция 2. Новые разработки в области силикатного материаловедения**

## АКТИВИРОВАННОЕ ШПИНЕЛЕОБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 - \text{Al}(\text{NO}_3)_3$

Артюшин А.С. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Шпинели составляют важную группу материалов, широко используемых в современной технологии. Смешанные металл-оксидные шпинели с общей формулой  $\text{AB}_2\text{O}_4$  давно привлекают к себе внимание из-за возможности их применения в качестве магнитных материалов, пигментов, катализаторов, огнеупоров и т.д.

Нами изучено образование никельалюминатной шпинели  $\text{NiAl}_2\text{O}_4$  в ходе твердофазного синтеза. В работе использовали нитраты никеля и алюминия, так как они отзывчивы на данные виды обработки. Механическую обработку осуществляли в планетарной и шаро-кольцевой мельницах. Микроволновая или механическая обработка ударного типа позволяла осуществлять основную часть термолиза на подготовительной стадии, таким образом, соединения подходили к обжигу в активной форме. Свежеобразованные оксиды имели повышенную реакционную способность; значительная часть дефектов удалялась на заключительной стадии обжига. Комбинированный метод, состоящий из механической обработки смеси нитратов никеля и алюминия в планетарной мельнице с последующим обжигом в термической печи, был признан наиболее эффективным, так как он позволял получить практически однофазный продукт. Микроволновое воздействие занимало промежуточное положение по результативности. Полученные данные показали, что максимальный выход шпинели был получен при использовании нитратов Ni и Al как прекурсоров. Любой вид их активации повышал выход продукта до 81–100 %. Вероятно, это связано с высокой степенью гидратации исходных нитратов, поэтому предварительная обработка приводила к значительным изменениям в структурах соединений в ходе удаления воды. Интенсивная механическая обработка в ПМ была наиболее эффективной для всех смесей. При ударном воздействии накапливалось большое количество вакансий, включая те, которые появлялись при дегидратации. Истирание в ШКМ сопровождалось меньшими энергозатратами и менее результативно.

*Руководители: д.т.н., проф. Косенко Н.Ф., к.х.н., доц. Филатова Н.В.*

## МУЛЛИТООБРАЗУЮЩЕЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ОГНЕУПОРОВ

Баданов М.А. (2 курс магистратуры)

*Ивановский химико-технологический университет*

В последние годы большое внимание исследователей привлекают золь-гель связующие системы на основе высокотемпературных оксидов для изготовления огнеупоров, в том числе корундового состава. К таким связующим можно отнести золи кремнезема, оксида алюминия (бёмита), муллита, шпинели, фосфаты и т.п. [1].

Нами изучено образование муллитообразующего связующего (МОС) способом соосаждения, исходя из растворов метасиликата натрия и хлорида алюминия. В качестве осадителя использовали раствор карбамида  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

Компоненты, содержащие Al и Si, брали в соотношении, которое соответствует стехиометрии муллита  $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ , т.е.  $\text{Al} : \text{Si} = 3:2$ .

Преимущественный размер частиц синтезированной МОС находится в диапазон 10–100 нм.

Впоследствии были приготовлены образцы из корундового порошка с удельной поверхностью  $0,5 \text{ м}^2/\text{г}$  с использованием МОС. После сушки были сняты кривые усадки с помощью дифференциального dilatометра.

Отчетливо видно, что основной процесс спекания, сопровождающийся усадкой, протекает в диапазоне температур 900–1400°C, причем максимальная скорость достигается при  $\sim 1375^\circ\text{C}$ . Уменьшение усадки при более высоких температурах может соответствовать нуклеации и росту кристаллов муллита [3].

Термостойкость образцов составила не менее 8 термоциклов.

Таким образом, МОС позволило получить корундовый огнеупор с хорошими техническими характеристиками.

Литература

- 1) Singh, A.K. High alumina castables: a comparison among various sol-gel bonding systems / A. K. Singh, R. Sarkar // J Aust Ceram Soc. – 2017. – №53. – С. 553–567.
- 2) Burgos-Montes, O. Mullite compacts obtained by colloidal filtration of alumina powders dispersed in colloidal silica suspensions / O. Burgos-Montes, M. I. Nieto, R. Moreno // Ceramics International – 2007. – №33. – С. 327–332.

*Руководитель: к.х.н, доц. Филатова Н.В.  
д.т.н, проф. Косенко Н.Ф.*

# СИНТЕЗ ШПИНЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ТРИОКСИДА ЖЕЛЕЗА-ОКСИДА КАЛЬЦИЯ

Белягина П.С. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В данной работе рассмотрен способ получения шпинелей низкотемпературным синтезом на основе системы  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$ , изучено влияние механоактивации на структуру шпинели, рассмотрено применение шпинелей в качестве красящих пигментов при росписи фарфоровых и полуфарфоровых изделий.

Шпинели – это обширная группа минералов, представляющая собой сложные оксиды с общей формулой  $\text{A}^{2+}\text{M}^{3+}_2\text{O}_4$ , где  $\text{A}^{2+} - \text{Mg}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Co}^{2+}$ ;  $\text{M}^{3+} - \text{Al}^{3+}, \text{Mn}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{V}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Ti}^{3+}$ . В основе керамического синтеза лежит реакция взаимодействия оксидов, протекающая с достаточной скоростью и хорошим выходом продуктов реакции только при высоких температурах. Наиболее распространенным и доступным методом проведения твердофазных реакций является механическое смешение при одновременном измельчении исходных компонентов с последующей термообработкой.

Керамические краски состоят из красящих пигментов, флюсов и различных вспомогательных компонентов, вводимых для повышения тона, лучшего закрепления на черепке изделий, регулирования реологических свойств красок. Пигменты в своей основе состоят из оксидов металлов или их соединений – алюминатов шпинельного типа, гранатов, вольфрамов и других твердых растворов или химических соединений. Хромофорами, или носителями цвета в пигментах, являются естественно окрашенные оксиды В, Вi, Al, Fe, Co, Cd, Mn, Cu, Ni и др.

Синтез шпинелей на основе системы  $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO}$  проводили в диапазоне температур от 500 – 1000°C. Предварительно смесь подвергали механическому смешению, совместному истиранию компонентов и механохимической активации в планетарной мельнице. Затем была исследована удельная поверхность полученных образцов, проведен рентгенофазовой и электромикроскопический анализ. Полученные шпинели были использованы в качестве красящих надглазурных и подглазурных пигментов при изготовлении сувенирной продукции из фарфоровых и полуфарфоровых масс.

*Руководитель: к.т.н., доцент Сазанова Т. В.*

# КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГЛИНОЗЕМСОДЕРЖАЩЕГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ И ФОСФАТНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Зонина И.И. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Фосфатные связующие широко известны благодаря их способности, в сочетании с глиноземсодержащими заполнителями, образовывать огнеупорные материалы при высокотемпературной дегидратации.

Целью настоящей работы является изучение условий формирования материала с использованием простейшей фосфатной связки – ортофосфорной кислоты (ОФК) и оксида алюминия, приводящих к образованию однородной структуры для обеспечения необходимых свойств. При смешении с оксидами ОФК способна образовывать фосфаты, формирующие матрицу композита. В качестве глиноземсодержащего заполнителя использовали порошок плавленого корунда (КП), представленного фазой  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  (рис. 1).

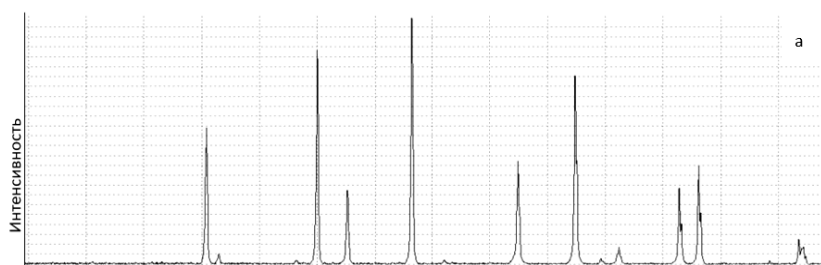


Рис. 1. Дифрактограмма образцов КП

СЭМ-анализ КП (рис. 2) показал, что порошок полидисперсный. В кристаллах просматривается псевдогексагональная форма, свойственная корунду. Образующиеся агрегаты имеют размер 5–40 мкм.

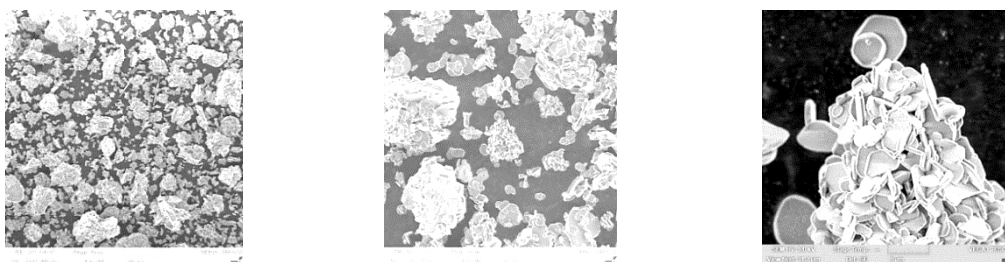


Рис. 2. СЭМ-фотографии КП

На основе порошка КП и ОФК получен композиционный материал с прочностью при сжатии и водопоглощением, которые удовлетворяют требованиям, предъявляемым к плотным корундовым огнеупорам.

*Руководители: к.х.н., доц. Филатова Н.В., д.т.н., проф. Косенко Н.Ф.*

# **ПОЛУЧЕНИЕ САМООЧИЩАЮЩИХСЯ КОМПОЗИТОВ «ШЕРСТЯНОЕ ВОЛОКНО TiO<sub>2</sub>-ПИЛЛАРНЫЙ МОНТМОРИЛЛОНИТ» С УФ-ПРОТЕКТНЫМИ СВОЙСТВАМИ**

Изюмова О.С.(2 к. маг.), Владимирицева Е.Л., Быков Ф.А., Овчинников Н.Л.,  
Бутман М.Ф.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Наночастицы оксидов металлов широко применяются для функциональной отделки текстильных материалов, в частности, шерсти, например, для повышения огнестойкости и прочности, улучшения фотозащитных, водоотталкивающих и антимикробных свойств. Для придания поверхности свойств самоочистки ее, как правило, покрывают наноразмерными частицами оксида титана, который под действием УФ-облучения способствует разрушению молекул загрязнений в фотокаталитическом процессе. Учитывая сравнительно низкую химическую и термическую стойкости волокон шерсти, с целью сохранения их целостности нами предлагается способ биоинертного инкапсулирования наночастиц TiO<sub>2</sub> на поверхности волокон шерсти. В частности, в качестве такой «капсулы» впервые использованы частицы глинистого минерала – монтмориллонита в его TiO<sub>2</sub> -пилларной форме. Во-первых, глинистые частицы, как известно, достаточно прочно связываются с волокнами шерсти при сорбции из водной дисперсии благодаря эффективному образованию связей между гидроксильными группами тактоидов глины и концевыми аминокислотными группами шерсти. Во-вторых, получение TiO<sub>2</sub>-пилларного монтмориллонита как фотокатализатора является отдельной технологической операцией, в которой термально активируются фотоактивные пиллары (наночастицы) оксида титана с максимальным содержанием в их составе анатаза. В-третьих, в TiO<sub>2</sub>-пилларном монтмориллоните равномерно распределенные фотоактивные наночастицы располагаются преимущественно в его межслоевом пространстве и прочно сшиты с силикатными слоями; при этом данные частицы могут служить дополнительными реакционными центрами связывания самой матрицы - монтмориллонита на поверхности шерсти.

Выполнены эксперименты по определению самоочищающихся свойств композитов под действием УФ-излучения: изучено изменение окраски шерстяного волокна, пропитанного катионным и анионным красителями. Выявлены высокая степень самоочистки в течение первых суток (до 10% - метиленовый голубой; до 35% - родамин Б) и увеличение прочности волокна после УФ облучения по сравнению с исходным. В работе использованы методы испытания волокон на прочность, рентгеновской дифракции, СЭМ, низкотемпературной адсорбции-десорбции азота, УФ-ВИД- и ИК-спектроскопии.

*Руководители: д.х.н., проф. Бутман М.Ф., к.х.н., доц. Овчинников Н.Л.*

# **АДСОРБЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ И ПИГМЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА НА $Al_{30}$ - И $Al/Ce$ -ПИЛЛАРНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

Колобкова А.В. (4 курс), Яшин Д.В. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последнее время наблюдается растущий интерес к использованию слоистых алюмосиликатов, и особенно монтмориллонита (ММ), в качестве сорбентов для очистки сточных вод от органических красителей, а также извлечения из растительных масел различных примесей. Улучшение адсорбционных свойств ММ достигается посредством кислотной активации или ионного обмена. Одной из наиболее перспективных модификаций ММ является так называемый пилларинг, результатом которого является формирование пилларного ММ. Пилларные материалы, характеризуются уникальными текстурными и физико-химическими свойствами, такими как развитая удельная поверхность, регулярное распределение микро- и мезопор, термическая стабильность и наличие активных центров различной природы, что открывает широкие возможности для их применения в качестве адсорбентов и катализаторов.

Целью настоящей работы являлось получение  $Al_{30}$ - и  $Al/Ce$ -пилларных материалов по интеркаляционной методике и исследование их адсорбции по отношению к органическим красителям и пигментам растительного масла.

Пилларные материалы получены интеркаляцией крупноразмерных поликатионов алюминия и алюминия/церия в межслоевое пространство ММ с последующим обжигом при температуре 300°C. Полученные материалы характеризуются увеличенными значениями базального расстояния, площади удельной поверхности и объема микропор, по сравнению с исходным ММ.  $Al_{30}$ - и  $Al/Ce$ -пилларные материалы оценены как эффективные сорбенты для удаления из водных растворов органических красителей (метиленовый голубой (МГ) и (кислотный красный (КК)), а также для очистки растительного масла от компонентов пигментного комплекса и свободных жирных кислот. Показано, что адсорбция красителей имеет сильную зависимость от pH среды с максимальной адсорбционной емкостью КК при низком pH, а МГ при высоком pH. Обнаружено, что во всех случаях адсорбционная емкость пилларных материалов выше, чем у исходного ММ. Установлено, что по отношению к каротиноидам адсорбционная способность образцов возрастает в ряду  $Al_{30}$ -PMM,  $Al/Ce$ -PMM и определяется прежде всего их пористостью и площадью удельной поверхности.

*Руководитель: Овчинников Н.Л., к.х.н., доцент*

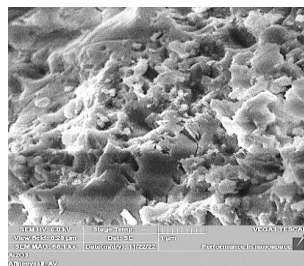
# ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ РЕАКТИВНОГО ГЛИНОЗЕМА И ФОСФАТНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Малоиван М.С. (1 курс)

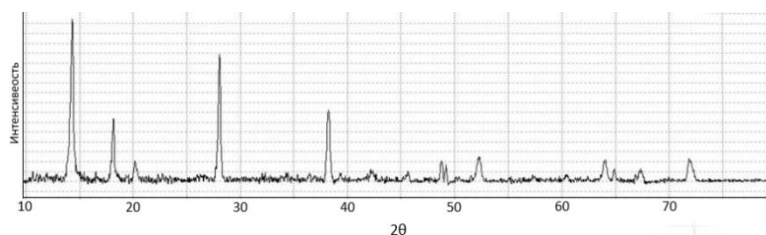
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Оксид алюминия обладает рядом химических свойств, благодаря которым его используют в прикладных целях.

Целью настоящей работы является изучение условий формирования композитов с однородной структурой, обладающей необходимыми свойствами, с использованием реактивного глинозема (РГ) и ортофосфорной кислоты (ОФК). Фосфатные связующие используют для получения огнеупорных материалов путем спекания порошков. Простой связкой является ОФК. При смешении с оксидными материалами  $H_3PO_4$  способна в поставленных условиях образовывать фосфатные новообразования, формирующие матрицу композита. РГ характеризуется высокопористой структурой (рис. 1) и развитой удельной поверхностью по БЭТ:  $(105 \pm 14) \text{ м}^2/\text{г}$ .



**Рис. 1. СЭМ-изображение кристаллов РГ**



**Рис. 2. Дифрактограмма образцов глинозема реактивного**

Рентгенофазовый анализ (рис. 2) показал, что РГ имеет сложный модификационный состав, включающий в себя и низкотемпературные оксидные формы. Таким образом, для получения плотного композита реактивный глинозем не может быть использован из-за высокой внутренней пористости, требующей введения большого количества связки. На основе РГ и ОФК может быть получен пористый теплоизоляционный композит.

*Руководители: к.х.н., доц. Филатова Н.В., д.т.н., проф. Косенко Н.Ф.*



## ПОЛУЧЕНИЕ $\text{TiO}_2$ -ПИЛЛАРНОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА С УЛУЧШЕННЫМИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВИРУЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Морозов Д.В. (4 курс), Матузов Д.Д. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одним из наиболее перспективных современных фотокатализаторов является диоксид титана в наноразмерном виде. Однако непосредственное использование наночастиц  $\text{TiO}_2$  связано с некоторыми ограничениями, такими как невысокая адсорбционная способность и возможность агрегации частиц, что снижает его фотокаталитическую эффективность при деструкции поллютантов органического происхождения. Чтобы преодолеть эти ограничения, получают композиты, в которых  $\text{TiO}_2$  наносят на минеральные матрицы, в качестве которых часто используют природные глинистые минералы и, в частности, монтмориллонит (ММ). В основе одного из перспективных методов модификации ММ диоксидом титана, называемого пилларированием, лежит интеркаляция полигидроксокомплексов титана с дальнейшей термической обработкой. Для получения пилларов-кристаллитов  $\text{TiO}_2$  с размером менее 20 нм и равномерного их распределения в матрице с сохранением ее упорядоченной структуры синтез интеркалянтов обычно проводят по растворной методике. При таком подходе эффективность интеркаляции полигидроксокомплексов можно повысить за счет как ее гидротермальной интенсификации, так и применения высокоэнергетических воздействий на минеральную матрицу, в частности, кратковременной механической обработки исходного ММ в планетарной мельнице.

Целью настоящей работы являлось применение комбинации активирующих воздействий при получении  $\text{TiO}_2$ -пилларного ММ и тестирование его адсорбционных и фотокаталитических свойств на примере модельного красителя родамина Б (RhB).

Фотокатализатор  $\text{TiO}_2$ -РАММН получен гидротермально активированной интеркаляцией полигидроксокомплексами титана механически диспергированной бентонитовой матрицы с последующим отжигом при  $500^\circ\text{C}$ . Образцы  $\text{TiO}_2$ -РАММН характеризуются значительно более высокими значениями удельной площади поверхности и суммарного объема пор по сравнению с гидротермально активированным ( $\text{TiO}_2$ -РММН) и исходным ММ. В фотокаталитическом процессе удаления красителя RhB  $\text{TiO}_2$ -РАММН значительно превосходит по фотоактивности  $\text{TiO}_2$ -РММН и коммерческий фотокатализатор Degussa P-25. Кинетика адсорбции описана моделями псевдо-первого и псевдо-второго порядков. Кинетика фотокатализа описана моделью Ленгмюра-Хиншельвуда.

*Руководитель: Бутман М.Ф., д.ф.-м.н., профессор*

# ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТОВ $\text{TiO}_2$ /ЦЕОЛИТ LTA С ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПО РАСТВОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Попова Е.Д. (2 курс), Иванова Ю.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Среди полупроводниковых материалов диоксид титана ( $\text{TiO}_2$ ) является наиболее привлекательным и перспективным фотокатализатором благодаря, прежде всего, сильной окислительной способности, экологичности, химической и биологической инертности и низкой стоимости. Однако, на широкое использование  $\text{TiO}_2$  в чистом виде накладываются такие ограничения как: низкая адсорбционная способность, высокая склонность к агрегации и трудности утилизации. В связи с этим многие исследования были направлены на использование тех или иных матриц, в частности, молекулярных сит для нанесения на них наночастиц  $\text{TiO}_2$ . Для иммобилизации  $\text{TiO}_2$  на твердый носитель были разработаны разнообразные методы, среди которых наиболее популярным и действенным является золь-гель метод, позволяющий получать нанесенный фотокатализатор в виде диспергированных наночастиц с преобладанием в кристаллитах фазы анатаза. В качестве альтернативы золь-гель методу нами была предложена растворная методика, подразумевающая использование растворов с высокой концентрацией полигидроксокомплексов титана, близких к границе золеобразования.

Целью настоящей работы является получение композитов  $\text{TiO}_2$ /цеолит LTA с различным количественным соотношением фотоактивного материала, наносимого по растворной технологии, и носителя.

Впервые с использованием растворной технологии в реакторе под давлением получены композиты оксида титана и цеолита LTA, содержащие в своем составе 50, 70 и 80%  $\text{TiO}_2$ . Материалы охарактеризованы методами РФА, ИК-спектроскопии, СЭМ, энергодисперсионного микроанализа, низкотемпературной адсорбции-десорбции азота. Адсорбционные и фотокаталитические свойства композитов исследованы на примере модельного красителя родамина Б.

Установлено, что морфология поверхности, текстурные, адсорбционные и фотокаталитические свойства полученных композитов, а также фазовый состав  $\text{TiO}_2$  в значительной степени зависят от степени покрытия поверхности цеолита. Для композитов 80% $\text{TiO}_2$ /LTA наблюдалась близкая к 100% степень покрытия и именно для этого состава с размером  $\text{TiO}_2$  кристаллитов около 11 нм и соотношением фаз анатаз/рутил около 0.54 обнаружена наиболее высокая фотокаталитическая активность.

*Руководитель: Овчинников Н.Л., к.х.н., доцент*

# **ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ОСАЖДЕНИЯ В СОЧЕТАНИИ С НАНОИМПРИНТ ЛИТОГРАФИЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОСТРУКТУР**

Рожкова Т.В. (1 курс магистратуры)

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

Современная наука и технологии активно развиваются в направлении создания новых материалов с уникальными свойствами и устройств, применяемых в электронике, оптике, медицине, энергетике и т.д. Одним из способов создания подобных материалов и устройств является сочетание золь-гель технологии и наноимпринт литографии (SOL-NIL). Применение комбинации методов позволяет получать наноразмерные структуры, что дает возможность создавать высокоточные технологические устройства с улучшенными характеристиками.

Метод SOL-NIL первоначально применялся для обработки мягких полимеров, однако в настоящее время он полностью адаптирован для твердых неорганических материалов с высокой диэлектрической проницаемостью, таких как оксиды металлов (Si, Ti, Al, Zr и Y).

В основе метода лежит процесс нанесения на кремниевую подложку металлизированного слоя оксида металла, полученного методом наноимпринт литографии с последующим формированием верхнего чувствительного пористого слоя модифицированного диоксида кремния, сформированного при помощи золь-гель технологии.

Метод SOL-NIL позволяет создавать оптические элементы с различными формами и размерами (в том числе сложной геометрии), что позволяет варьировать оптические свойства поверхности такие как прозрачность, преломление, дисперсия и т.д. Получаемые покрытия востребованы в таких приборах, как лазеры, фотоэлектрические элементы, солнечные батареи, системы управления светом, датчики газов и паров, биосенсоры, а также в качестве систем для доставки лекарств.

Литература:

1. Bottein T. Environment-controlled sol-gel soft-NIL processing for optimized titania, alumina, silica and yttria-zirconia imprinting at sub-micron dimensions / Bottein T., Dalstein O., Putero M., Cattoni A. [et al.] // *Nanoscale*.- 2018.- № 10. -P.1420-1431.
2. Chehadi Z. Soft Nano-Imprint Lithography of Rare-Earth-Doped Light-Emitting Photonic Metasurface / Chehadi Z., Montanari M., Granchi N., [et al.] // *Advanced Optical Materials*. – 2022. - № 10, - P. 2201618.

*Руководитель: к.т.н., доцент Ермоленко Б.В.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОВШОВОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА В КАЧЕСТВЕ РЕАКЦИОННО-АКТИВНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ В ЦЕМЕНТ

Турушева Е.В. (2 курс)

*Российский химико – технологический университет им. Д.И. Менделеева*

В современном мире выделяется большое количество парниковых газов, которые могут привести к глобальному потеплению. Количество  $\text{CO}_2$ , выбрасываемого в атмосферу при производстве цемента, составляет 7% от мирового объема. Снижение углеродного следа в цементной промышленности можно доточить путём уменьшения доли клинкера в составе цементов и введением большого количества минеральных добавок.

В данной работе показана возможность использования металлургического ковшового шлака (далее ШК) в составе цементов, за счёт которого можно увеличить суммарное содержание добавок в цементе без заметной потери его качества.

ШК образуется в качестве отхода во время внепечной обработки стали в ковш-печи. Химический состав ШК представлен  $\text{CaO}$  (48%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (22%),  $\text{SiO}_2$  (11%) и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (12%), которые способны к формированию гидравлически активных минералов. По результатам рентгенофазового анализа в ШК определены гидравлически активные фазы (82%): алюминаты кальция представлены алитом  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  и майенитом  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  (суммарно – 48%), силикаты кальция – белитом  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$   $\alpha'$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -модификаций (34%). Такой состав обеспечивает ШК высокую гидравлическую активность.

На пути исследований были изучены составы цементов ЦЕМ I 52,5Н с добавлением в разном соотношении ШК Выксунского металлургического завода Нижегородской обл. (20%) и известняка (20%, 25% и 30%). Благодаря содержанию в ШК гидравлически активных минералов – силикатов и алюминатов кальция, вступающих в реакции гидратации с образованием дополнительного количества гидросиликатов и гидроалюминатов кальция, удастся нейтрализовать резкое снижение прочности цемента при введении в него больших количеств минеральных добавок. Добавление ШК в цементные модельные смеси незначительно снижает их прочность: например, в цементе с суммарным содержанием добавок 50% (ШК – 20%, известняк – 30%) в возрасте 2 суток падение прочности при сжатии составляет всего 25 % в сравнении с цементом, содержащим 30% известняка, а в возрасте 28 суток – не более 21%.

Проведенными исследованиями показано, что добавка ШК может быть отнесена к новому виду минеральных добавок – реакционноактивным. Материал и работа перспективны.

*Руководитель: к.т.н., профессор, Сивков С.П.*

# О ВЛИЯНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТОВ

Урбанов А.В (1 курс)

*Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева*

На сегодняшний день потребление цемента в мире приблизилось к 4,1 млрд.т. При производстве 1 тонны цемента расходуется электроэнергия в размере 90 – 150 кВтч/т, при этом, 80% от общего числа энергии расходуется на помол. Процесс помола – самая энергозатратная часть производства цемента, введение специальных добавок, таких как интенсификаторы помола, способствует снижению количества потребляемой энергии на 10 - 25%.

Клинкер характеризуется различием минералогического состава, так как производится из природных сырьевых компонентов, для которых справедливо различие химического состава. Соответственно, каждый получаемый клинкер также уникален по своему составу. Клинкерные минералы характеризуются рядом свойств, которые, в дальнейшем, вносят вклад в характеристики готового цемента.

Возможность управлять свойствами цемента не только с помощью минералогического состава или процесса помола, но и с помощью модификаторов свойств, дает возможность получать цементы с заданными свойствами.

В данной работе показано влияние специальных добавок (модификаторов свойств), применяемых при помоле клинкера, на свойства цементов различного минералогического состава. Установлена взаимосвязь между химической основой добавки и получаемыми свойствами готового продукта.

В работе использовались следующие цементы: ЦЕМ I 52,5 Н, ЦЕМ II/A-П 42,5 Н, ЦЕМ II/A-И 42,5 Н и ЦЕМ II/A-Ш 42,5 Н, с содержанием  $C_3A$  5 – 7%,  $C_3S$  61 – 66% и  $C_2S$  11 – 18%. В качестве модификаторов свойств выступали коммерческие образцы добавок, отличающиеся используемым типом химических соединений (гликоли, амины, ПКЭ).

На основании проведенной работы выявлено влияние модификаторов свойств на гранулометрические свойства цементов различного типа и минералогического состава. Определено, какой тип модификатора свойств вносит больший вклад в процесс помола для каждого из цементов.

Выявлено влияние модификаторов свойств на процессы гидратации цементов различных типов и минералогического состава, а также на их строительно-технические свойства.

*Руководитель: д.т.н., проф. Потапова Е.Н.*

### **Секция 3. Технологии приборов и материалов электроники**

## ПАРАМЕТРЫ И СОСТАВ ПЛАЗМЫ СМЕСИ $\text{CF}_4 + \text{Ar}$

Брагина В.И., Хусаинова Е.О. (3 курс, бак.)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Смеси фторуглеродных газов с аргоном широко применяются в процессах ионного-плазменного травления кремния и его соединений. Начальный состав таких смесей позволяет контролировать соотношение физической и химической составляющих скорости травления, а также минимизации выбросов токсичных газов в атмосферу. В настоящее время наиболее изученной является смесь  $\text{CF}_4 + \text{Ar}$ . В частности, в работе [1] предложена кинетическая схема (набор реакций и констант скоростей), обеспечивающая формальное согласие расчета с экспериментом по концентрации и температуре электронов. Объективными недостатками этой схемы являются некорректное описание кинетики гетерогенной гибели нейтральных частиц.

С учетом вышесказанного, цель данной работы включала: а) актуализацию кинетической схемы для смеси  $\text{CF}_4 + \text{Ar}$ ; и б) получение данных по кинетике и концентрациям активных частиц на основе комбинации методов диагностики и моделирования плазмы.

Эксперименты проводились в реакторе индукционного типа при возбуждении ВЧ (13.56 МГц) разряда. Постоянными входными параметрами были давление газа (6 мтор) и вкладываемая мощность (700 Вт). Зондовая диагностика обеспечивала данные по температуре электронов и плотности ионного тока, из которых определяли концентрацию электронов. Для получения данных по концентрациям нейтральных частиц плазмы использовалась 0-мерная модель.

Показано, что модифицированная кинетическая схема не приводит к принципиальным, по сравнению с работой [1], различиям в концентрациях нейтральных частиц. Установлено, что доля аргона в исходной смеси влияет на электрофизические параметры плазмы (температуру и концентрацию электронов), что отражается на кинетике процессов под действием электронного удара. Следствием этого является более медленное (в  $\sim 1,5$  раза при 0–50% Ar) снижение скорости образования атомов фтора в процессах вида  $\text{CF}_x + e \rightarrow \text{CF}_{x-1} + \text{F} + e$ , которое определяет поведение их концентрации.

### Литература:

1. Kimura T., Ohe K., Probe measurements and global model of inductively coupled Ar/ $\text{CF}_4$  discharges. Plasma Sources Sci. Technol. 8 (1999) 553. DOI 10.1088/0963-0252/8/4/305.

*Руководитель: д.х.н., проф. Ефремов А.М.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ

Бурова Е. А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

На сегодняшний день полупроводниковые лазеры широко применяются во многих отраслях науки и техники. Важной частью любого лазера является резонатор, в случае полупроводникового лазера резонатором является полупроводниковая пластина с гладкими параллельными гранями, коэффициенты отражения которых составляют  $R \sim 30\%$ . Нанесение диэлектрических покрытий на грани осуществляется с целью защиты граней (торцов) от внешнего воздействия, а также с целью получения определенных коэффициентов отражения на выходном и заднем торцах резонатора – до 5% (полупрозрачное зеркало) и более 95% (глухое зеркало) соответственно – что увеличивает выходную мощность лазера в несколько раз.

Задача получения таких диэлектрических покрытий – зеркал резонатора – заключается в моделировании их конструкции, подборе материалов и режимов нанесения.

В данной работе приведено сравнение спектральных характеристик оптических покрытий, смоделированных в специальной программе для расчета, и экспериментальных образцов, полученных на спектрофотометре.

Исследование проводилось в два этапа:

1) Получение спектральных характеристик для покрытий, нанесенных по смоделированным в программе схемам на подложки-свидетели ( $\text{SiO}_2$ ). Получение проводится для 4 образцов: два образца с AR, нанесенные при разных режимах, два образца с HR, также нанесенные при разных режимах проведения процесса. Режимы отличались по скоростям напыления примерно в 1,5-2 раза;

2) Сравнение рассчитанных и экспериментальных спектральных характеристик оптических покрытий.

По полученным данным установлена зависимость влияния скорости нанесения слоев на спектральные характеристики многослойных оптических покрытий. На подложках-свидетелях получены коэффициенты отражения:  $R = 10\%$  (для AR) и  $R = 85\%$  (для HR), что соответствует коэффициентам  $R = 4\%$  (для AR) и  $R = 98\%$  (для HR) на подложках GaAs. Полученные данные удовлетворяют поставленным требованиям.

*Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Иванов А.Н.*



# КИНЕТИКА ТРАВЛЕНИЯ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ В ПЛАЗМЕ ДИФТОРДИХЛОРМЕТАНА

Гоголев И. А., Чесноков И. А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одним из ключевых этапов в технологии производства современных интегральных микросхем является плазмохимическое травление. Традиционно в качестве плазмообразующих сред использовались фторсодержащие газы ( $\text{CF}_4$ ,  $\text{SF}_6$ ), являющиеся источником атомарного фтора. Но с развитием микроэлектроники и внедрением новых материалов стали применяться хлорсодержащие газы ( $\text{CCl}_4$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ), являющиеся источниками атомарного хлора. В данной работе для травления арсенида галлия (GaAs) в качестве плазмообразующей среды был использован дифтордихлорметан –  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ , играющий важную роль в промышленности плазменного травления, так как может легко диссоциировать на химически активные радикалы Cl и F. Целью данной работы являлось исследование особенностей взаимодействия GaAs с  $\text{CCl}_2\text{F}_2$ , а также влияния времени обработки и внешних параметров плазмы на скорость травления GaAs.

Для экспериментального исследования взаимодействия плазмы дифтордихлорметана с GaAs использовался стеклянный проточный плазмохимический реактор. В качестве внешних параметрами разряда выступали ток разряда (5–75 мА), время обработки (до 3-х минут), давление (20–200 Па) и расход (2–8 см<sup>3</sup>/сек при нормальных условиях) плазмообразующего газа. Дифтордихлорметан набирался в хлорвиниловую емкость, откаченный до давления  $\sim 1$  Па, из металлического баллона с маркой "чистый". Для травления использовались фрагменты полированных пластин GaAs (средняя площадь 1 см<sup>2</sup>). Образцы располагались в области положительного столба разряда под плавающим потенциалом, температура образца контролировалась по температуре подложкодержателя. Определение скоростей травления осуществлялось гравиметрически, по изменению массы образца до и после обработки. Спектральные измерения были реализованы непосредственно с использованием плазмохимического реактора с помощью спектрометров фирмы Avantes AvaSpec, рабочий интервал длин волн 200-1000 нм.

В ходе проведения экспериментов были получены зависимости убыли масс и скорости травления GaAs от времени обработки, давления газа, тока разряда и температуры образца. В эмиссионных спектрах были обнаружены атомарные и молекулярные компонент.

*Руководитель: к.х.н., доцент Мурин Д. Б.*

## ПРИМЕНЕНИЕ РАЗВЕДОЧНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ГОДНЫХ МФ МИС СВЧ

Голубева А. Ю. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Для решения проблем, возникающих на разных технологических этапах, используют различные методики. Такие как метод «Шесть сигм», американская система 4М и др. В нашей работе мы основывались на методе «Шесть сигм».

«Шесть сигм» - то методика минимизации ошибок и максимизация ценности. Любая ошибка, совершенная организацией или человеком, в конечном счете имеет свою цену – в виде потерянного потребителя, необходимости переделать плохо выполненное задание, подлежащей замене детали, испорченного материал, потери времени или эффективности, недопустимо низкой производительности.

В ходе изготовления многофункциональных монокристаллических интегральных схем (МФ МИС СВЧ) на основе GaAs были обнаружены пластины с очень низким или нулевым выходом годных. Анализ параметрических измерений показал, что цифровая часть МФ МИС СВЧ работает некорректно. Одной из причин этого является низкое качество гетероструктур у некоторых поставщиков.

Поверхность любого полупроводника (п/п) является неустраняемым дефектом. На ней находятся оборванные химические связи, адсорбированные атомы примесей, в первую очередь, углерод ( $\text{CO}_2$  и углеводороды). Углерод в приповерхностной области арсенида галлия создает область р-типа, которая может компенсироваться различными дефектами, которые создают глубокие центры. Степень компенсации зависит от плотности электрически активных глубоких центров. Для каждого поставщика пластин и слитков эта величина индивидуальная и зависит, вероятнее всего, от финишной обработки поверхности пластин полуизолирующего арсенида галлия (SI-GaAs).

Исходя из полученного объема экспериментальных и статистических данных, для решения проблемы можно предложить план дальнейших действий: подбор оптимальных условий роста компенсирующих буферных слоев, а также разработка методики оценки качества буферных слоев.

Для каждого поставщика индивидуально подбирать буферный слой, для этого необходимо подбирать начальные ростовые условия (соотношение потоков рабочих газов и температуру роста). В качестве метода роста гетероэпитаксиальных слоев используется метод газофазной эпитаксии с использованием металлорганических соединений.

*Руководитель: к.х.н., доцент Шикова Т. Г.*

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ $H_2$ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И СПЕКТРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗРЯДА $CF_4$

Граждан А. Ю. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Смеси фтор-водород-углеродных ( $CF_4$ ,  $CHF_3$ ) газов с инертными (Ar, He) и/или молекулярными ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2$ ) газами являются перспективными и широко используемыми плазмообразующими средами при проведении процессов сухого травления широкого круга неорганических материалов. Так, например, кроме очевидных технологических преимуществ, таких как стабилизация плазмы, увеличение скорости травления и анизотропии процесса, добавление молекулярного водорода позволяет достичь специфических эффектов при травлении ряда материалов, которые не достижимы с помощью однокомпонентного плазмообразующего газа («полирующее травление»). Целью данной работы являлось исследование влияния добавок  $H_2$  на электрофизические параметры и спектры излучения плазмы  $CF_4$ .

Для экспериментального исследования параметров плазмы тлеющего разряда постоянного тока в смеси  $CF_4/H_2$  использовался цилиндрический проточный реактор. В качестве внешних параметров разряда выступали ток разряда ( $i_p = 15 \div 25$  мА), состав газа ( $y(H_2) = 0 \div 100$  %). Водород получали электрохимическим разложением воды с помощью генератора водорода «Кулон-6». Для измерения напряженности электрического поля был использован двухзондовый компенсационный метод. Температура газа, необходимая для определения приведенной напряженности электрического поля, определялась путем решения уравнения теплового баланса реактора с использованием экспериментальных данных по температуре наружной стенки. Измерение температуры наружной стенки проводилось с помощью хромель-копелевой термопары. Исследования спектров излучения плазмы проводились с помощью спектрометров AvaSpec-2048-2 и AvaSpec-3648.

Как показали эксперименты, при малых долях водорода температура газа практически не зависит от состава смеси. Лишь начиная с соотношения газов 50/50, температура линейно спадает. Приведенная напряженность электрического поля плавно уменьшается от значения, соответствующего чистому  $CF_4$  до значения, соответствующего чистому водороду, при этом характер зависимости близок к линейному. В спектрах излучения  $CF_4/H_2$  были обнаружены атомарные и молекулярные компоненты. Для последних построены зависимости интенсивностей излучения от состава газа.

*Руководитель: к.х.н., доцент Мурин Д. Б.*

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АРГОНА И КИСЛОРОДА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛАЗМЫ $\text{BCl}_3$

Гришков А. Э. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Низкотемпературная газоразрядная плазма хлорсодержащих, в том числе и  $\text{BCl}_3$  и смесей на его основе, нашла применение в технологии микро- и нанoeлектроники при проведении процессов очистки и размерного травления поверхности полупроводниковых пластин и функциональных слоев интегральных микросхем. Целью данной работы является анализ влияния добавки аргона и кислорода на электрофизические параметры тлеющего разряда постоянного тока трихлорида бора.

Для экспериментального исследования параметров плазмы тлеющего разряда постоянного тока в  $\text{BCl}_3$  с аргоном и кислородом использовался цилиндрический проточный реактор (радиус  $r = 1.4$  см, длина зоны разряда  $l = 36$  см), изготовленный из стекла С-49. В качестве внешних параметров разряда выступали ток разряда ( $i_p = 15\text{--}25$  мА), давление газа ( $p = 20\text{--}200$  Па). Трихлорид бора, аргон и кислород набирали из баллона с маркой "чистый", содержание основного газа не менее 99.5%. Для измерения напряженности электрического поля был использован двухзондовый компенсационный метод. Температура газа, необходимая для определения приведенной напряженности электрического поля, определялась путем решения уравнения теплового баланса реактора с использованием экспериментальных данных по температуре наружной стенки. Измерение температуры наружной стенки проводилось с помощью хромель-копелевой термопары.

Эксперименты показали, что увеличение доли аргона и кислорода в смеси с  $\text{BCl}_3$  приводит к уменьшению осевой напряженности электрического поля и, как следствие сопровождается снижением удельной мощности, вкладываемой в разряд, температура газа также уменьшается, следуя поведению удельной мощности. Приведенная напряженность электрического поля в плазме  $\text{BCl}_3/\text{Ar}$  и  $\text{BCl}_3/\text{O}_2$  слабо зависит от тока разряда и при увеличении доли аргона и кислорода плавно уменьшается от значений, соответствующих чистому  $\text{BCl}_3$  до значений чистого аргона и кислорода. Отметим, что такой характер экспериментальной зависимости  $E$  к  $N$  является типичным для электроотрицательных и инертных газов и обусловлен снижением эффективности гибели электронов в процессе диссоциативного прилипания к молекулам  $\text{BCl}_3$ .

*Руководитель: к.х.н., доцент Мурин Д. Б.*

# ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛЁНКИ ЗОЛОТА НА САПФИРОВЫХ ПОДЛОЖКАХ

Зайцева П.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Для многих радиоэлектронных деталей финишным металлопокрытием является золотое, которое обладает высокой антикоррозионной стойкостью, хорошей паяемостью, низким переходным сопротивлением, высокой электропроводностью. Сапфировые подложки применяются для ИМС СВЧ диапазона. В настоящее время существуют два основных метода нанесения золотых пленок на сапфировые подложки: метод магнетронного напыления и электрохимического осаждения.

Метод магнетронного распыления обладает следующими достоинствами: высокая скорость нанесения пленок, уменьшенное количество радиационных повреждений, снижен перегрев подложки, высокая чистота получаемых пленок. В полупроводниковой технологии электрохимического осаждения применяют для покрытия деталей металлическими пленками.

В данной работе использовались оба метода формирования пленок: первым слоем верхней металлизации была создана структура титан-золото-титан, а сверху гальваническое осаждение золота через фоторезистивную маску, которое выполнялось с использованием фосфатного электролита золочения. При этом в магнетронном напылении титан под распыленным золотом улучшает адгезионный показатель, а верхний титан является технологическим слоем, который подвергается травлению перед последующим электрохимическим осаждением, выполняя таким образом защитную функцию.

Принципиальным отличием данной технологии от классической является то, что в ходе работы использовали негативный фоторезист, а электролиз проводили в низкотемпературном электролите, что повлияло на полученные параметры пленки.

После выполнения требуемых операций была измерена толщина пленки. Полученный интервал значений с учетом погрешности составил 2,84–2,95 мкм, что удовлетворяет заданным в технологической карте значениям:  $3,0 \pm 0,1$  мкм. Пластина успешно прошла проверки по технологическим параметрам и была в дальнейшем использована в производстве.

*Руководитель: к. х. н., доц., зав. кафедрой ТП и МЭТ Смирнов С.А.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КРЕМНИЕВЫХ СТРУКТУР С ВЫСОКИМ АСПЕКТНЫМ СООТНОШЕНИЕМ НА УСТАНОВКЕ PLASMAPRO100

Калачев А.М. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В технологии получения структур с высоким аспектным соотношением широко используются установки, реализующие процесс глубокого реактивно-ионного травления (Bosch-процесс). Подобные установки оснащены специализированными системами, позволяющими проводить процесс согласования генератора с плазмохимическим реактором за минимально возможное время – не более 10-20 с. Установка PlasmaPro100 в своём базовом исполнении не имеет подобной комплектации и обеспечивает согласование после подачи ВЧ мощности в течение промежутка времени более 30 с, что приводит к возможной остановке процесса из-за неудачной попытки согласования. Задача заключалась в исследовании возможности получения щелевых структур в газовой смеси  $\text{SF}_6/\text{Ar}$ , полагая, что анизотропию процесса обеспечит дополнительная ионная бомбардировка аргоном. В качестве объекта использовалась пластина кремния КЭФ – 4,5 (111). Мощность генератора ICP составляла 700 Вт, генератора смещения столика – 30 Вт. Использовалась маска из алюминия в виде набора чередующихся прямоугольных полосок протяженностью 2,5 см, сгруппированных в три участка с шириной 50, 30 и 10 мкм. Размер окон между полосками был равен их ширине. Травление проводилось при давлении 5 Па в течение 20 минут. Поток для  $\text{SF}_6$  составлял  $100 \text{ см}^3/\text{мин}$  и для аргона –  $5 \text{ см}^3/\text{мин}$ .

Результаты измерений параметров профиля полученных структур на растровом электронном микроскопе показали, глубина травления в трёх областях различна и составила от 83 мкм для участков с шириной окна 10 мкм до 90 мкм для участков с шириной окна 50 мкм. Анализ результатов показал наличие значительного подтрав под маску, величина которого составила в среднем 50 мкм и фактически наблюдалось полное удаление материала в области маскирования. Таким образом, процесс травления протекал практически изотропно, что свидетельствует о невозможности формирования щелевых кремниевых структур заданной топологии. Предположительно, для увеличения анизотропии травления необходимо изменить соотношение  $\text{SF}_6/\text{Ar}$  путём уменьшения величины потока  $\text{SF}_6$ , подаваемого в камеру, либо использовать тройные смеси газов  $\text{SF}_6/\text{C}_2\text{F}_6/\text{Ar}$ , для обеспечения возможности формирования защитных полимерных слоев на боковых стенках в процессе травления.

*Руководитель: к.ф.-м.н. доцент Холодков И.В.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГАРМОНИЧЕСКОГО БАЛАНСА И ТРЕХМЕРНОГО ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МИКРОПОЛОСКОВЫХ СВЧ УСИЛИТЕЛЕЙ

Катраевский Д.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Современные методы проектирования электронных устройств подразумевают широкое использование САПР, что позволяет значительно сократить время и стоимость разработки изделия. Целью исследования являлось проектирование входного и выходного делителя СВЧ усилителя мощности в диапазоне частот 2,4 ГГц – 2,6 ГГц. Метод гармонического баланса использовался на первоначальном этапе проектирования в САПР AWRDE с целью определения в первом приближении геометрических параметров микрополосковой структуры. Следует отметить, что в исходной постановке задачи в данном методе не делается никаких предположений о типе электромагнитной волны, распространяющейся или возбуждающейся в исследуемой структуре. Такое упрощение может в дальнейшем сказаться на некорректном поведении изготовленного устройства. Для выполнения окончательной оптимизации был использован более точный метод трехмерного электродинамического анализа. Расчеты проводились в САПР CSTSS. Так как расчет с использованием метода гармонического баланса выполняется значительно быстрее, такой подход к решению поставленной задачи позволил существенно сократить затраты времени за счет уменьшения количества итераций на последнем этапе. Из анализа полученных данных (рис. 1) можно заключить, что в области нижних частот оба метода проектирования приводят к одинаковым результатам.

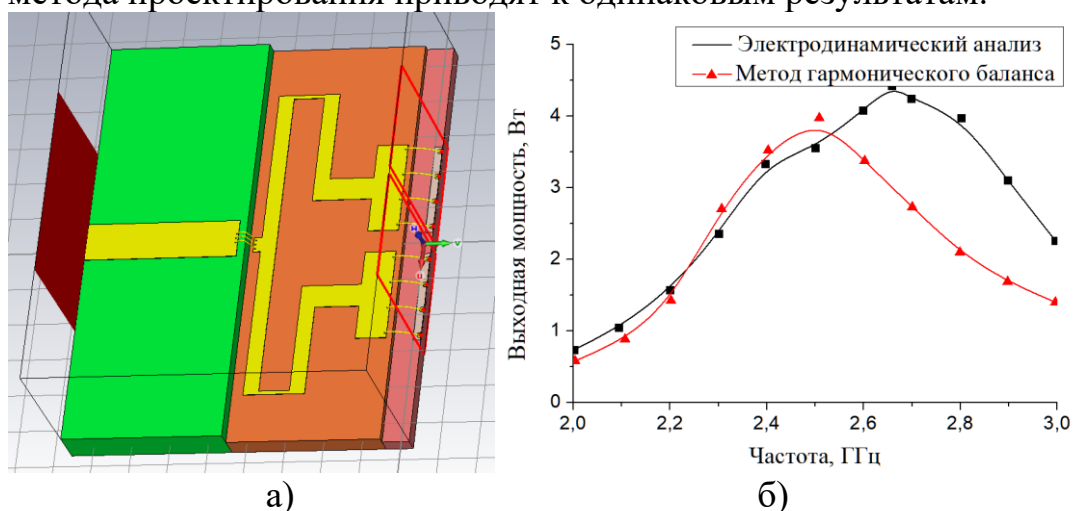


Рис.1. 3D модель микрополоскового делителя (а) и зависимость выходной мощности усилителя в заданном диапазоне частот (б)

*Руководитель: к.х.н. доцент Холодкова Н.В.*

## ПАРАМЕТРЫ И СОСТАВ ПЛАЗМЫ СМЕСИ $\text{CF}_4+\text{O}_2$

Малинина К. А. (1 курс, маг.)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Смеси фторуглеродных газов с кислородом широко применяются в процессах реактивно-ионного травления (РИТ) кремния и его соединений. Начальный состав таких смесей является инструментом оптимизации выходных характеристик РИТ (скорость, селективность, анизотропия) за счет регулирования концентраций атомов фтора и полимеробразующих радикалов. В настоящее время наиболее изученной является смесь  $\text{CF}_4+\text{O}_2$ . В частности, в классической работе [1] определены ключевые процессы, формирующие состав плазмы, а также предложена кинетическая схема, обеспечивающая формальное согласие расчета с экспериментом по концентрации атомов фтора. Объективными недостатками этой схемы являются некорректное описание кинетики гетерогенной гибели нейтральных частиц, а также использование устаревших данных по константам скоростей.

С учетом вышесказанного, цель данной работы включала а) актуализацию кинетической схемы для смеси  $\text{CF}_4+\text{O}_2$ ; и б) получение данных по кинетике и концентрациям активных частиц на основе комбинации методов диагностики и моделирования плазмы.

Эксперименты проводились в реакторе индукционного типа при возбуждении ВЧ (13.56 МГц) разряда. Постоянными входными параметрами были давление газа (6 мтор) и вкладываемая мощность (700 Вт). Зондовая диагностика обеспечивала данные по температуре электронов и плотности ионного тока, из которых определяли концентрацию электронов. Для получения данных по концентрациям нейтральных частиц плазмы использовалась 0-мерная модель.

Показано, что модифицированная кинетическая схема обеспечивает лучшее, по сравнению с работой [1], согласие расчетной концентрации атомов фтора с экспериментом. Установлено, что максимум на зависимости концентрации атомов фтора от доли кислорода в смеси не является прямым следствием процессов вида  $\text{CF}_x + \text{O} \rightarrow \text{CF}_{x-1}\text{O} + \text{F}$ , но обеспечивается диссоциацией соответствующих продуктов -  $\text{FO}$ ,  $\text{CFO}$  и  $\text{CF}_2\text{O}$ . Источником последних является и гетерогенная рекомбинация.

### Литература:

1. Kimura T., Noto M. Experimental study and global model of inductively coupled  $\text{CF}_4/\text{O}_2$  discharges. J. Appl. Phys. 2006. V. 100. P. 063303. DOI: 10.1063/1.2345461.

*Руководитель: д.х.н., проф. Ефремов А.М.*



# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОГО ПУЗЫРЬКА ПОДВОДНОГО РАЗРЯДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Ощенко И. И. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Процессы, протекающие в плазме, являются многоканальными и многостадийными, а внутренние параметры плазмы сами зависят от скоростей протекающих физико-химических процессов. Поэтому анализ такой сложной системы требует кроме широкого набора экспериментальных данных также данных, полученных численным моделированием.

Целью данного исследования являлось установление состава газового пузырька подводного неравновесного разряда переменного тока, горящего между металлическими электродами.

Исследуемый разряд частотой тока 50 Гц генерировался между двумя электродами, выполненными из молибдена, меди и стали. Диаметры электродов составляли 1 мм, а межэлектродное расстояние менялось в интервале от 0.5 до 4 мм. К электродам прикладывалась разность потенциалов в интервале от 1.5 до 4 кВ.

Для выделения основных элементарных процессов, и уточнения состава газовой фазы плазморастворной системы, выполнено кинетическое моделирование плазмы, которое основано на совместном численном решении уравнения Больцмана для электронов, уравнений колебательной кинетики для основных электронных состояний молекул кислорода, воды, водорода, а также уравнений химической кинетики для процессов с участием указанных молекулярных продуктов.

Результаты моделирования показали, что состав газового пузырька для различных рассматриваемых систем не идентичен. Для комбинаций электродов с применением меди и стали можно говорить о схожем составе 30 % кислорода, 67 % водорода, 3 % паров воды. Для систем с молибденовыми электродами состав несколько отличается: 30 % кислорода, 63% водорода и 7 % паров воды. При данных составах газовой фазы удается добиться удовлетворительного согласия между расчетными и экспериментальными интенсивностями излучения основных компонентов разряда.

Полученные экспериментальные данные об электрофизических параметрах разряда в жидкости могут быть использованы для нахождения оптимальных условий синтеза нанопорошков.

*Руководитель: к.х.н., зав. каф. ТП и МЭТ Смирнов С.А.*

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОПОЛОСКОВОГО ЦИРКУЛЯТОРА НА ФЕРРИТОВОЙ ПОДЛОЖКЕ

Почкин М.О. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Развитие радиолокации, астрономии, релейной связи вызвало бурное развитие радиотехнических приборов сверхвысоких частот и поставило перед ними ряд новых задач. Поочередное переключение передатчика на несколько антенн, автоматическая регулировка амплитуды СВЧ сигнала и другие подобные задачи потребовали разработки СВЧ элементов радиоаппаратуры с электрически управляемыми параметрами — переключателей, коммутаторов, амплитудных и фазовых модуляторов и перестраиваемых фильтров, — которые удалось разработать благодаря применению *ферритов*. Их использование позволило решить перечисленные выше задачи, увеличило возможности СВЧ радиотехники.

Ферритовые циркуляторы — устройства, позволяющие развязать генератор от нагрузки без больших потерь мощности. В диапазоне СВЧ ферриты не подчиняются *принципу взаимности*, т.е. их магнитные свойства «несимметричны» по отношению к направлениям распространения СВЧ-энергии. Используя эту «несимметричность» свойств ферритов, можно конструировать различные невзаимные СВЧ устройства, основанные на поглощении СВЧ-энергии различным для разных направлений поля. Наиболее универсальными из устройств на ферритах являются циркуляторы. Циркулятор выполняет функцию управления движением потока энергии.

В данной работе рассмотрена технология изготовления ферритового Y-циркулятора включает в себя следующие операции: комплексная химическая очистка ферритовых подложек; резистивное напыление в вакууме на обе стороны подложки сначала подслоя хрома, а затем слоя меди; фотолитографический цикл, включающий нанесение, сушку фоторезиста, совмещение с фотошаблоном и экспонирование, проявление фоторезистивного слоя с последующим его задубливанием. Далее для защиты обратной стороны подложки от разрушения её покрывают защитным лаком, после чего проводят операции последовательного травления слоёв хрома и меди для создания заданного рисунка на лицевой стороне ферритовой подложке. Затем следует удаление слоёв лака и фоторезиста. После этого проводится гальваническое золочение обеих сторон подложки для создания защитного покрытия. Заключительной операцией технологии изготовления ферритового Y-циркулятора является резка подложек на отдельные платы.

*Руководитель: к.х.н., доц. Мурин Д.Б.*

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ПЛАСТИН НА КРИСТАЛЛЫ МОЩНЫХ НЕМТ-ТРАНЗИСТОРОВ RIE ISP

Ратавина В. С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Полупроводниковые (п/п) сверхвысокочастотные (СВЧ) приборы составляют основу элементной базы современных систем связи и радиолокации. Транзисторы с высокой подвижностью электронов - необходимая часть любых устройств, в которых требуется: высокая степень усиления сигнала, низкий шум при работе на больших частотах.

Обеспечение приемлемого теплового режима работы является основной задачей при разработке СВЧ устройств. Из-за относительно малой величины теплопроводности GaAs, подложка дает основной вклад в тепловое сопротивление «канал - теплоотводящее основание корпуса».

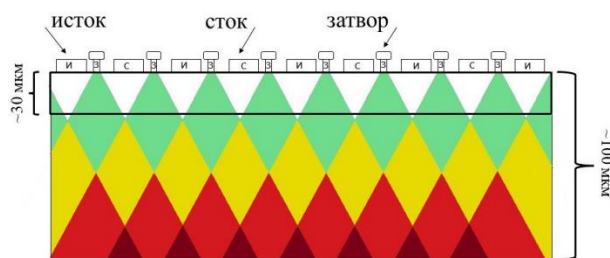


Рис. 1. Схема распространения теплового сопротивления мощного НЕМТ-транзистора в рабочем состоянии от толщины подложки

При увеличении толщины подложки, уменьшении расстояния между секциями транзистора температура канала увеличивается, подвижность электронов уменьшается и, как следствие, уменьшаются ток стока, коэффициент усиления и выходная мощность. Для повышения быстродействия уменьшают расстояние между секциями, что

ограничено максимально допустимой температурой канала транзистора.

Одним из требований разделения пластины, является высокая изотропия (предотвращает механические повреждения кристалла при монтаже), однако использование жидкостного травления (высокая изотропность) не привело к удовлетворительному результату – сильный растрав поверхности кристалла. Использование скрайбирования алмазным диском также считается неудовлетворительным, по причине наличия повреждений (сколы и трещины). Лазерное скрайбирование позволяет разделять пластины без последующего разламывания с отсутствием механических повреждений, однако необходимость дорогостоящего оборудования и дополнительных мер защиты рабочей поверхности пластины от продуктов лазерной обработки ограничивает использование этого метода.

В работе приведен анализ результатов разделения GaAs подложек на кристаллы мощных НЕМТ-транзисторов методом химического и реактивного ионного травления в смеси газов  $\text{Cl}_2/\text{BCl}_3/\text{Ar}$ .

*Руководитель: к.х.н., доцент Шикова Т. Г.*

# ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПРИВИВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Поспелов А.С., Сажин И.И. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Полимерные материалы в большинстве своём имеют гидрофобную поверхность и слабые адгезионные свойства. Наиболее эффективным методом модификации поверхности полимерных соединений является воздействие на них активных частиц низкотемпературной плазмы.

Целью данной работы являлось плазмохимическая модификация пленки полиэтилена (ПЭ) и последующая прививка в 15% водном растворе хлорида диаллилдиметиламмония (mDDA) вещества, обладающего антибактериальными свойствами.

Плётку ПЭ обрабатывали 5 минут в положительном столбе тлеющего разряда постоянного тока (50 или 80 мА) в потоке аргона, кислорода (линейная скорость потока составляла 30 см/с) при давлении плазмообразующего газа 100 Па.

Измеряли и сравнивали краевые углы смачивания водой и мономером mDDA поверхности образцов до и после обработки в плазме, а также на плёнках, после выдержки в растворе mDDA и промывки их в воде в течении часа. Краевой угол смачивания исходного ПЭ составляет  $72\pm 4^\circ$  и  $77\pm 4^\circ$  для мономера и воды соответственно. После обработки полимера в плазме аргона значение краевого угла смачивания составляло  $26\pm 2^\circ$  и  $29\pm 3^\circ$  для мономера и воды соответственно. После обработки полимера в плазме кислорода значение краевого угла смачивания составляло  $36\pm 2^\circ$  и  $44\pm 4^\circ$  для мономера и воды соответственно. После выдержки в течении часа в растворе mDDA и промывки в воде образца, обработанного в плазме аргона, краевой угол смачивания раствором мономера составил меньше  $20^\circ$ , для воды –  $20\pm 2^\circ$ . После прививки образца, обработанного в плазме кислорода, краевой угол смачивания раствором мономера составил меньше  $20^\circ$ , для воды –  $24\pm 2^\circ$ .

Анализ поверхности образцов методом ИК спектроскопии НПВО после обработки в плазме аргона и кислорода показал, что в поверхностном слое полимера происходит образование различных кислородсодержащих групп и двойных связей. После прививки в спектре наблюдается сильная широкая полоса поглощения в области  $3200\text{--}3600\text{ см}^{-1}$  (предположительно валентные колебания связи N – H). Результаты исследования образцов после прививки методом АСМ показывают островковую структуру привитого мономера толщиной  $\sim 20$  нм. Наилучшие результаты достигаются после обработки ПЭ в плазме аргона при токе разряда 80 мА.

*Руководитель: к.х.н., доц. Смирнов С.А.*

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСВЕТЛЯЮЩЕГО И ВЫСОКООТРАЖАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗЕРКАЛ ИНЖЕКЦИОННОГО ЛАЗЕРА НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ

Смирнов С.С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Основной задачей данной работы было моделирование просветляющего и высокоотражающего покрытия для зеркал инжекционного лазера на арсениде галлия. В качестве просветляющего покрытия для выходного зеркала лазера выбрана пара материалов  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ . В качестве высокоотражающего покрытия для глухого зеркала лазера использовано многослойное покрытие, состоящих из нескольких пар материалов  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ . Моделирование производилось в программе ESSENTIAL MACLEOD, предназначенной для расчета характеристик оптических покрытий различной сложности. После получения результатов моделирования было проведено сравнение спектральных характеристик смоделированных покрытий с характеристиками покрытий, полученными ранее на предприятии.

В качестве входных данных для моделирования кроме материалов были заданы коэффициенты пропускания для просветляющего покрытия выходного зеркала и высокоотражающего покрытия для глухого зеркала, равные 96% и 4-6%, соответственно, для покрытий, нанесенных на арсенид галлия. Для сравнения спектральных характеристик полученных покрытий использовались те же параметры, что и при моделировании покрытий на арсениде галлия, но с заменой материала подложки на стекло (КУ-1).

Результаты моделирования и сравнения спектральных характеристик смоделированных покрытий с характеристиками покрытий, полученными ранее на предприятии представлены на рисунках 1 и 2.

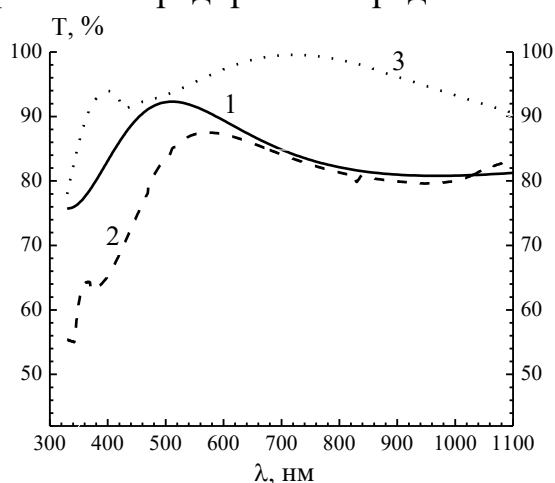


Рис. 1. Семейство спектров просветляющих покрытий: 1 – модель на КУ-1; 2 – пилотный образец; 3 – модель на GaAs

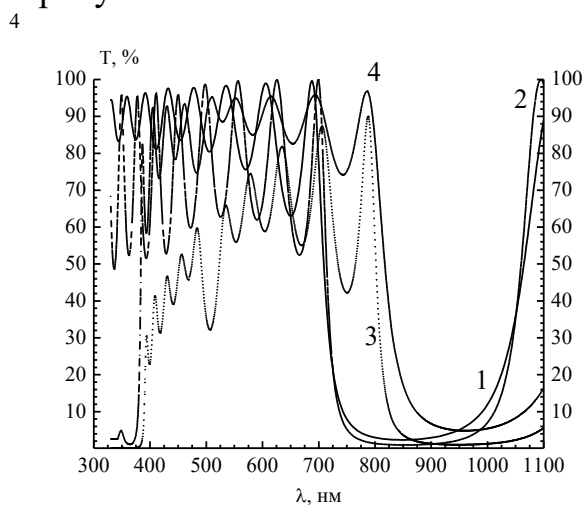


Рис. 2. Семейство спектров высокоотражающих покрытий: 1 - модель на КУ-1; 2 – модель на GaAs; 3 – образец ИЛН; 4 – образец ЭЛИ

*Руководитель: к.х.н., доц., Шутов Д.А.*

## ПАРАМЕТРЫ И СОСТАВ ПЛАЗМЫ СМЕСИ $\text{CF}_4 + \text{Ar}$

Брагина В.И., Хусаинова Е.О. (3 курс, бак.)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Смеси фторуглеродных газов с аргоном широко применяются в процессах ионного-плазменного травления кремния и его соединений. Начальный состав таких смесей позволяет контролировать соотношение физической и химической составляющих скорости травления, а также минимизации выбросов токсичных газов в атмосферу. В настоящее время наиболее изученной является смесь  $\text{CF}_4 + \text{Ar}$ . В частности, в работе [1] предложена кинетическая схема (набор реакций и констант скоростей), обеспечивающая формальное согласие расчета с экспериментом по концентрации и температуре электронов. Объективными недостатками этой схемы являются некорректное описание кинетики гетерогенной гибели нейтральных частиц.

С учетом вышесказанного, цель данной работы включала: а) актуализацию кинетической схемы для смеси  $\text{CF}_4 + \text{Ar}$ ; и б) получение данных по кинетике и концентрациям активных частиц на основе комбинации методов диагностики и моделирования плазмы.

Эксперименты проводились в реакторе индукционного типа при возбуждении ВЧ (13.56 МГц) разряда. Постоянными входными параметрами были давление газа (6 мтор) и вкладываемая мощность (700 Вт). Зондовая диагностика обеспечивала данные по температуре электронов и плотности ионного тока, из которых определяли концентрацию электронов. Для получения данных по концентрациям нейтральных частиц плазмы использовалась 0-мерная модель.

Показано, что модифицированная кинетическая схема не приводит к принципиальным, по сравнению с работой [1], различиям в концентрациях нейтральных частиц. Установлено, что доля аргона в исходной смеси влияет на электрофизические параметры плазмы (температуру и концентрацию электронов), что отражается на кинетике процессов под действием электронного удара. Следствием этого является более медленное (в  $\sim 1,5$  раза при 0–50% Ar) снижение скорости образования атомов фтора в процессах вида  $\text{CF}_x + e \rightarrow \text{CF}_{x-1} + \text{F} + e$ , которое определяет поведение их концентрации.

Литература:

1. Kimura T., Ohe K., Probe measurements and global model of inductively coupled Ar/ $\text{CF}_4$  discharges. Plasma Sources Sci. Technol. 8 (1999) 553.

DOI 10.1088/0963-0252/8/4/305.

*Руководитель: д.х.н., проф. Ефремов А.М.*

## КИНЕТИКА ТРАВЛЕНИЯ КРЕМНИЯ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА ТЕТРАФТОРМЕТАНА

Чесноков И. А., Гоголев И. А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Фторсодержащие газы являются классической плазмообразующей средой при проведении процессов химического и реактивно-ионного травления кремния при изготовлении структурных элементов интегральных микросхем. Одним из методов, который может применяться при контроле вышеописанных процессов, является оптическая эмиссионная спектроскопия. Целью данной работы являлось исследование влияния внешних параметров плазмы на кинетику травления кремния в тлеющем разряде постоянного тока тетрафторметана, а также анализ эмиссионных спектров и идентификация основных излучающих компонентов.

Для экспериментального исследования взаимодействия плазмы тетрафторметана с кремнием в условиях тлеющего разряда постоянного тока использовался стеклянный проточный плазмохимический реактор цилиндрической формы (внутренний диаметр 3.4 см, длина зоны разряда 40 см). Внешними (регулируемыми) параметрами разряда выступали ток разряда (5–75 мА), давление (20–200 Па) и расход (2–8 см<sup>3</sup>/сек при нормальных условиях) плазмообразующего газа. Тетрафторметан набирался в хлорвиниловую емкость, откаченный до давления ~ 1 Па, из металлического баллона с маркой "чистый". Давление и расхода газа контролировались U-образным масляным манометром и капиллярным реометром. Для травления использовались фрагменты полированных пластин кремния n-типа (средняя площадь 1 см<sup>2</sup>, толщина 400 мкм). Образцы располагались в области положительного столба разряда под плавающим потенциалом, температура образца контролировалась по температуре подложкодержателя. Определение скоростей травления осуществлялось гравиметрически, по изменению массы образца до и после обработки. Взвешивание образцов проводилось на лабораторных аналитических весах «CAUW 120 D». Эмиссионные измерения были реализованы непосредственно с использованием плазмохимического реактора с помощью спектрометров фирмы Avantes AvaSpec, рабочий интервал длин волн 200-1000 нм.

В ходе проведения экспериментов были получены зависимости убыли масс и скорости травления кремния от времени обработки, давления газа, тока разряда и температуры образца. В эмиссионных спектрах были обнаружены атомарные и молекулярные компонент.

*Руководитель: к.х.н., доцент Мурин Д. Б.*

# МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНКИ АЛЮМИНИЯ, НАНЕСЁННОЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ИСПАРЕНИЯ

Швецов Д.А. (1 курс, маг.)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Пленочные конденсаторы являются важнейшими пассивными элементами гибридных интегральных схем. Типовая конструкция пленочного конденсатора представляют собой структуру металл-диэлектрик-металл, в которой также могут присутствовать буферные слои для согласования нижней обкладки с подложкой. Функциональные параметры таких конденсаторов (электрическая емкость, прочность, напряжение пробоя) во многом определяются качеством нанесения металлических пленок. В частности, известно, что пленки с менее развитым рельефом обеспечивают лучшее качество прибора.

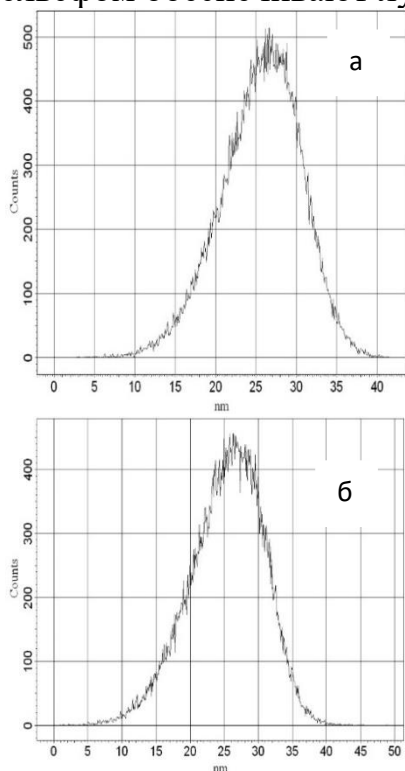


Рис. 1. Характерные распределения неровностей рельефа поверхности пленок на кремневой (а) и сапфировой (б) подложках.

Целью данной работы являлись исследования тонких ( $\sim 350$  нм) пленок алюминия, сформированных на кремниевых и сапфировых подложках методом электронно-лучевого испарения. Свойства пленок контролировали методами сканирующей электронной микроскопии и атомно-силовой микроскопии.

Из рис. 1 можно видеть, что функции распределения неровностей по размерам для кремниевых и сапфировых подложек являются достаточно близкими. Такая ситуация позволяет говорить об отсутствии эффекта подложки, при этом морфология итогового покрытия целиком определяется параметрами процесса электронно-лучевого испарения. Хотя такие значения шероховатости удовлетворяют технологическим требованиям, можно предложить как минимум два пути оптимизации данного параметра. Это а) оптимизация условий процесса испарения с целью снижения скорости нанесения пленки; и б) использование ионо-плазменного травления, как дополнительной технологической операции, для сглаживания рельефа.

*Руководитель: д.х.н., проф. Ефремов А.М.*



## **Секция 4. Промышленная экология и экомониторинг**

# ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ УВООДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ажищева А.Р. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – органические соединения, в состав которых входит два и более конденсированных бензольных колец. Среди нескольких сотен уже идентифицированных ПАУ выделяют группу из 16 соединений (которые называют приоритетными), являющихся наиболее опасными.

Большинство ПАУ обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, способны концентрироваться при движении по трофическим цепям [2]. Благодаря устойчивости ПАУ к деградации в природных средах, а также их способности к биоаккумуляции и генерированию высокой токсичности, они классифицируются как стойкие органические загрязнители [1].

Целью данной работы являлось определение содержания ПАУ в донных отложениях Увудьского водохранилища и выявление вероятных источников их поступления.

Отбор проб и определение содержания ПАУ в пробах проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием в качестве детектора анализатора жидкости ФЛЮОРАТ-02 [12].

Во всех отобранных пробах было идентифицировано 16 ПАУ, в том числе 7 канцерогенных. Вклад канцерогенных ПАУ в общее количество не превышает 20-25%.

1. Ravindra K., Sokhi R., Van Grieken R. Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: source attribution, emission factors and regulation // Atmospheric Environment. – 2008. – Т. 42, № 13. – С. 2895–2921. 2 Samanta S. K., Singh O.

2. V., Jain R. K. Polycyclic aromatic hydrocarbons: environmental pollution and bioremediation // TRENDS in Biotechnology. – 2002. – Т. 20, № 6. – С. 243–248.

3. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовых долей полициклических ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Утв. Федеральным центром анализа и оценки техногенного воздействия, 18.06.2009. – Москва, 2009

*Руководитель: старший преподаватель Н.А.Кобелева*

## ПОДБОР БЫТОВОГО ОЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДООЧИСТКИ РОДНИКОВОЙ ВОДЫ Г. ИВАНОВО

Амандуллаева Фотима Икром кизи (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе представлены результаты мониторинга качества родниковой воды г. Иваново. С помощью кувшин-фильтра и сменного модуля «Аквафор А5», основанного на сорбционной очистке, было профильтровано 350 л родниковой воды, с интервалом 50 л, с целью выявления зависимости работы сменного модуля от времени очистки, а также оценки ресурса картриджа, указанного производителем.

Контроль качества воды осуществлялся по 25 показателям:

- органолептическим: запах, привкус, цветность, мутность;
- обобщенным: рН, ХПК<sub>КМпО4</sub>, жёсткость, общая минерализация, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ);
- содержанию анионов:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ;
- содержанию катионов:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  а также общее содержание  $\text{Cu}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Mn}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Cr}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ .

Наблюдения показали, что после очистки органолептические показатели качества оставались неизменными. Пробы родниковой воды были прозрачными, бесцветными, без осадка, не имели запаха и вкуса. Результаты химического анализа показали, что все исследованные пробы родниковой воды соответствовали нормативным требованиям по контролируемым показателям качества. Рассчитанное значение степени доочистки показало – ресурс сменного картриджа был выработан при пропускании через него 200 л воды (при заявленном изготовителем 350 л). Наибольшая степень очистки картриджа наблюдалась при пропускании 1 – 50 л воды, а средняя степень доочистки родниковой воды составила 32 %.

Была проведена оценка величины потенциальной опасности (ПО) от перорального употребления исследованных образцов воды. Наибольшая величина ПО была характерна для исходной пробы родниковой воды. При постоянном употреблении в питьевых целях такой родниковой воды есть вероятность возникновения гипертонической болезни, а также ишемической болезни сердца и хронического гастрита. После доочистки родниковой воды величина ПО значительно снижается.

Значения пожизненного индивидуального риска от употребления родниковой воды, доочищенной с помощью фильтра можно отнести к приемлемому уровню риска. В работе была оценена величина возможного ущерба от перорального употребления родниковой воды до и после очистки. Вероятный ущерб после очистки воды можно характеризовать как минимальный и низкий (до очистки «нежелательный»).

*Руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ИБУПРОФЕНА ФЕРРАТОМ НАТРИЯ

Аурова Е.А. (4 курс), Извекова А.А., Котова Ю.В.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Загрязнение водных объектов фармацевтическими препаратами в последние годы становится новой экологической проблемой. Существует большое количество путей, которыми лекарства поступают в поверхностные и грунтовые природные воды – со сточными водами фармацевтических заводов, животноводческих ферм, с бытовыми и больничными сточными водами, при выщелачивании со свалок [1]. Одним из основных источников поступления лекарственных средств в окружающую среду являются производственные сточные воды, где фармацевтические соединения и их остатки присутствуют в высоких концентрациях. Поэтому очистка сточных вод от фармацевтических соединений является актуальной задачей.

Известно, что ферраты являются сильнейшими окислителями и могут применяться для решения проблемы очистки воды от устойчивых соединений [2]. В данной работе исследовалась возможность использования раствора феррата натрия для очистки сточных вод, содержащих ибупрофен.

В качестве объекта исследования использовались модельные водные растворы ибупрофена с начальной концентрацией 8,6 и 42,8 мг/л. Феррат с концентрацией 1 г/л был синтезирован из хлорида железа ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и добавлялся к модельному раствору ибупрофена (объем пробы 100 мл) в соотношении 1:7. Время обработки проб изменялось в диапазоне 1-5 минут.

Экспериментально установлено, что в условиях эксперимента степень разложения ибупрофена была высока (достигала 99 %). Значение pH обработанных растворов варьировалось в диапазоне 9,63-9,94. Одним из продуктов окислительной деструкции ибупрофена являются карбоновые кислоты. Таким образом, использование раствора феррата натрия может является эффективным методом очистки воды от фармацевтических соединений, в частности, от ибупрофена.

*Работа выполнялась в рамках государственного задания на выполнение НИР: тема № FZZW-2023-0010.*

Литература:

1. Caban, M. How to decrease pharmaceuticals in the environment? A review / M. Caban, M., P. Stepnowski // Environmental Chemistry Letters. – 2021. – Т. 19. – С. 3115-3138.
2. Аракчеев, Е. Н. Экспериментальное обоснование целесообразности обеззараживания и очистки воды и стоков ферратом натрия / Е.Н. Аракчеев, В.Е. Брунман, М.В. Брунман [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96. – №. 3. – С. 216-222.

*Руководитель: к.х.н., н.с. каф. ПЭ Квиткова Е.Ю.*

## ДЕСТРУКЦИЯ 1,4-ДИХЛОРБЕНЗОЛА В СОВМЕЩЕННЫХ ПЛАЗМЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Бабурина Е.М. (1 курс магистратуры), Кипина Е.В. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Развитие производственной деятельности человека, повседневных привычек и растущая урбанизация ведет к усилению загрязнения окружающей среды химическими веществами. К одним из наиболее токсичных и распространенных в окружающей среде относятся хлорированные органические соединения (ХОС), к таким относится 1,4-дихлорбензол (1,4-ДХБ). Это бесцветное или белое кристаллическое вещество, с резким запахом, устойчивое к биологическому разложению. 1,4-ДХБ является высококанцерогенным соединением.

Снижение негативного воздействия ХОС на водные объекты традиционными методами неэффективно, поэтому необходим поиск новых высокоэффективных и энергосберегающих технологии, в частности, методы химии высоких энергий, к которым относится и диэлектрический барьерный разряд (ДБР), являющийся высокоэффективным окислительным методом очистки воды от органических соединений.

Целью работы являлось изучение процессов деструкции хлорорганических соединений (на примере, 1,4-дихлорбензола) в совмещенных плазменно-каталитических процессах.

Эксперимент проводился на лабораторной установке, в которой барьерный разряд возбуждается от высоковольтного трансформатора. Величина приложенного к электродам напряжения во всех опытах составляла 8.63 кВт. Среднеквадратичное значение напряжения в экспериментах составляло 16.5 кВ. Частота напряжения, приложенного к электродам, составляла 800 Гц.

В ДБР обрабатывался модельный раствор 1,4-дихлорбензола с начальной концентрацией в растворе 0,340 ммоль/л, в качестве катализатора использовали цирконий 5%, нанесённый на вермикулитовую подложку. Было установлено, что в совмещенном плазменно-каталитическом процессе 1,4-дихлорбензол эффективно разлагается – степень деструкции достигает 99 %.

*Руководитель: к.х.н., ст. преп. Гусев Г.И.*

## ДИНАМИКА КРИТЕРИАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД Г. ИВАНОВО И Г. КОХМА

Брагина А.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Некачественная питьевая вода может быть причиной многих заболеваний, это связано с большим содержанием в ней различных компонентов, превышение которых в той или иной степени неблагоприятно влияет на организм человека.

В городских условиях альтернативным источником питьевой воды могут служить родниковые воды, но сложно обеспечить минимальное воздействие вредных факторов в зоне расположения подземных вод. Автотранспортные выбросы и различные сточные воды могут поступать в почвенный покров и в дальнейшем служить источником загрязнения подземных вод, том числе и родниковых. В связи с этим появляется необходимость в проведении постоянного контроля качества таких вод, особенно сезонных изменений.

В работе проводился анализ состояния образцов родниковой воды г. Иваново и г. Кохма с применением физико-химических методов исследования. Контроль качества воды осуществлялся по следующим показателям:

- 1) органолептическим: запах, привкус, цветность, мутность;
- 2) обобщённым: рН,  $XPK_{KMnO_4}$ , общая жёсткость, общая минерализация, содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ);
- 3) содержанию анионов:  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ;
- 4) содержанию катионов:  $NH_4^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$  а также общее содержание  $Cu_{общ}$ ,  $Fe_{общ}$ ,  $Mn_{общ}$ ,  $Cr_{общ}$ .

В исследованных природных источниках были обнаружены превышения нормативных требований по следующим показателям качества: по величине общей жёсткости (в среднем 1,1 ПДК<sub>пит</sub>), содержанию  $NO_3^-$  (до 2,9 ПДК<sub>пит</sub>) и СПАВ (до 3,9 ПДК<sub>пит</sub>).

Обнаруженные в родниковой воде поллютанты могут вызвать неблагоприятное влияние на организм человека при постоянном употреблении воды данного состава в питьевых целях. Поэтому вода из исследованных природных источников может быть использована в качестве альтернативного источника питьевой воды строго после предварительной водоподготовки.

*Руководитель: к.х.н., доц. Буймова С.А.*

# ФОТООКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ АКТИВНОЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ НА ПРИМЕРЕ НИТРОФУРАЛА

Ветрова М.А.(3 курс аспирантуры), Смакотина В.В., Тихонова В.И.  
*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

В данной работе показана возможность интенсификации процесса фотоокисления активных фармацевтических субстанций (далее АФС) на примере нитрофура. Для приготовления модельного раствора нитрофура были использованы таблетки фурацилина марки «Авексима», Россия. Концентрация рабочего раствора 9,2 мг/л по АФС. Катализаторы были получены на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева. Все катализаторы получены путем спекания меламина при различных скоростях нагрева и разного времени выдержки в открытых тиглях. Эксперимент проводился в проточной змеевиковой установке с УФ-лампой типа ДРБ 254 нм. Качественное определение нитрофура производили путем добавления в раствор гидроксида натрия.

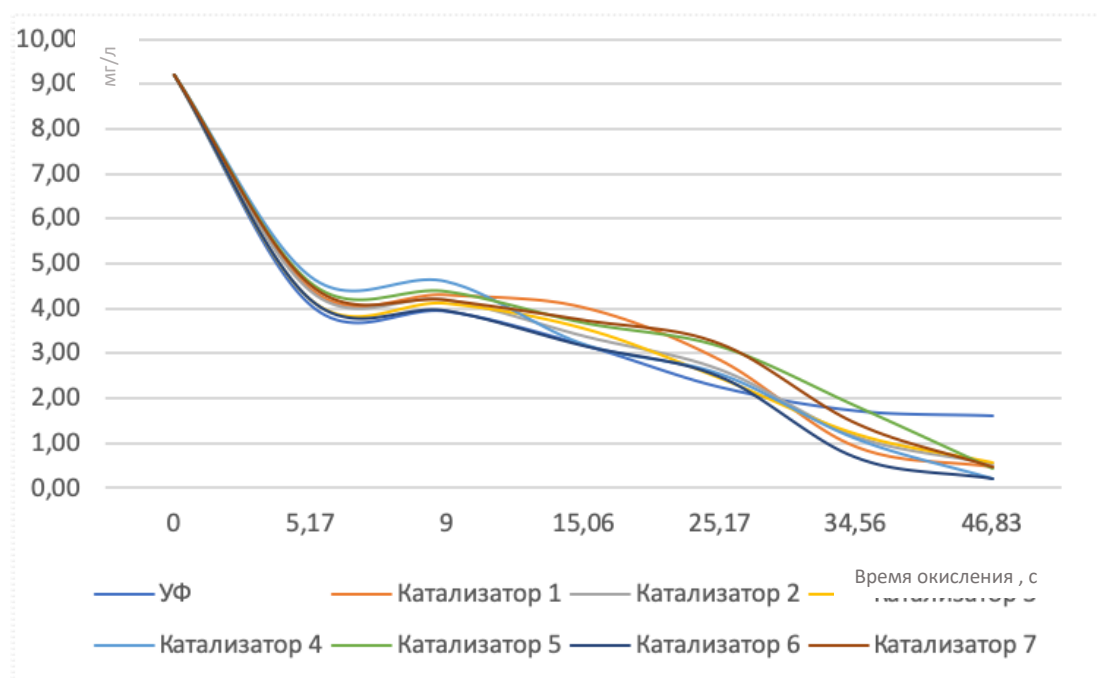


Рис.1 Кинетические кривые окисления нитрофура

Из полученных данных следует, что спустя 30 секунд нахождения в реакторе процесс окисления АФС без катализатора останавливается. Стоит отметить, что скорость нагрева муфельной печи и время выдержки не значительно сказывается на каталитические свойства полученного нитрида углерода.

*Руководитель: к.х.н., доцент. Иванцова Н.А.*

## **БИОДЕКСТРУКЦИЯ ПЛАСТИКОВ ПОСЛЕ ИХ ЩЕЛОЧНОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ.**

Вруцкая Е.В. (4 курс), Астахов П.С., Шулаев С.В.

*Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева*

В последнее время в мире все более остро встает проблема загрязнения планеты отходами, содержащими пластик. Пластиковое загрязнение наносит вред всему окружающему миру: земной поверхности, животным, водным объектам. Из-за него нарушается работа экосистем, страдают флора и фауна, ухудшается качество рек, морей и океанов.

В зависимости от своего типа, пластиковые материалы могут разлагаться от нескольких десятков до нескольких сотен лет. Кроме длительного времени распада, при разрушении пластиковых материалов под действием температуры, УФ-излучения и других факторов в окружающую среду выделяются токсичные соединения, поэтому так важно правильно их утилизировать. Наиболее экологически чистым способом утилизации пластиков может быть их биodeградация.

В данной работе были использованы микроорганизмы, снятые с поверхности пластикового мусора, взятого из почвы. Было получено 8 культур. Для дальнейших исследований культуры выращивали 14 суток на минеральной среде с добавлением пластика PVC в качестве единственного источника углерода. По истечении времени, было отмечено, что в колбе с культурой № 8 образец PVC значительно уменьшился в массе. Это позволило сделать предположение, что данный вид микроорганизмов разлагает пластик.

Далее было исследовано, как данная культура будет взаимодействовать с пластиком, который заранее обрабатывали 46% щелочью NaOH. Для этого пластик помещали в щелочь на 14 суток, после чего его доставали, промывали дистиллированной водой, высушивали, взвешивали и измеряли площадь.

Обработанные образцы пластика погружали в минеральную среду и засевали культурой № 8. Культивирование проводили 14 суток при температуре 25°C. По истечении данного времени, пластик доставали, промывали дистиллированной водой от налипших микроорганизмов, сушили и измеряли.

При сравнении изменения масс и площадей обработанного щелочью и необработанного пластика, было получено, что потери для необработанного ПВХ равны 0,11 г/м<sup>2</sup>, а для обработанного – 9,50 г/м<sup>2</sup>. Дальнейшие исследования продолжаются.

*Руководитель: к.т.н., доцент каф. пром. экологии Мурзина Е.Д.*



# МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД С УЧЁТОМ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА

Галицкий Э.В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Оценка качества объектов окружающей природной среды, выявление причин загрязнения и прогнозирование дальнейшего состояния является актуальной и важной задачей, поскольку именно качество природных объектов во многом определяет состояние здоровья человека, который является частью природной экосистемы. Одним из индикаторов состояния природной среды являются родники – источники естественной разгрузки грунтовых вод.

В связи с этим необходимо оценивать уровень загрязнения, а также прогнозировать качество родниковой воды, чтобы предотвратить возможные неблагоприятные воздействия на объекты окружающей среды в местах выхода родников и здоровье населения.

Для этого в работе необходимо было выявить корреляционные зависимости между анализируемыми показателями, характеризующими химический состав воды в родниках, расположенных в г. Иваново и г. Кохма, за 2003 – 2022 гг. В число анализируемых показателей вошли:

- 1) обобщённые: pH,  $XPK_{KMnO_4}$ , жёсткость, общая минерализация, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ);
- 2) содержание анионов:  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ;
- 3) содержание катионов:  $NH_4^+$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  а также общее содержание  $Fe_{общ}$ ,  $Mn_{общ}$ .

Для оценки степени связи между различными показателями применялась шкала английского статистика Чеддока. По итогам работы были выявлены несколько показателей с высокой степенью связи:

- содержание соединений  $Mn_{общ}$  и  $Pb^{2+}$  в родниковой воде г. Иваново (источник расположен в районе городского бассейна);
- содержание соединений  $Fe_{общ}$  и  $Pb^{2+}$ , а также  $Mn_{общ}$  и  $Pb^{2+}$  (в родниковой воде г. Кохма);
- содержание соединений  $Fe_{общ}$  и величина сухого остатка,  $NH_4^+$  и  $Fe_{общ}$ ,  $Mn_{общ}$  и  $Pb^{2+}$  в родниковой воде г. Иваново (парк отдыха «Харинка»).

Результаты исследования позволят спрогнозировать химический состав родниковой воды в г. Иваново и г. Кохмы, что может значительно снизить риски заболеваемости у населения от потребления воды из исследуемых родников.

*Руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А.*

## **КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ ОБОЛОЧКАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Евсеев В.В. (аспирант), Жебракова А.Д. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Важным направлением рационального природопользования урбанизированных территорий является комплексная оценка природной среды. Наиболее важным компонентом формирующейся в условиях урбанизации биосистемы является почва, так как она, в отличие от воздушной и водной сред, испытывает наиболее сильное влияние урбанистического пресса, быстро поглощает поллютанты и очень медленно их трансформирует [1].

Основными загрязнителями почвы являются углеводороды нефти и продукты их переработки, а также тяжелые металлы (ТМ), которые относятся к приоритетным загрязняющим веществам, и наблюдения, за которыми обязательны во всех средах. ТМ опасны тем, что обладают способностью накапливаться в живых организмах, включаться в метаболический цикл, образовывать высокотоксичные металлоорганические соединения, изменять формы нахождения при переходе от одной природной среды в другую, не подвергаясь биологическому разложению [2].

Поэтому в данной работе проведена оценка качества почв г. Иваново. Для отбора проб нами были выбраны 12 точек на территории города по сторонам света: север, юг, запад, восток. Фоновый участок выбрали на территории, практически не подвергающейся загрязнению или испытывающей его в минимальной степени. Изучалось содержание тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Co, Ni, Mn) методом ААС.

При сопоставлении концентрации изученных элементов с ПДК обнаружено, что содержание Ni, Cu, Zn в некоторых точках пробоотбора превышает ПДК, а концентрация Cd и Mn в пределах санитарных норм. Установлено, что наибольшее содержание было отмечено по Ni, Zn и Cd в южной части города, по Cu в восточной, по Co - южной и юго-западной.

### **Литература**

1) Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. – 2009.

2) Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник. – М.: Логос, 2000. – 627 с.

*Руководитель: к.х.н., доц. Извекова Т.В.*

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПИТЬЕВОЙ, РАСФАСОВАННОЙ В ЁМКОСТИ

Заварихин И. В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время, из-за увеличения объёмов потребления питьевой воды и нарастающих экологических проблем, контроль качества питьевой воды становится актуальной задачей. Оценка показателей качества питьевой воды, расфасованной в ёмкости, играет важную роль в обеспечении безопасности потребителей. Регулярный мониторинг показателей качества воды является необходимым условием для обеспечения здоровья и благополучия людей.

В связи с этим целью работы был контроль показателей качества воды питьевой, расфасованной в ёмкости, различных торговых марок, реализуемых в магазинах г. Иваново. Объектами исследования стали следующие образцы: «Архыз» и «Горная вершина» (Карачаево-Черкасская республика), «Elbrus» (Кабардино-Балкарская республика), «Зелёный городок» (Ивановская обл.), «Я» (Владимирская область). Были выбраны именно эти торговые марки, поскольку вода является природной и расфасовывается в ёмкости без предварительной водоподготовки и очистки. Все образцы относятся к воде высшей категории качества, а также столовой воде.

Контроль качества воды осуществлялся по следующим показателям:

- 1) органолептическим: запах, привкус, цветность, мутность;
- 2) обобщённым: pH, ХПК<sub>KMnO4</sub>, общая жёсткость, общая минерализация, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ);
- 3) содержанию анионов:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ;
- 4) содержанию катионов:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , а также общее содержание  $\text{Cu}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Mn}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Cr}_{\text{общ}}$ .

Химический анализ проб воды показал, что вода всех исследованных образцов соответствует санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию контролируемых показателей.

На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что питьевая вода «Зелёный городок» (Ивановская обл.) является природным ресурсом, который не уступает по качеству другим исследованным образцам. Изучение её физико-химических показателей позволяет отметить, что данная вода может стать полезной для развития Ивановской области. Высокое качество питьевой воды «Зелёный городок» может стать фактором, способствующим улучшению здоровья и благополучия населения региона, а также привлечению инвестиций и развитию экономики региона.

*Руководитель: к.х.н. доц. Буймова С. А.*

# **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ В ВВОДНЫХ РАСТВОРАХ НИТРАТОВ ЖЕЛЕЗА И КОБАЛЬТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Иванова П.А., Игнатьев А.А. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последние годы использование разрядной плазмы для удаления (и/или полной минерализации) органических соединений и патогенных бактерий в сточных водах получило непрерывный рост и развитие. Как известно плазменная обработка является эффективным методом очистки воды и от различных ионов тяжелых металлов, переводя их в менее токсичные формы [1].

Целью настоящей работы являлось изучение формирования неорганических соединений из водных растворов солей переходных металлов под действием тлеющего разряда.

Для обработки модельного раствора использовалась установка тлеющего разряда. Реактор представляет собой H-образную стеклянную ячейку, плечи которой, жидкий анод (ЖА) и жидкий катод (ЖК), разделены целлофановой мембраной. В качестве жидкой фазы использовались водные растворы  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  ( $C = 3$  ммоль/л;  $m = 1,21$  г) и  $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ( $C = 50$  ммоль/л;  $m = 14,547$  г). Обрабатываемый объем 200 мл, ток разряда варьировался от 30 до 70 мА. Время обработки раствора для турбидиметрических исследований - от 30 до 600 с.

В результате экспериментов установлено, что в месте контакта плазмы с жидкостью происходит образование крупных нерастворимых агломератов темно-коричневого цвета. С возрастанием тока разряда имеет место линейный рост коэффициента скорости образования суспензии от 0,007 до 0,02  $\text{с}^{-1}$ . Это напрямую связано с потоком электронов из разряда на поверхность жидкого анода, которое приводит к образованию гидроксид ионов, с формированием гидроксонитратов и гидроксидов кобальта II и железа III. С увеличением времени обработки кислотность среды снижалась незначительно с 2,44 до 2,35 для ЖА, и до 2,28 для ЖК, при токе разряда 50 мА.

Следующими этапами исследования является измерения кинетики убыли ионов кобальта II и железа III в растворе спектрофотометрическим методом.

Литература.

1. Бобкова Е. С., Сунгурова А. В., Рыбкин В. В. Восстановление Cr (VI) в водном растворе под действием разряда постоянного тока атмосферного давления в воздухе/ Е.С. Бобкова, А.В. Сунгурова, В.В. Рыбкин//Химия высоких энергий. – 2016. – Т. 50. – №. 3. – С. 216-216.

*Руководитель: к.х.н., н.с. Смирнова К.В.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ВОДНЫЙ РАСТВОР ПАРАЦЕТАМОЛА

Игнатъев А.А., Иванова П.А. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Экологические опасения по поводу новых загрязняющих веществ, особенно фармацевтических соединений, в последнее время значительно возросли. Подобного рода поллютанты все чаще обнаруживаются в водной среде, и несут потенциальную опасность не только для рыб и животных, но и для человека в целом [1].

Целью настоящей работы являлось исследование процессов разложения парацетамола (ПЦ) в жидкой фазе в тлеющем разряде постоянного тока (ТРПТ) в среде воздуха при атмосферном давлении.

Для обработки модельного раствора использовалась установка ТРПТ. Для разделения процессов, проходящих в растворе под действием тлеющего разряда в анодной и катодной областях, использовался Н-образный реакционный сосуд (ЖК, ЖА). В качестве жидких электродов выступал водный раствор парацетамола, с начальной концентрацией ( $C_0$ ), варьируемой в диапазоне от 6,3 до 31,5 мг/л. Рабочий объем раствора составлял 200 мл. Расстояние от электрода до поверхности раствора - 5 мм. Обработку проводили в среде воздуха при атмосферном давлении с разной длительностью горения разряда от 30 до 600 с. Сила тока разряда составляла 40 мА. Определение концентрации парацетамола в водных растворах проводилось стандартным спектрофотометрическим методом ( $\lambda = 242$  нм).

Эффективность деструкции парацетамола в ТРПТ увеличивалась с ростом времени обработки раствора и достигала 100 % для минимального содержания препарата в воде. Разрушение лекарственного препарата активнее проходит в жидком катоде. С возрастанием начальной концентрации эффективность деструкции снижается на 10 % для ЖК, и на 30% для ЖА. Результаты оценки энергетической эффективности разложения парацетамола показали, что данные величины практически не зависят от начальной концентрации препарата в воде и типа разрядной ячейки, и находятся в диапазоне от 0,024 до 0,052 молекул /100 эВ.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности использования тлеющего разряда атмосферного давления для очистки сточных вод от парацетамола и других органических загрязнителей.

Литература.

1. Villota N. et al. Changes in solution turbidity and color during paracetamol removal in laboratory and pilot-scale semicontinuous ozonation reactors //Science of The Total Environment. – 2023. – Т. 854. – С. 158682.

*Руководитель: к.ф.-м.н., доц. Иванов А.Н.*

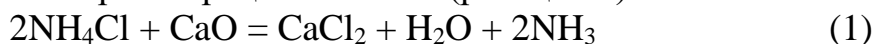
## ПРИМЕНЕНИЕ ЛОМА ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ

Кениг Л.Л. Соловьев К.Д. (2 курс, 3 курс)

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

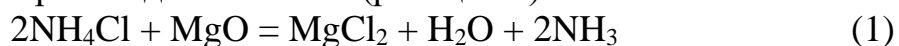
Огнеупорные материалы – изделия на основе минерального сырья, отличающиеся способностью сохранять свои свойства в условиях эксплуатации при высоких температурах, и которые служат в качестве конструкционных материалов и защитных покрытий на предприятиях черной и цветной металлургии. Периклазовые огнеупоры – это одни из наиболее широко применяемых огнеупорных материалов, содержащие в своем составе более 85% оксида магния [1]. В данной работе рассматриваются альтернативные направления применения бруситсодержащих отходов производства периклазовых огнеупоров.

В производстве кальцинированной соды по методу Сольве одной из ключевых стадий является регенерация аммиака (реакция 1).



Образующийся  $\text{CaCl}_2$  в основном используется в качестве компонентов среды, кормовой добавки или противогололедного реагента. В отдельных случаях возможно получение гипохлорита кальция (отбеливатель, дезинфицирующее средство), однако объемы потребления данного продукта существенно ниже потенциальных объемов производства.

В предлагаемой авторами технологии предлагается заменить оксид кальция на бруситсодержащие отходы производства огнеупоров, что позволит получать раствор хлорида магния – ценного прекурсора для электролитического производства магния (реакция 2).



Помимо возможности получения востребованного продукта, становится возможным процесс регенерации аммиака и получения газообразного хлора и организацией рециклинга оксида магния [2].

Таким образом, теоретически возможно использование бруситсодержащего отхода в производстве кальцинированной соды, с последующим использованием хлорида магния для получения металлического магния и товарного газообразного хлора.

Литература:

1. Кузин Е. Н., Кручинина Н. Е. Бруситсодержащие отходы производства огнеупорных материалов в процессах очистки сточных вод // Стекло и керамика. 2022. Т. 95, № 7. С. 58 – 63.
2. Шатов А.А. Производство кальцинированной соды – от прошлых к новым технологиям.

*Руководитель: канд. техн. наук, доц. Кузин Е. Н.*

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ ХРОМАТРЕДУЦИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

Ковалева А.А. (4 курс), Оськин П.В. (1 курс магистратуры)  
*Тульский государственный университет г. Тула, Россия*

На сегодняшний день в связи с увеличением антропогенной нагрузки большое значение имеет сохранение водных экосистем путем снижения негативного влияния на них промышленных сточных вод, содержащие ионы тяжелых металлов. Используемые физико-химических и электрохимических методы очистки сточных вод имеют ряд ограничений. Перспективным представляется использование биологических методов ремедиации почв от ионов тяжелых металлов, с применением микроорганизмов, способных быстро адаптироваться к новым условиям.

В данной работе чистые культуры хроматредуцирующих микроорганизмов были выделены из воды рек Упа, Рогожня, Воронка, вблизи металлургических предприятий, а также активного ила очистных сооружений «Щекиноазот», «Тулагорводоканал». Для получения накопительных культур использовали среду L.V. (Лурия-Бертани) с содержанием хрома (VI) 200 мг/дм<sup>3</sup>. Агаризованную среду готовили путем добавления к среде L.V. агара до концентрации 20 г/л. Выделение чистой культуры микроорганизмов производили методом истончающего штриха. Хроматредуцирующую способность определяли по падению концентрации хрома (VI) в культуральной жидкости после суточного культивирования. Содержание хрома измеряли спектрофотометрически по реакции с дифенилкарбазидом при 225 нм.

Было выделено 8 штаммов микроорганизмов, обладающих хроматредуцирующей активностью. Выделенные микроорганизмы являются Грамм-отрицательными оксидазо-положительными палочками. Наибольшая хроматредуцирующая способность – 90 мг/сут. наблюдалась у микроорганизмов, выделенных из активного ила предприятия «Тулагорводоканал».

*Руководитель: к.х.н. доц. Дмитриева Е.Д.*

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УВОДЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Г. ИВАНОВО)

Константинова Ю.А. (4 курс бакалавриата), Ситанов Р.Д.  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Водохранилища представляют первичный элемент грубой очистки природных, промышленных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод за счет разбавления в больших объемах воды, поступивших с относительно чистых площадей водосборного бассейна, и внутриводоемных процессов. Грубая очистка осуществляется вследствие отстоя в водохранилищных емкостях, как реакторах со слабыми, по сравнению с реками, гидрологическими процессами. Являясь ловушками наносов, водохранилища выводят из круговорота веществ многие ингредиенты, сорбированные на тонкодисперсных частицах природного происхождения - глинах, торфянистых и макрофитных отложениях [1].

Проблема загрязнения природных вод приобретает все большую актуальность вследствие их токсичности, способности длительное время функционировать в экосистемах и аккумулироваться в живых организмах и донных осадках, вызывая вторичное загрязнение водных систем.

Экологическое состояние водохранилища отражает природные и техногенные процессы, происходящие на водосборе, в том числе в пределах города Иваново и прилегающих к нему территорий.

К приоритетным загрязнителям природных вод относятся ТМ (свинец, кадмий, никель, цинк, медь и другие), органические вещества (фенолы, нефтепродукты) и соединения биогенных элементов (азот и фосфор) [2].

Для того чтобы дать оценку экологического состояния Уводьского водохранилища, были отобраны образцы поверхностных вод, придонного слоя воды и донные отложения. Полученные данные сравнивались с ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

### Литература

1. Законнов В.В., Григорьева И.Л., Законнова А.В. Пространственно-временная трансформация грунтового комплекса водохранилищ Волги. Сообщение 5. Донные отложения и качество воды Иваньковского водохранилища // Водное хозяйство России. 2018. № 3. С. 35-48.
2. Марченко Т.А., Извекова Т.В., Гуцин А.А., Гриневич В.И., Головкина Е.А. / Качество воды в притоках р. Волга в акватории Горьковского водохранилища / Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2016. Т. 59. № 5. С. 89-94.

*Руководитель: к.х.н., доцент Извекова Т.В.*



## ОКИСЛЕНИЕ ЛЕВОМИЦЕТИНА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ

Киселёва К.Н., Котова Ю.В. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время проблема загрязнения природных вод и объектов окружающей среды привлекает к себе повышенное внимание. Особое место среди загрязнителей занимают лекарственные препараты. Их присутствие (даже в микроколичествах) в питьевой воде потенциально опасно для здоровья людей, а загрязнение водных объектов фармпрепаратами оказывает негативное влияние на жизнь гидробионтов.

К перспективным способам очистки воды от устойчивых соединений различных классов относятся окислительные методы, в частности с применением диэлектрического барьерного разряда (ДБР). Поэтому целью данной работы являлось изучение возможности применения ДБР в процессах очистки воды от фармпрепаратов (на примере левомицетина).

Эксперимент проводился на установке, основным элементом которой является плазмохимический реактор с коаксиальным расположением электродов [1]. Барьерный разряд возбуждался от высоковольтного трансформатора, значение переменного (ток с частотой 50 Гц) напряжения между электродами составляло 13 кВ. В качестве плазмообразующего газа использовался технический кислород (расход 3 см<sup>3</sup>/с).

Обработке в ДБР подвергались модельные растворы левомицетина с начальными концентрациями ( $C_n$ ) 13,4; 33,6; 67,2 мг/л.

Для контроля концентрации левомицетина в водных растворах использовался спектрофотометрический метод с предварительной экстракцией этилацетатом.

Степень деструкции левомицетина при указанных параметрах эксперимента зависит от времени контакта раствора с зоной разряда ( $t$ ) и от  $C_n$ . При максимальном в условиях эксперимента  $t$  она составляет 90,8 % (при  $C_n = 13,4$  мг/л) и снижается до 85,7 % (при  $C_n = 67,2$  мг/л).

Таким образом, ДБР является эффективным методом очистки воды от левомицетина.

*Работа выполнялась в рамках государственного задания на выполнение НИР: тема № FZZW-2023-0010.*

Литература.

1. Grinevich V.I., Kvitzkova E.Yu., Plastinina N.A., Rybkin V.V. Application of Dielectric Barrier Discharge for Waste Water Purification // Plasma Chem. PlasmaProcess. 2011. Vol. 31(4). Pp. 573- 583.

*Руководитель: к.х.н., н.с. каф. ПЭ Квиткова Е.Ю.*

## **ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПЭТ И ПВХ) НА ИХ БИОДЕСТРУКЦИЮ.**

Кузнецова С.М. (4 курс), Астахов П.С., Шулаев С.В.

*Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева*

На сегодняшний день одной из глобальных экологических проблем является мусор. Ежедневно растущие отходы все сильнее загрязняют нашу планету и негативно влияют на здоровье всех ее обитателей. Большую часть мусора составляют пластмассы, играющие важнейшую роль в жизни человека. Они находят применение в различных сферах, как в бытовых, так и в промышленности.

Одним из самых распространенных видов пластмасс является полиэтилентерефталат (ПЭТ), используемый для создания бутылок, упаковок, текстильных волокон, контейнеров для еды. Другой известный вид пластика – поливинилхлорид (ПВХ), применяемый в изготовлении пластиковых труб, оконных и дверных профилей, резиноподобных изделий, пищевых тар, в том числе пластиковых бутылок и устойчивой к агрессивным реактивам химической посуды.

Повсеместное бытовое использование приводит к росту данных материалов на свалках городов. Сложность утилизации ПЭТ и ПВХ заключается в том, что они не разлагаются в чистом виде, имеют токсичные продукты распада, их опасно сжигать – выделяется хлористый водород, поэтому необходимо использовать биодеструкцию.

В данной работе был использован штамм бактерий, выделенный с полиэтиленового пакета, долгое время находившегося в земле. Полученный образец культивировали в течение двух недель на минеральной среде с добавлением в качестве единственного источника углерода различных видов пластика. По прошествии данного времени измеряли потери пластика. На основании результатов было выдвинуто предположение, что данный микроорганизм способен разрушать некоторые полимерные материалы. Потери для гранулированного ПЭТ составили 1,97 г/м<sup>2</sup>, для ПВХ – 0,11 г/м<sup>2</sup>.

Затем определяли, как влияет предобработка пластмасс на их дальнейшее потребление микроорганизмами. В качестве реагента для предобработки была использована 80% молочная кислота. Проведя сравнительный анализ полученных данных, определили, что эффективность разложения пластика с кислотной обработкой выше, чем без обработки: для ПВХ потери составили 1,6 г/м<sup>2</sup>. Дальнейшие исследования продолжаются.

*Руководитель: к.т.н., доц. кафедры пром. экологии Мурзина Е.Д.*

# **КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ АКВАТОРИИ Р. УВОДЬ И УВОДЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Г. ИВАНОВО)**

Лишнова И.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) состоят из двух или более конденсированных ароматических колец и относятся к числу наиболее опасных веществ, загрязняющих природные объекты. ПАУ повсеместно присутствуют в среде обитания человека, способны к аккумуляции, обладают мутагенной и канцерогенной активностью, поэтому подлежат нормированию в окружающей среде.

В США в список веществ, приоритетных для контроля, включены 16 ПАУ, в Европе – 6, в России контролю подлежит только бенз(а)пирен.

В связи с этим цель настоящей работы состоит в качественной и количественной оценке уровня загрязнения почвенного покрова прибрежной зоны р. Уводь и Уводьского водохранилища города Иваново по результатам изучения состава и содержания полициклических ароматических углеводородов.

Актуальность исследований ПАУ в почвах обусловлена повышенной опасностью и масштабностью загрязнения почвенного покрова этими соединениями.

Особое внимание уделяется при мониторинге полициклических ароматических углеводородов особенностям их разложения, скорости трансформации из почв и водных сред.

Почва поддерживает жизнь всех организмов и является основным поглотителем ПАУ из-за больших площадей и времени удерживания, что приводит к ухудшению качества почвы во всем мире.

Источниками поступления полициклических ароматических углеводородов в ОС могут служить природные и антропогенные процессы. К природным источникам поступления ПАУ в ОС относятся извержения вулканов, селевые потоки, лесные пожары, горючие ископаемые. К антропогенным источникам поступления ПАУ в ОС относят промышленные выбросы от предприятий и наземный, водный и воздушный транспорт.

Отбор проб твердых объектов осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.

Из анализа полученных данных следует, что не все приоритетные ПАУ присутствуют в анализируемых пробах. В пробах почвы, отобранных в акватории р. Уводь и Уводьского водохранилища, было выявлено 12 соединений ПАУ, в том числе и 6 канцерогенных.

*Руководитель: ст. н. каф. ПЭ, Кобелева Н.А.*

# АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Лузева Ю.С. (2 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Проблема качества питьевой воды в крупных городах вынуждает население искать резервные источники питьевого водоснабжения. Поэтому целью работы являлись анализ и оценка состояния родниковых вод с применением физико-химических методов и биотестового анализа. В работе проводился биотестовый анализ образцов вод с применением ракообразных *Daphnia Magna*. Метод позволяет установить наличие или отсутствие острого токсического действия и хронической интоксикации.

Для анализа были отобраны пробы воды из трёх родников, расположенных в городах Иваново и Кохма, а также анализировалась вода из городской централизованной системы водопровода города Иваново. Результаты эксперимента показали, что пробы водопроводной воды обладают острым токсическим действием на тест-организмы, а для проб родниковой воды характерно наличие хронической интоксикации. В исследованных природных источниках обнаружено превышение нормативных требований по показателям качества: по величине общей жёсткости, СПАВ и содержанию  $\text{NO}_3^-$ .

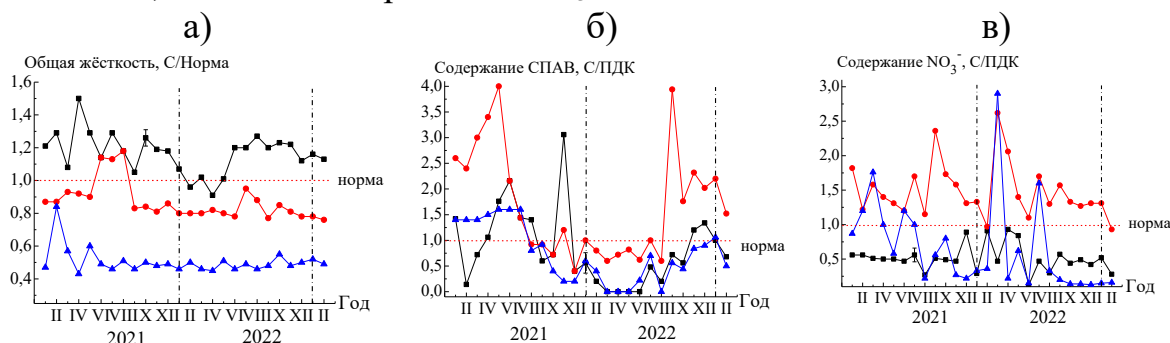


Рис. Изменение величин общей жёсткости (а), СПАВ (б), величины  $\text{NO}_3^-$  (в) для родниковой воды

- ■ — родник № 1 (г. Иваново, район городского бассейна);
- ● — родник № 2 (г. Кохма);
- ▲ — родник № 3 (г. Иваново, парк отдыха).

Выявлены корреляционные зависимости между количеством погибших *Daphnia Magna* и содержанием в воде большинства контролируемых показателей. Наибольшее влияние на гибель *Daphnia Magna* оказывали следующие компоненты: СПАВ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}_{\text{общ.}}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ.}}$ .

Руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А.

# **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПЛАЗМЕ БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА**

Морозов А.В. (4 курс), Кипина Е.В. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Токсичные и устойчивые к окислению органические соединения представляют серьезную угрозу для окружающей среды и здоровья населения. Хлорированные фенолы (ХФ) относятся к группе приоритетных органических загрязнителей, повсеместно распространенных в объектах окружающей среды. Они являются производными фенола, которые содержат один или несколько ковалентно связанных атомов хлора. Соединения, входящие в эту группу, высокотоксичны, обладают канцерогенными свойствами и устойчивы к биodeградации. Из-за их антимикробных свойств ХФ широко используются в целлюлозно-бумажной, текстильной, кожевенной и деревообрабатывающей промышленности, что и приводит к их распространению в водных объектах, почвах, фильтрах с мусорных свалок.

2,4-ДХФ является одним из наиболее токсичных хлорфенолов, и оказывает неблагоприятное воздействие на живые организмы. Существуют различные физико-химические методы очистки выбросов и сточных вод от ХФ, но большинство из них имеют различные недостатки, такие как низкая эффективность разрушения, высокие экономические затраты и образование более токсичных конечных продуктов. Таким образом, очистка сточных вод от 2,4-ДХФ является актуальной задачей, а в связи с тем, что даже малые концентрации данного вещества могут нанести непоправимый вред водным объектам, а также высокой устойчивостью 2,4-ДХФ, предпочтение отдается деструктивным методам, позволяющим достигать высоких степеней очистки, без образования токсичных продуктов деструкции.

Показано, что использование вермикулита в качестве катализатора эффективно, так как степень разложения 2,4-ДХФ достигает 80%. Время контакта с разрядной зоной реактора  $\tau_k$  изменялось в диапазоне приблизительно 1,2 – 2,9 с. Определены эффективные константы скорости и экспериментально оценена энергетическая эффективность разложения 2,4-ДХФ, значение которой составило 0,017 молекул на 100 эВ. Установлено, что основными продуктами разложения, присутствующими в растворе, являются карбоновые кислоты, альдегиды и хлорид-ионы.

*Руководитель: к.х.н., ст. п. каф. ПЭ, Гусев Г.И.*

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ ВАНАДИЯ ИЗ ОВК МЕТОДОМ СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Нишукова М.А. (3 курс)

*Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева*

Производство серной кислоты контактным способом – одно из наиболее старых и развитых промышленных производств. На стадии окисления  $\text{SO}_2$  до  $\text{SO}_3$  традиционно применяют катализаторы на основе соединений ванадия. Под действием каталитических ядов происходит снижение активности и становится необходимой замена катализатора. В отработанных ванадиевых катализаторах (ОВК) содержится значительное количество ванадия, которое можно извлекать и перерабатывать в новые катализаторы или использовать в качестве компонента для металлургической промышленности. Использование ОВК в качестве сырья несет не только экономический эффект, но и позволяет минимизировать негативное воздействие на окружающую природную среду.

В рамках данной работы изучен процесс извлечения ванадия из ОВК методом сернокислотного выщелачивания. Исходное содержание соединений ванадия в катализаторе составляло 4,47 масс.%. В качестве выщелачивающего агента использовали 10%-ную серную кислоту. Результаты эксперимента представлены на графике рис. 1.

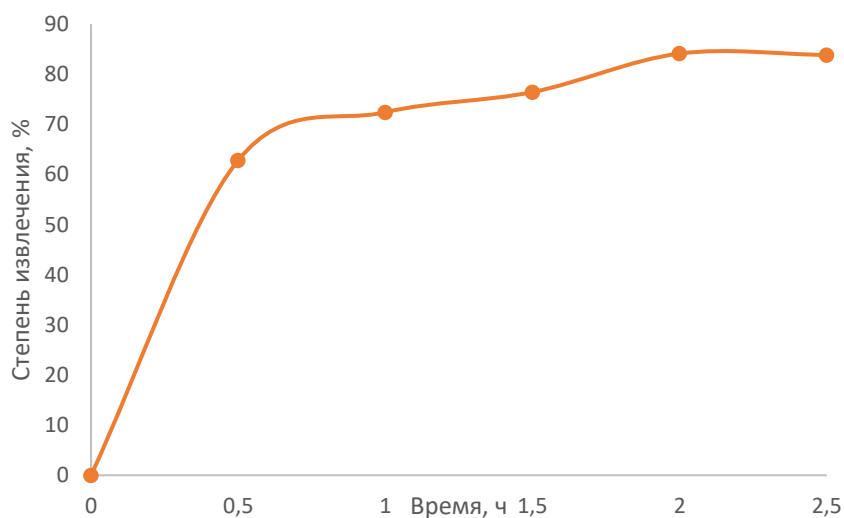


Рисунок 1. Эффективность извлечения соединений ванадия

По данным эксперимента максимальная степень извлечения ванадия кислотой составляет 84% спустя 2 часа.

На основании полученных данных был сделан вывод, что сернокислотное выщелачивание ванадия из ОВК является эффективным, вследствие достижения высокой степени извлечения при малых концентрациях кислоты.

*Руководитель: д.т.н., доцент Кузин Е.Н.*

# ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЁЖНОСТИ РЕАКТОРА С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ БАРЬЕРНЫМ РАЗРЯДОМ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ ФОРМАЛЬДЕГИДА

Ефимов А.Е., Овчинников Г.Д. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Эффективность функционирования плазменно-химических технологий (ПХТ), в частности реакторов с диэлектрическим барьерным разрядом (ДБР), зависит от надёжности его элементов. Недостаточная надёжность элементов, может приводить не только к значительным простоям систем очистки, но и удорожает стоимость их эксплуатации, из-за необходимости частой замены компонентов. Кроме того, отказы технических устройств могут привести к аварийным ситуациям, последствия которых выражаются в затратах на устранение или прекращения действия опасных факторов на человека и окружающую среду. Поскольку, в настоящее время в литературе и нормативных документации отсутствуют данные по показателям надёжности газоразрядных очистных устройств, то проведение определительных испытаний перспективных ПХТ является актуальной задачей. Исходя из описанного, целью действительной работы являлось исследование зависимости надёжных характеристик реактора с диэлектрическим барьерным разрядом при удалении формальдегид из воздуха от материала неизолированных электродов.

Для оценки показателей надёжности, в частности, коэффициента готовности, интенсивности отказов и вероятности безотказной работы проводилось экспериментальное определение наработки на отказ (снижения степени превращения) и среднего времени восстановления. Для определения последних руководствовались методикой из [1]. Содержание формальдегида оценивалась фотометрическим методом с применением хромотроповой и серной кислот. Результаты исследования выявили, что материал неизолированного электрода (Al или Ti) в коаксиальной системе ячейки ДБР оказывает значительное влияние на показатели надёжности ДБР (время снижения степени превращения формальдегида до 90 % не превышало 350 мин), применение в ячейке неизолированного электрода нержавеющей стали (AlSi 304/08X18H10T) позволило достигнуть значения наработки, превышающего 6000 мин.

Литература:

1. Ефимов, А.Е. Надёжность очистки воздуха от паров муравьиной кислоты в реакторе с диэлектрическим барьерным разрядом / А.Е.Ефимов, Бубнов А.Г. // Российский журнал прикладной экологии. 2022. № 3. С. 43–49. doi: 10.24852/2411- 7374.2022.3.44.50

*Руководитель: д.х.н., доцент Бубнов А.Г.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЕМКОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПО ОТНОШЕНИЮ К ХРОМУ (IV)

Оськин П.В. (1 курс магистратуры)

*Тульский государственный университет г. Тула, Россия*

Гуминовые кислоты (ГК) представляют собой высокомолекулярные соединения переменного состава, образующиеся в процессах разложения органических останков. Они являются перспективным материалом для разработки сорбентов поливалентных тяжелых металлов, таких как хром и ванадий за счет способности восстанавливать их до низших степеней окисления.

В данной работе определяли восстановительную емкость гуминовых кислот по отношению к хрому (IV). Гуминовые кислоты выделяли методом щелочной экстракции из торфов: черноольхового низинного (ЧНТ), тростникового низинного (ТНТ), сфагнового переходного (СПТ) и сфагнового верхового (СВТ). Определение восстановительной емкости проводили следующим образом: в пробирки помещали навески ГК 10 мг, 2,5 см<sup>3</sup> раствора дихромата калия 0,01667 моль/дм<sup>3</sup>, 0,2 см<sup>3</sup> серной кислоты 2 моль/дм<sup>3</sup> и 2,3 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Пробирки закрывали пробками и оставляли перемешиваться на продольном встряхивателе в течение суток. Затем из пробирок отбирали по 0,1 см<sup>3</sup> раствора в мерные колбы объемом 100 см<sup>3</sup>, приливали 1 см<sup>3</sup> серной кислоты и 2 см<sup>3</sup> дифенилкарбазида, доводили раствор до метки дистиллированной водой и фотометрировали через 10 минут при длине волны 525 нм. Исходя из оптической плотности, определяли концентрацию хрома (VI) в растворе по заранее построенному градуировочному графику. Восстановительную емкость рассчитывали, как падение концентрацией дихромат-ионов (таблица 1).

Таблица 1 – Восстановительная емкость гуминовых кислот торфов различного происхождения.

	ГК ЧНТ	ГК ТНТ	ГК СПТ	ГК СВТ
Восстановительная емкость, г/г	0,557±0,002	0,520±0,009	0,440±0,004	0,603±0,003

Показано, что все гуминовые кислоты способны эффективно восстанавливать хром (IV) в кислой среде. Наибольшей восстановительной способностью обладают гуминовые кислоты сфагнового верхового торфа.

*Руководитель: к.х.н. доц. Дмитриева Е.Д.*



# ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С ВЫСОКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ.

Павлищева Т.А. (4 курс)

*Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева*

В данной работе показана возможность очистки высокоминерализованных вод обратным осмосом с возможностью получения дополнительного товарного продукта.

Высокоминерализованные сточные воды необходимо подвергать тщательной очистке и обессоливанию, исходя из требований безопасности. Поэтому одной из актуальных задач в наше время является создание и внедрение эффективной технологии очистки высокоминерализованных вод, позволяющую должным образом обессоливать воду и снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Разработана технология глубокой переработки высокоминерализованных сточных вод с получением высококачественной обессоленной воды и товарного продукта – кристаллического сульфата натрия, путем внутрицикловой изогидрической кристаллизации солевого концентрата. Кристаллизация мирабилита из водного раствора смеси солей была экспериментально изучена в работе [1].

Высаживание сульфатов в процессе обратноосмотического обессоливания может снизить затраты на производство пресной воды, позволяет свести к минимуму проблему утилизации солевых концентратов.

Для оптимизации энергопотребления с помощью программного обеспечения ROSA9 (DOWChemical) была спроектирована модель технологического процесса. Для двухступенчатой схемы наименее энергозатратными мембранами для данной технологии оказались высоконапорные SW30ULE-440i ( $<20$  кВтч/м<sup>3</sup>) на первой ступени и BW30-4040 на второй. Также предлагается использование микро-ГЭС в системе для частичной компенсации энергозатрат.

Литература:

1) Почиталкина И.А., Десятов А.В., Павлищева Т.А., Сибирякова И.Б., Костанов И.М., Колесников А.В. Получение сульфата натрия путём изогидрической кристаллизации при обратноосмотической очистке минерализованных сточных вод и обезвреживании растворов. Теоретическая и прикладная экология.-2021.- №4- с. 43-49

*Руководитель: д.т.н., проф. Десятов А.В.*

# **БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ**

Панфилов М.Е. (2 курс магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Актуальность оценки экологического качества почвенного и растительного покровов состоит в том, что почва и растения играют роль узла связей биосферы, где наиболее интенсивно идут все процессы обмена веществ между земной корой, гидросферой, атмосферой и обитающими на суше организмами. Альтернативным и резервным (в случае возникновения ЧС различного характера) источником питьевой воды для части населения Ивановского региона является родниковая вода, т.е. вода из мест естественной разгрузки грунтовых вод. Поэтому целями работы являлись:

1. Поиск природных биоиндикаторов почвенного покрова, отражающих благоприятные и неблагоприятные условия ОС.
2. Установление закономерностей между степенью антропогенного воздействия на экосистемы родников и отдельными свойствами природниковой растительности.

Для типа почвы, отобранной у родника г. Иваново (район городского бассейна) было характерно наличие дождевых червей и слизней, что говорит о достаточной увлажнённости почвы, а также наличие многоножек, которые указывают на грубый тип гумуса. На исследуемой площадке в г. Кохма было обнаружено большое количество многоножек, дождевых червей и мокриц, характеризующих почвы, как тяжёлые. На территории в г. Иваново (парк “Харинка”) наблюдалось лишь наличие дождевых червей, других представителей мезофауны в почвенном покрове не было обнаружено, что характеризует местную окружающую среду, как наименее благоприятную для почвенных беспозвоночных.

Между свойствами растительных сообществ и степенью антропогенного воздействия существует взаимосвязь. С увеличением интенсивности антропогенного воздействия снижается биоразнообразие, процентное отношение луговых видов растений к общему числу видов, густота стояния, биомасса растений и возрастает угнетенность растительности.

Результаты фенологического исследования по биологическим показателям растительного покрова около родников в городах Иваново и Кохма позволили провести ранжирование исследованных площадок в порядке уменьшения антропогенного воздействия: г. Иваново (район городского бассейна) → г. Иваново (парк отдыха “Харинка”) → г. Кохма.

*Руководитель: к.х.н., доц. Буймова С.А.*

## МЕТОД АММОНИЙНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

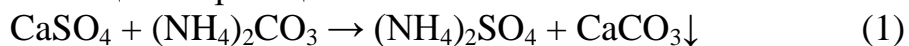
Пересунько Ю. Д. (3 курс)

*ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет  
имени Д.И. Менделеева» г. Москва*

Проблема накопления отвалов фосфогипса актуальна для многих стран мира, поэтому развитие методов, позволяющих решить проблему его утилизации является приоритетным направлением современной науки в области химической промышленности и охраны окружающей среды.

В настоящее время известно несколько направлений для вторичного использования данного отхода: в строительной промышленности, в сельском хозяйстве и тд. Но, к сожалению, данные методы не нашли широкого применения по ряду причин, среди которых основным является неоднородный химический состав фосфогипса (наличие редкоземельных элементов, свободных серной и фосфорной кислот, фторидов).

Наиболее целесообразным решением проблемы является переработка фосфогипса в сульфат аммония, где в качестве побочного продукта образуется карбонат кальция по реакции:

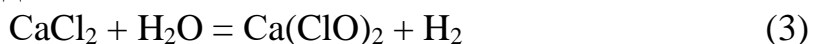


Образующийся по реакции 1 сульфат аммония является ценным минеральным удобрением, а карбонат кальция (фосфомел) потенциально может быть переработан в продукты с более высокой добавочной стоимостью.

Так, дальнейшая переработка фосфомела подразумевает термическое разложение карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) до оксида кальция ( $\text{CaO}$ ), который впоследствии возможно использовать в технологии получения хлорида кальция по реакции:



Образующийся по реакции 2 аммиак может быть возвращен обратно в цикл и применяться для аммонизации солевого раствора для реакции 1, а хлорид кальция переработан в гипохлорит кальция (хлорная известь) электрохимическим методом:



Хлорная известь, которая представляется из себя смесь  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  имеет широкое практическое применение, в частности, в процессе обеззараживания хозяйственно-питьевой воды и дезинфекции водопроводных сооружений централизованного и местного водоснабжения.

Данный метод переработки фосфогипса позволит снизить техногенную нагрузку на окружающую среду и при этом получить не только ценное минеральное сырье, но и вторичный продукт, который поможет окупить технологию и снизить себестоимость основного продукта.

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ КОАГУЛЯНТОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ФТОРА

Писарева А.А. (3 курс)

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

Фтор – биогенный элемент, содержание которого в пресных водах Российской Федерации варьируется в диапазоне от 0,01 до ~ 11,0 мг/л. Согласно СанПиНу 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая» максимальное содержание фторид-ионов в воде не должно превышать 1,5 мг/л. При избытке фторид-иона в воде возможно развитие флюороза, при этом пониженное содержание (менее 0,5 мг/л) является причиной развития кариеса.

Наиболее эффективным методом очистки воды от фторид-иона является коагуляция, позволяющая эффективно выделять нерастворимые фториды путем осаждения. Чаще всего в качестве неорганических коагулянтов применяют соли алюминия в форме сульфата ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) или оксихлорида ( $\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{6-n}$ ) алюминия, а также сульфаты и хлориды железа (II) и (III).

Основной целью работы является сравнение эффективности очистки модельной воды с фиксированным исходным содержанием фторид-иона (5 мг/л) сульфатом алюминия и инновационным комплексным титансодержащим коагулянт (КСХК). Остаточное содержание фторид-иона в очищенной воде определяли фотометрическим методом в соответствии с ГОСТ 4386-89. Данные по остаточному содержанию фторид-иона в зависимости от дозы коагулянтов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность удаления фторидов

Коагулянт	Соотношение Al/F	Остаточное содержание фторидов, мг/л	Эффективность очистки, %
Сульфат алюминия	0,9:1	0,04982	99,00
	1:1	0,05485	98,90
	1,5:1	0,04972	99,01
	1,1:1	0,05322	98,94
КСХК	0,9:1	0,02425	99,52
	1:1	0,02025	99,60
	1,5:1	0,02033	99,59
	1,1:1	0,02148	99,57

Как видно из данных таблицы 1, использование комплексных титансодержащих коагулянтов позволяет существенно снизить затраты реагентов без потери эффективности очистки.

*Руководитель: к.т.н., доц. Кузин Е.Н.*

# ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ

Платова А.С. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью исследования являлась оценка качественного и количественного состава полициклических ароматических углеводородов в почвенном покрове г. Иваново, а также выявление возможных каналов их поступления и выведения.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой большую группу полуплетучих, химически стабильных и гидрофобных соединений, которые могут быть очень стойкими в окружающей среде, накапливаясь в почве и по пищевой цепочке. Из-за канцерогенного и/или мутагенного потенциала ПАУ загрязнение почв может оказывать пагубное воздействие на экосистемы, а также может угрожать здоровью человека. Для оценки уровня содержания ПАУ в почвенном покрове территория Иваново была разделена на 10 квадратов с различными антропогенными нагрузками, в которых был проведен отбор проб. Содержание ПАУ в образцах определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием жидкостного анализатора FLUORAT-02 в качестве детектора. Идентификацию контролируемых соединений в экстрактах проводили путем сравнения их с известным количеством ПАУ, приготовленных в водном растворе из стандартного образца, содержащего 16 ПАУ, включенных в список ЕРА.

Согласно результатам исследований, максимальный вклад в количество ПАУ вносят 2 отдельных ПАУ. В почвах самые высокие концентрации наблюдались для антрацена и фенантрена. Несмотря на то, что антрацен и фенантрен не относятся к группе канцерогенных веществ, они могут приводить к синергетическим эффектам с ПАУ, обладающими канцерогенными свойствами. Следует отметить, что основной вклад в загрязнение почвенного покрова на территории Иваново вносят ПАУ с низкой молекулярной массой, содержание которых составляет около 80% от общего содержания ПАУ.

В результате проведенных исследований из полученных данных следует, что источники следующих соединений: флуорен, хризен, бенз(а)антрацен, бенз(а)пирен, дибенз(а,н) антрацен, могут быть как локальными, так и трансграничными. Этот вывод основан на многократном превышении средних концентраций этих соединений в почве над фоновым уровнем.

*Руководитель: д.х.н., Извекова Т.В.*

## **КИНЕТИКА 1,4-ДХБ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ С ЗАСЫПНЫМ СЛОЕМ КАТАЛИЗАТОРА**

Родионов В.П. (2 курс магистратуры), Тюканова К.А., Шарова Ю.С.  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последнее время больше внимание общественности акцентируется на проблеме загрязнения атмосферного воздуха хлорированными летучими органическими соединениями (ХОС). Их повышенное содержание в воздухе отрицательно сказывается на состоянии окружающей среды и здоровье человека. На данный момент существует множество способов борьбы с выбросами ХОС, однако их использование зачастую ограничено в силу различных недостатков, таких как высокая энергозатратность, неполнота разложения, проблемы с регенерацией адсорбирующих материалов. С появлением новых современных технологий традиционные способы очистки газовых выбросов все чаще заменяются более эффективными и низкозатратными методами. К одним из них относятся методы химии высоких энергий, в частности диэлектрический барьерный разряд (ДБР). Наиболее перспективными являются совмещённые методы очистки такие как плазменно-каталитические методы.

Целью данной работы являлось исследование кинетики разложения 1,4-дихлорбензола (1,4-ДХБ) в ДБР с засыпным слоем катализатора.

Объектом исследования был выбран 1,4-ДХБ – бесцветное или белое кристаллическое вещество, с резким запахом, напоминающим запах нафталина и устойчивое к биологическому разложению. Воздействие данного соединения повышает риск образования злокачественных опухолей, возникновения генетических дефектов, репротоксической опасности. В качестве катализатора был использован модифицированный вермикулит, импрегнированный цирконием (содержание циркония составляло 5 %).

Эффективность разложения 1,4-ДХБ в ДБР с засыпным слоем катализатора увеличивалась с ростом прикладываемого напряжения в разряд и могла достигать 99%.

Проведенные эксперименты и их результаты свидетельствуют о том, что сочетание плазменной технологии и каталитических процессов дает возможность достигать высоких степеней очистки газовых выбросов от ХОС.

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (тема FZZW-2023-0010).*

*Руководитель: д.х.н. Гуцин А.А.*

# БЕЗОПАСНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ИЗ РОДНИКОВ

Тошбоев Р.Н. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время со стремительным темпом роста городов и промышленных центров ухудшается состояние окружающей природной среды, и в частности подземных вод, которые преимущественно используются в питьевых целях. В связи с этим оценка качества родниковых вод – мест естественной разгрузки грунтовых вод, является актуальной.

В связи с этим, целями научно-исследовательской работы были:

1. Определение показателей качества воды родников, расположенных в городах Иваново и Кохма, а также Джизакской области Узбекистана.
2. Оценка качества родниковой воды и сравнительная характеристика источников.
3. Выявление возможных причин загрязнения природных источников.

Для анализа были отобраны пробы родниковой воды из источника, расположенного в Караташском районе Джизакской области на территории Узбекистана и 3 родников на территории Ивановской области (г. Иваново, район городского бассейна и парк отдыха «Харинка», а также в г. Кохма).

Для сравнительной характеристики осуществлялся контроль воды из централизованной системы водоснабжения г. Иваново, а также Караташского района Джизакской области в Узбекистане. Поскольку родниковая вода является альтернативным источником водопроводной воде. Многие жители не только России, но и других государств, предпочитают употреблять в питьевых целях именно природную воду.

Контроль качества воды осуществлялся по следующим показателям: органолептическим, обобщённым – величине рН,  $XPK_{KMnO_4}$ , жёсткости, общей минерализации, СПАВ, содержанию неорганических компонентов –  $HCO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$  и соединений металлов ( $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe_{общ.}$ ,  $Cr_{общ.}$ ). Поскольку в большинстве случаев родниковую воду используют для питьевых целей, то для оценки качества родниковой воды были использованы ПДК<sub>пит</sub> в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01.

Результаты анализа показали, что исследованные пробы воды соответствуют нормативным требованиям по контролируемым показателям качества.

*Руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А*

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ФЕНОЛА ФЕРРАТОМ НАТРИЯ

Саранцева А.А. (3 курс)

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

Повсеместное развитие промышленности и её стремительный рост диктуют необходимость поиска и внедрения новых технологий водоочистки и водоподготовки. Фенол – одно из наиболее распространенных загрязняющих веществ встречающееся в большинстве проб природных и сточных вод. Попадание фенола и его производных в водоемы приводят к значительному ухудшению их общего санитарного состояния, так как фенолы оказывают сильное токсическое воздействие и интенсивно снижают содержание растворенных форм кислорода в воде.

Наиболее распространенным способом очистки сточных вод от органических поллютантов является окислительный метод. В качестве реагента-окислителя предлагается использовать феррат натрия, так как он обладает ярко выраженными окислительными свойствами и не приводит к образованию побочных токсичных продуктов.

В работе изучен процесс деструкции фенола под действием феррата натрия и определены продукты его окисления. К 50 мл раствора фенола с исходной концентрацией 4,44 мг/л добавляли эквивалентную 0,72 мг дозу реагента-окислителя дозу феррата натрия. Определение концентраций фенола и продуктов реакции (формальдегида и карбоновых кислот) проводили спектрофотометрическим методом. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

*Таблица 1. Концентрации продуктов окислительной деструкции фенола под действием феррата натрия*

Вещество	Остаточный фенол	Формальдегид	Карбоновые кислоты
Концентрация, мг/л	2,51	0,038	2,94

В ходе эксперимента эффективность очистки модельной воды от фенола составила 43,47%. В ходе окислительной деструкции образуются карбоновые кислоты, их концентрация в модельном растворе равна 2,94 мг/л, что говорит о протекании окисления фенола с разрывом устойчивой ароматической структуры – бензольного кольца.

Данное исследование позволяет оценить потенциальную возможность использования феррата натрия в качестве реагента-окислителя в процессах очистки сточных вод. В ходе работы установлено, что основным продуктом окислительной деструкции фенолов под действием феррата натрия являются карбоновые кислоты, обладающие менее выраженными токсическими свойствами.

*Руководители: к.т.н., доц. Кузин Е. Н., к.х.н., доц. Иванцова Н.А.*



# ОЧИСТКА СТОКОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАЗМЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА

Извекова А.А., Сироткина К.Д. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Лекарственные препараты являются важным элементом медицинской практики, и их влияние на здоровье людей и животных хорошо известно. Существуют различные способы попадания фармацевтических препаратов в окружающую среду, в частности из-за неправильной утилизации неиспользованных лекарств, со сточными водами больниц и амбулаторий, производственными сточными водами, а также с биологическими выделениями людьми и домашними животными.

Одним из наиболее перспективных методов для очистки сточных вод является применение неравновесных газовых разрядов различного типа.

Так как нестероидные противовоспалительные средства (к которым относится ибупрофен) являются одними из самых широко применяемых групп препаратов [1], целью данной работы было исследование возможности использования диэлектрического барьерного разряда (ДБР) для очистки сточных вод, содержащих ибупрофен.

В качестве объекта исследования использовались модельные водные растворы ибупрофена с начальной концентрацией  $8,6 \div 42,8$  мг/л. Эксперимент проводился на лабораторной установке, подробное описание которой приведено в статье [2].

Было установлено, что степень деструкции ибупрофена в ДБР зависит от времени контакта раствора с зоной разряда и достигает 98 %. Значение ХПК (интегральный показатель загрязненности воды окисляемыми веществами) обработанных в ДБР растворов снижается в 2 раза по сравнению с исходными модельными растворами. Продуктами окисления ибупрофена в ДБР являются альдегиды и карбоновые кислоты в жидкой фазе, а также  $\text{CO}_2$  в газовой фазе.

*Работа выполнялась в рамках государственного задания на выполнение НИР: тема № FZZW-2023-0010.*

Литература:

1. Фармацевтический рынок России 2022 [Электронный ресурс]: URL: <https://dsm.ru/docs/analytics/%D0%AF%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C%202022%20%D0%98%D1%82%D0%BE%D0%B3.pdf>. (дата обращения: 1.04.2023).
2. Gushchin, A. A. Removal of oil products from water using a combined process of sorption and plasma exposure to DBD / A. A. Gushchin, V. I. Grinevich, G. I. Gusev [et al.] // Plasma Chemistry and Plasma Processing. – 2018. – Vol. 38. – №. 5. – P. 1021-1033.

*Руководитель: к.х.н. Квиткова Е.Ю.*

# КИНЕТИКА ФОТООКИСЛЕНИЯ ВОДНОГО РАСТВОРА МУРАВЬИНОЙ КИСЛОТЫ

Соколова М.В. (1 курс магистратуры)

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

При фотодеструкции разнообразных органических экотоксикантов возможно образование одноосновных карбоновых кислот. Природа продуктов фотоокисления представляет интерес, так как даже при полном разложении основного действующего вещества они будут определять качество очистки. Поэтому целью настоящего исследования является изучение влияния фотоокислительного процесса на степень деструкции водного раствора муравьиной кислоты (далее – МК) в присутствии и без окислителей - персульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) и пероксида водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Исследования по фотоокислительной деструкции проводили на лабораторной установке, схема которой представлена в [1]. Метод определения муравьиной кислоты основан на цветной реакции с м-ванадатом аммония [2].

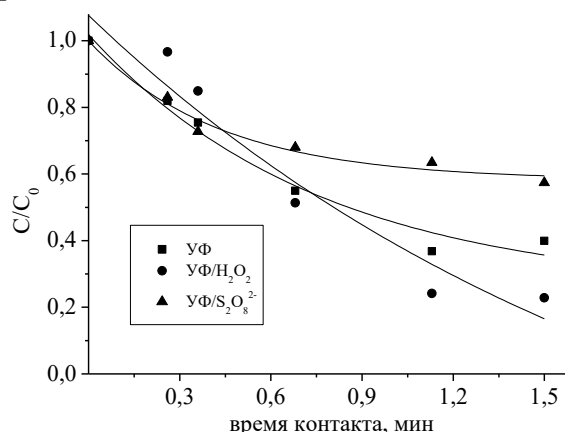


Рис. 1. Кинетика фотоокисления МК

С увеличением времени контакта концентрация МК уменьшается независимо от способа фотоокисления (рис. 1). Максимальная степень деструкции наблюдалась при фотоокислении без добавок и составляла 85%. Добавление  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  и  $\text{H}_2\text{O}_2$  незначительно повлияло на эффективность окисления. Но стоит отметить, что в присутствии пероксида водорода МК разлагалась лучше, чем в присутствии персульфата натрия, и степень окисления составляла 77%.

1. Иванцова Н.А. Фотоокислительная деструкция формальдегида в водной среде // Химия высоких энергий – 2021. – № 3. – С. 215–218.
2. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. Москва: Химия, 1984. С. 448

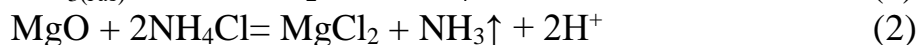
Руководитель: к.х.н., доц. Иванцова Н.А.

## О ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕСТНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ГАЛИТОВЫХ И БРУСИТСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Соловьев К. Д. (3-ий курс)

Огнеупоры – одни из основных расходных материалов металлургической и строительной отраслей промышленности. Значительную часть огнеупорных материалов представляют производные процесса производства и переработки периклазы, состоящие на более чем 85% из оксида магния (брусита). С течением времени огнеупорные материалы теряют свои эксплуатационные свойства, что приводит к образованию значительных количеств бруситсодержащих отходов. [1-2]

Учитывая высокое содержание оксида магния, а также сравнительно небольшой процент рекуперации подобных отходов на различных производствах, имеет смысл поиск альтернативных методов утилизации данного отхода, в нашем случае – получение хлорида магния – прекурсора для электрохимического получения металлического магния.



Насыщенный хлорид-анионами раствор барботируется аммиаком (реакция 1), затем при нагревании добавляют бруситсодержащий отход. В качестве дешевого источника хлорид-анионов возможно использование отходов крупнотоннажного производства хлоридов натрия и калия. Галитовые отходы – высококонцентрированный раствор хлоридов калия и натрия, образующийся в результате флотационного разделения хлоридсодержащих минералов типа сильвинит.

Первые лабораторные эксперименты подтвердили, что степень растворения бруситсодержащего отхода в «галитовых» растворах варьируется от 20 до 60 %, при этом на степень растворения оказывают влияние температура реакционной смеси, а также концентрация хлоридов.

На основании представленных данных бы сделан вывод о высокой перспективности предлагаемого метода в процессах получения магнийсодержащих прекурсоров. Использование различных отходов позволит не только существенно снизить стоимость получаемого продукта, но и будет иметь высокий природоохранный эффект.

Литература:

1. Кузин Е. Н., Кручинина Н. Е. Бруситсодержащие отходы производства огнеупорных материалов в процессах очистки сточных вод // Стекло и керамика. 2022. Т. 95, № 7. С. 58 – 63.
2. Милюков С. В., Прошкина О. Б. Утилизация отходов металлургического производства: Учебное пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – с. 46-47

*Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. Кузин Е.Н.*

# КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ХЛЕБА И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ

Сорокина Д.Э. (студентка 4 курса)

*Ивановский государственный химико-технологический университет,*

Вопросы безопасности питания являлись, и будут являться актуальными в различных странах в любую эпоху. Хлеб содержит почти все необходимые компоненты: белки, углеводы, немного жиров, витамины и минеральные вещества. Но качество и полезность хлеба напрямую зависят от качества муки. Поэтому контроль показателей качества муки и хлеба является актуальным. В связи с этим целью работы являлись:

- 1) оценка соответствия качества образцов муки и хлеба по ряду органолептических и физико-химических показателей;
- 2) оценка величины индивидуального риска от употребления рассматриваемых продуктов.

Для исследования были выбраны следующие образцы продуктов питания:

- мука пшеничная торговых марок «Макфа», «Горошек», «Рязаночка»;
- хлеб: «Риат» подмосковный, «Риат» батончик к чаю, «ФурмановХлеб» подмосковный, «Кинешемский» батончик к чаю, «Харрис» тостовый, «Вкус Вилл» батон нарезной.

Каждый из отобранных образцов был проанализирован стандартными методиками по следующим показателям качества (на соответствие требованиям ГОСТ Р 58233-2018, ГОСТ 27844-88, ГОСТ Р 57937-2017, ГОСТ 26574-2017): органолептическим (внешний вид, цвет, вкус, запах, текстура, хруст), физико-химическим, содержанию соединений металлов ( $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ) с применением атомно-абсорбционного метода анализа.

Результаты анализа показали, что все исследованные образцы соответствовали нормативным требованиям по контролируемым показателям качества, за исключением хлеба торговой марки «Харрис» (наблюдалось несоответствие по некоторым органолептическим показателям качества, а также превышение массовой доли сахара).

В качестве интегрального (комплексного) показателя оценки качества продуктов питания, а также сравнительной характеристики различных образцов между собой, может быть использована величина риска. Оцененные в работе величины экономического ущерба и индивидуальных рисков от употребления исследованной продукции незначительны.

*Руководитель: к.х.н., доц. Буймова С.А.*

# КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ $\text{Co}^{2+}$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА В ВОЗДУХЕ

Торговкина А.Н., Шмелева Е.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

$\text{Co(II)}$  является токсичным поллютантом и оказывает вредное воздействие на живые организмы. Он встречается в сточных водах производства удобрений, гальванических, металлургических и других отраслях промышленности.

Современные технологии для удаления кобальта из сточных вод включают такие методы как ионный обмен, мембранное разделение и многие другие. Традиционные способы удаления ионов кобальта из растворов с использованием химических реактивов легко реализовать, но они несут за собой дополнительные загрязнения из-за использования восстанавливающих химических веществ и образования токсичных побочных продуктов. Таким образом, актуальна разработка новых альтернативных технологий для очистки сточных вод. В последние годы учеными ведутся исследования по использованию для таких целей газовых разрядов, находящихся в контакте с жидкостью.

Целью данной работы было исследование процесса удаления  $\text{Co(II)}$  из водных растворов под воздействием разряда постоянного тока атмосферного давления в воздухе.

Реактор представлял собой Н-образную стеклянную ячейку, плечи которой разделены целлофановой мембранной так, что раствор в одном из плечей ячейки являлся анодом, второй – катодом [1]. На титановые электроды, расположенные над поверхностью раствора на расстоянии 5-10 мм, прикладывалось постоянное высокое напряжение, достаточное для электрического пробоя воздушного промежутка и поддержания стабильного тлеющего разряда.

Были исследованы кинетические закономерности изменения концентрации ионов кобальта под действием на их водные растворы ( $\text{Co(NO}_3)_2$ ) разряда постоянного тока атмосферного давления в воздухе при токах (20–80) мА и концентрациях (20–60) ммоль/л. Обнаружено, что эффективность образования осадка зависит от тока разряда и начальной концентрации растворов. Определены рН растворов и некоторые продукты взаимодействия на всем диапазоне исследуемых токов и концентраций.

Литература:

1. S.A. Smirnov, D.A. Shutov, E.S. Bobkova, V.V. Rybkin // Plasma Physics Reports. -2016. - V. 42, № 1. - P. 74–78.

*Руководитель: к.х.н., старший преподаватель, Сунгурова А.В.*

# БИОИНДИКАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ

Харитонов Е.К. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Экологическая обстановка городской среды зависит от множества факторов. К ним относят как естественные, так и антропогенные факторы. Одним из показателей экологического неблагополучия территории является качество атмосферного воздуха. Уровень загрязнения атмосферы зависит от количества выбрасываемых вредных веществ и их химического состава, от высоты источника, и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ.

Основным источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу города является автотранспорт и промышленные предприятия. Атмосферные загрязнения также влияют на состояние питьевых источников и состояние растительного и животного мира. Но самое главное – загрязненный воздух оказывает огромное влияние на состояние здоровья человека.

Мониторинг городской среды позволяет провести оценку её состояния, как в целом, так и отдельно взятых компонентов. К таким методам относятся методы лишеноиндикации. Оценка проводилась по нескольким направлениям: определение видового состава лишайников, оценка проективного покрытия слоевищем ствола, содержание тяжелых металлов в слоевищах, степень их повреждения.

Лишайники очень чутко реагируют на микроклиматические условия, в которых они произрастают, и на состав воздуха, от которого зависит их видовое разнообразие и развитие. В тоже время применение лишеноиндикации для мониторинга состояния городской среды является простым и доступным способом.

Целью работы являлся анализ возможностей использования методов биоиндикации для оценки состояния атмосферного воздуха с применением лишеноиндикации в различных районах Уводьского водохранилища г.Иваново. Биоиндикация – это оценка качества среды обитания и её отдельных характеристик по состоянию биоты в природных условиях.

В образцах лишайников контролировали величину содержания соединений Zn, Co, Ni, Cu, Cd методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Результаты анализа показали, что содержание  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Mn}^{2+}$  в большинстве образцов превышали нормативные значения, а содержание  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  находились в пределах нормы. Соединения  $\text{Cd}^{2+}$  не были обнаружены.

*Руководитель: к.х.н., доцент Извекова Т.В.*

# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ВОДОЗАБОРНЫХ КОЛОНОК Г. ИВАНОВО

Цветков А.С. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

По официальной статистике, больше половины населения России вынуждено потреблять питьевую воду, не соответствующую гигиеническим нормативам. Большая часть населения городов потребляет водопроводную воду из системы централизованного водоснабжения, а жители частных секторов используют водозаборные колонки.

На территории г. Иваново установлено более 130 водозаборных колонок, по которым потребителю поступает вода, прошедшая первичную очистку и контроль на очистных насосных водопроводных станциях (ОНВС-1 и ОНВС-2), расположенных м. Авдотьино и м. Горино соответственно. Контроль качества воды источников водоснабжения и воды распределительной сети г. Иваново осуществляется по программам производственного контроля, разработанным в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.3684-21. Результаты химического анализа питьевой воды представлены на официальном сайте АО «Водоканал» г. Иваново [1] и Департамента жилищно-коммунального хозяйства г. Иваново [2]. Цель работы: проведение химического анализа проб питьевой воды из водозаборных колонок г. Иваново.

В работе был проведен химический анализ 24 проб питьевой воды из водозаборных колонок централизованного водоснабжения по наличию следующих компонентов: 1). Катионов ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ). 2). Анионов ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). 3). Общему содержанию соединений металлов ( $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Cu}_{\text{общ}}$ ).

Проведенный химический анализ проб воды показал повышенное содержание соединений  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$ . Повышенное содержание указанных веществ при постоянном употреблении питьевой воды данного качества может негативно влиять на сердечно-сосудистую, дыхательную, нервную, пищеварительную и мочеполовую системы человека. Для минимизации содержания данных элементов рекомендуется использовать систему доочистки воды перед её употреблением. Например, сорбционная очистка с применением бытовых устройств.

Литература:

1. URL:<https://ivanovovodokanal.ru/vodosnabjenie/kachestvo-vody/ivanovo> - официальный сайт АО «Водоканал» г. Иваново.
2. URL:<https://gkh.ivanovoobl.ru/otkrytye-dannye/kachestvo-vody-v-gorode-ivanovo/> официальный сайт Департамента жилищно-коммунального хозяйства г. Иваново.

*Руководитель: к.х.н., доц. Буймова С.А.*

# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ВОДНОГО РАСТВОРА НИТРАФУРАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОДА BDD

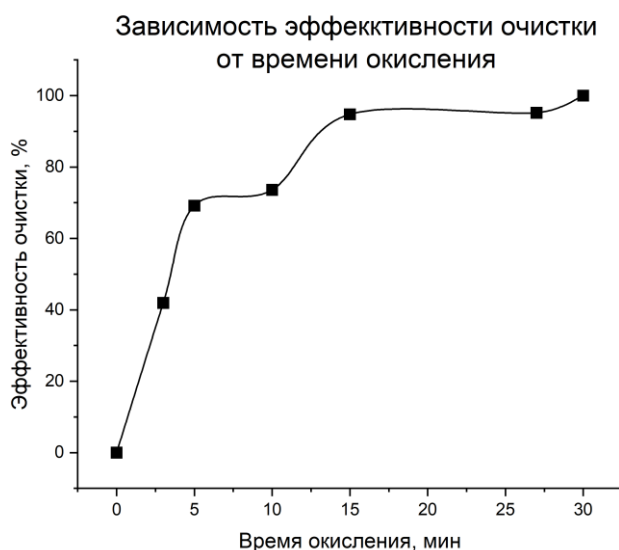
Чурина А. А. (4 курс)

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

Промышленные фармацевтические сточные воды могут сильно повлиять на экосистему из-за сложного состава активных фармацевтических субстанций, устойчивости многих органических соединений к биodeградации, малых и труднообнаружимых концентраций в сточной воде, высокой токсичности и огромных промышленных мощностей.

Исследования показывают, что анодное окисление является эффективным и экологически безопасным методом разложения органических загрязнителей. За последнее десятилетие в процессе анодного окисления было использовано множество анодных материалов, в частности BDD- алмазный электрод, легированный бромом. Целью работы стала оценка возможности применения BDD для электроокисления сточных вод фармацевтического производства с использованием водного раствора нитрафурала в качестве модельной воды.

Электроокисление проводили с применением лабораторного блока питания DAZHENG PS-305D (0-30В, 0-5А). Анодное и катодное пространства электролизера разделены ионообменной (катионообменной) мембраной МК-40, практически непроницаемой для газов и жидкостей в отсутствии электрического тока. Плотность тока составила 0,2 А. Время окисления варьировали от 3 до 30 минут. Концентрацию нитрафурала определяли фотоколориметрически.



По результатам эксперимента была рассчитана эффективность очистки. Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что применение электрода BDD для электрохимической деструкции для очистки сточных вод от нитрафурала целесообразно и эффективно.

Руководитель: к.х.н., доц. Иванцова Н.А.



## **КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ ПЫЛИ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ИВАНОВО**

Шавитова А.Г. (2 курс магистратуры), Летенкова Н.С. (3 курс),  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время в городах с хорошо развитой инфраструктурой усугубляются проблемы загрязнения окружающей среды (ОС) полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), относящиеся к веществам 1 класса опасности. К ПАУ принято относить соединения, содержащие два и более конденсированных бензольных колец [1]. На данный момент в России обязательному контролю подлежит лишь бенз[а]пирен (БП), который является индикатором нахождения ПАУ в ОС [2].

Почвы и грунты вдоль транспортных магистралей являются зонами повышенного экологического риска, так как в них поступает широкий спектр загрязняющих веществ. Доминирующие поллютанты придорожных территорий – нефтепродукты, сажа, тяжелые металлы (ТМ), ПАУ, соли противогололедных реагентов (ПР). Их образование обусловлено неполным сгоранием автомобильного топлива (ПАУ, сажа); истиранием и пылением шин при взаимодействии с дорожным полотном (ТМ, ПАУ).

Целью данной работы являлась оценка содержания ПАУ в придорожной пыли на территории г. Иваново.

Определение содержания ПАУ проводилось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием жидкостного анализатора Fluorat-02М (Россия) в качестве флуориметрического детектора.

Было установлено, что основной вклад в загрязнение придорожной пыли вносят ПАУ с низкой молекулярной массой (нафталин, аценафтилен, аценафтен), доля которых в суммарном вкладе составляет более 80 %. Определены возможные источники поступления - автотранспорт и объекты топливно-энергетического комплекса.

Литература:

1) Izvekova, T. V. Distribution of Polycyclic aromatic hydrocarbons in a snow cover in the territory of Ivanovo city, Russia / T. V. Izvekova, N. A. Kobeleva, A. A. Gushchin [et al.] // Chemosphere. – 2020. – Vol. 242. – P. 125150.

2) Российская Федерация. Правительство. Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды / Распор. Прав-ва РФ от 08.07.2015 № 1316-р (с изм. 10.05.2019 г.). – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 21.03.2022).

*Руководитель: к.х.н., доц. каф. ПЭ Извекова Т.В.*

## ДЕСТРУКЦИЯ 1,4-ДИХЛОРБЕНЗОЛА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ

Шарова Ю.С. (3 курс), Тюканова К.А., Родионов В.П.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Большую часть токсичных газовых выбросов составляют хлорированные летучие органические соединения (ХОС). Так как данные соединения обладают высокой летучестью и устойчивостью к разложению, их очистка является достаточно сложной.

Выбор метода очистки производится на основе различных параметров, к которым относят начальную концентрацию загрязняющих соединений, скорость газового потока, подаваемого на очистку, температуру газо-воздушной смеси (ГВС), а также необходимую эффективность удаления загрязнителя. Наиболее перспективными методами для очистки газовых выбросов являются методы химии высоких энергий, включающие в себя плазмохимические методы. Эти методы основаны на пропускании через высоковольтный разряд ГВС с вредными примесями. Используют, как правило, различные типы газовых разрядов, включая диэлектрический барьерный разряд, обладающий следующими достоинствами: емкостной электрической нагрузкой из-за низкого коэффициента мощности, высоким напряжением, огромным количеством энергии, запасенной в электрическом поле и сравнительно простым технологическим оформлением.

В качестве объекта исследования был выбран типичный представитель ХОС - 1,4-дихлорбензол (1,4-ДХБ). 1,4-ДХБ является токсичным, а также из-за своей химической структуры высококанцерогенным соединением, что позволяет отнести данное вещество к одним из главных загрязнителей окружающей среды.

Целью данной работы является изучение процесса очистки газовых выбросов, содержащих 1,4-ДХБ в плазме барьерного разряда в среде кислорода.

В ходе проведения множества экспериментов было установлено, что разложение 1,4-ДХБ протекает с высокой эффективностью – 90-95%.

Из полученных нами данных мы можем сделать вывод, что содержание 1,4-ДХБ в газовой смеси, обработанной в ДБР, снижается, по сравнению с исходными значениями. Таким образом, можно говорить о том, что ДБР является эффективным методом очистки газовых выбросов, содержащих 1,4-ДХБ.

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (тема FZZW-2023-0010).*

*Руководитель: к.х.н., доцент Гуцин А.А.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ КРАСИТЕЛЕЙ СОРБЕНТОМ ЦЕОЛИТОМ

Шмелева Е.С. (4 курс), Кипина Е.В. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

С развитием научно-технического прогресса всё больше растет нагрузка на окружающую среду. Одна из глобальных экологических проблем современности – загрязнение окружающей среды, в том числе поверхностных и подземных вод, обусловленное сбросом в природные водоемы бытовых, промышленных и ливневых сточных вод

Использование синтетических органических красителей в современных технологиях. приводит к интенсивному загрязнению гидросферы. Поэтому, удаление красителей из сточных вод становится основной экологической проблемой. Однако из-за разнообразия органических соединений, используемых в качестве красителей, нет универсальных химических методов удаления красителя из сточных вод.

Традиционным методом очистки сточных вод является адсорбционный метод, к достоинствам которого, относятся высокая эффективность и возможность очистки сточных вод от многокомпонентных смесей. Изучение адсорбции красителей является актуальной задачей. Цель работы – изучение процессов очистки сточных вод от красителей при помощи адсорбции на сорбенты различного состава и типа, с возможностью дальнейшего комбинирования метода сорбции и плазмы ДБР.

В работе также проводилось исследование сорбционных свойств сорбента ЦТР-сорб. В качестве красителей применялись водные растворы метиленового синего (МС) и ледерос (С-2) с концентрациями 1-1000 мг/л. Также в работе проводились исследования по изучению свойств сорбента цеолита марки ЦТР-сорб в реакторе диэлектрического барьерного разряда с коаксиальным расположением электродов. Параметры обработки: масса сорбента 1г.; напряжение, прикладываемое к разрядной зоне 16,5 кВ; время обработки 30 минут. В качестве плазмообразующего газа использовался кислород

Обработка в плазме увеличивает адсорбционную способность практически в 1,5 раз благодаря увеличению активных центров на поверхности сорбента. Максимальная сорбционная емкость которого составил 23,5 мг/г по МС и 13 мг/г по ледеросу, максимальная степень очистки составила 92 % и 52 % соответственно.

*Руководитель: к.х.н., ст. п. каф. ПЭ, Гусев Г.И.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ОБЕЗВРЕЖИВАНИИ ВОДЫ ОТ ИОНОВ $Ni^{2+}$

Шмелева Е.С.(4 курс), Торговкина А.Н.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Сточные воды ряда отраслей промышленности, таких как гальваническое, химическое, металлургическое, горнодобывающее производство, содержат в своем составе высокую концентрацию ионов тяжелых металлов, включая никель, кобальт, хром и др. Сброс промышленных сточных вод непосредственно в природные воды влечет за собой большой риск загрязнения водной экосистемы[1]. В настоящее время существует множество методов очистки вод от тяжелых металлов, однако большинство из них имеет ряд существенных недостатков.

Плазма газового разряда, созданная либо в водном растворе, либо над его поверхностью, в настоящее время является объектом интенсивных исследований. Причины такого внимания связаны с перспективами использования разрядных систем для целей биомедицины, защиты окружающей среды, получения наночастиц и др.

Поэтому целью данной работы было исследование возможностей разряда постоянного тока для реализации процессов очистки воды от ионов  $Ni^{2+}$ , а также выявление влияния параметров разряда и начальной концентрации растворов на его эффективность.

Рис.1. Схема  
экспериментальной  
установки.

Реактор представлял собой H-образную стеклянную ячейку, плечи которой разделены целлофановой мембраной (4) так, что раствор в одном из плечей ячейки являлся анодом (1), второй – катодом (2). На титановые электроды (3), расположенные над поверхностью раствора на расстоянии 5-10 мм, прикладывалось напряжение, достаточное для электрического пробоя воздушных промежутков и поддержания стабильного тлеющего разряда. Обработываемый объем 80 мл.

## Литература:

1. Ghosh A., Dastidar M.G., Sreekrishnan T.R. Recent advances in bioremediation of heavy metals and metal complex dyes: Review // J. Environ. Eng. – 2016. – № 142. – С. 1-14.

*Руководитель: к.х.н., ст.преп. Сунгурова А.В.*

## **Секция 5. Химия неорганических соединений и материалов**

## **РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ ЖИДКОГО ЩЕЛОЧНОГО ОБЕЗЖИРИВАТЕЛЯ ДЛЯ ЛИНИЙ НЕПРЕРЫВНОГО ЦИНКОВАНИЯ И НЕПРЕРЫВНОГО ОТЖИГА**

Агеева А.А. (1 курс), Емельянов С.С. (1 курс аспирантуры)  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Для защиты металла от коррозии используют различные типы систем покрытия, а сами процессы нанесения покрытий являются областью постоянного развития. Как правило, перед нанесением гальванического покрытия лист очищают обычным обезжириванием. Состав обезжиривателя непосредственно влияет в дальнейшем на степень закрепления наносимого покрытия.

В настоящей работе при подборе веществ для химической очистки и обезжиривания различными методами исследовались композиции, способные устойчиво работать в щелочной среде. Исследования проводились при температурах 25 и 50<sup>0</sup>С. Все растворы готовились на дистиллированной воде.

Установлено, что введение поверхностно-активных веществ в водно-щелочные растворы усиливает эмульгирующее действие раствора, снижает поверхностное натяжение на границе раздела фаз и обеспечивает образование мицеллярных структур, состоящих из большего числа молекул и ионов, которые формируются при диспергировании фазы или при возникновении новой фазы в процессе ее конденсации из молекул и ионов. В результате подобрана оптимальная композиция обезжиривателя, содержащего ПАВ и определены показатели преломления и устойчивости изученных систем.

Показано, что ПАВ, благодаря процессу мицеллообразования способствуют диспергированию твердых и эмульгированию жидких загрязнений и создают благоприятные условия для быстрого и эффективного удаления жировых и некоторых других видов загрязнений с поверхности стали.

*Руководитель: к.х.н., доц. Филиппов Д.В.*

## СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЭРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ $\text{SiO}_2$ ИМПРЕГНИРОВАННОГО МЕФЕНАМОВОЙ КИСЛОТОЙ

Алешонкова А.А.<sup>1</sup> (2 курс магистратуры), Кузьмиков М.С.<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук

За последние два десятилетия стремительное совершенствование золь-гель методов получения привело к значительному прогрессу в направленном синтезе пористых материалов. Благодаря высокой площади поверхности, развитой структуре, и уникальным свойствам, пористые материалы находят широкое применение в различных областях, таких как медицина, теплоизоляционные материалы, электроэнергетика, авиационная, космическая и другие.

Из всех существующих твердых пористых материалов аэрогели на основе диоксида кремния известны благодаря широкому спектру уникальных свойств, таких как низкая теплопроводность, высокая пористость, высокое оптическое пропускание в видимой области, низкие значения диэлектрической проницаемости и коэффициента преломления.

Аэрогели на основе диоксида кремния получают путем специальной обработки сверхтонких кремниевых гелей, создаваемых путем гидролиза и конденсации органических силанов, с последующей обработкой получаемого геля в сверхкритических условиях.

В качестве исходного кремнийсодержащего соединения в работе использован тетраэтоксисилан, стадии гидролиза и конденсации осуществлялись по щелочному методу. В процессе синтеза использовалась лимонная кислота для ускорения процесса гелеобразования. На последней стадии алкогели высушивались в атмосфере сверхкритического диоксида углерода. Данная методика позволяет сохранить целостность трехмерной структуры аэрогелей.

Часть образцов импрегнирована мефенамовой кислотой – нестероидным противовоспалительным препаратом группы фенаматов. Проведение импрегнации в среде сверхкритического диоксида углерода, не требует использования дополнительных растворителей.

Исходные и допированные мефенамовой кислотой образцы аэрогелей на основе диоксида кремния изучены при помощи физико-химических методов анализа, а именно, сканирующей электронной микроскопии, рентгенодифракционного анализа, низкотемпературной адсорбции газа и термогравиметрического анализа. Полученные результаты обсуждаются в докладе.

*Руководитель: д.х.н., проф. Пуховская С.Г.  
Научный консультант: к.х.н. Торишнина Н.А.*

# **ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ОСАЖДЕНИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛИМЕРНОГО КОАГУЛЯНТА НА ОСНОВЕ ДИЦИАНДИАМИДА**

Бабкин М.Ю. (2 курс аспирантуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Интенсивный уровень развития промышленного производства неотъемлемо влияет на состояние окружающей среды, особенно водных объектов, в связи с этим проблема защиты водных систем от загрязнений становится все более актуальной. Наиболее распространенным и эффективным физико-химическим методом очистки промышленных сточных вод является реагентный метод с применением высокомолекулярных коагулянтов и флокулянтов.

В работе изучена кинетика осаждения модельных красителей из водных растворов, а также красителей, содержащихся в реальных сточных водах текстильных производств, на примере стоков Индустриального парка г. Родники, Ивановской области.

Определены оптимальные дозировки реагентов для наиболее эффективного осаждения красителей. Исследованы скорости осаждения и осветления суспензий в присутствии коагулянтов различной природы: как неорганических, так и полимерных органических.

Получены кинетические кривые осветления рассматриваемых модельных красителей и стока. Рассчитаны величины начальных скоростей осаждения частиц дисперсных фаз для всех исследованных образцов коагулянтов и флокулянтов. Описано влияние величины начальной скорости осаждения частиц от флокуляционной активности реагентов с ростом их концентрации.

*Руководитель: к.х.н., доц. Филиппов Д.В.*



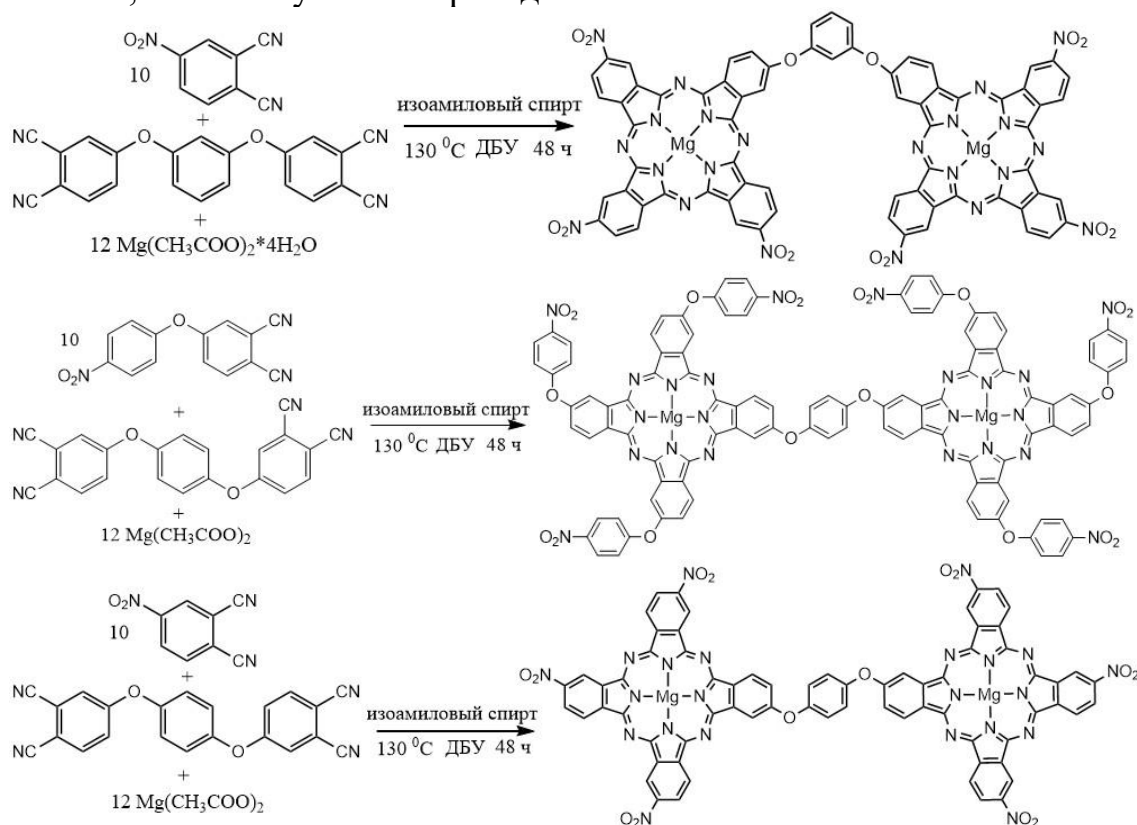
# СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ФТАЛОЦИАНИНАТОВ МАГНИЯ CLAM-SHELL ТИПА

Беликова А.А. (4 курс) Ерзунов Д.А., Вашурин А.С.

Ивановский государственный химико-технологический университет

На сегодняшний день фталоцианины сложной структуры привлекают внимание ученых благодаря их необычным свойствам, одним из которых является наличие полосы поглощения в длинноволновой области. Данное преимущество позволяет применять соединения такой структуры во многих областях науки и техники. Например, одним из перспективных и активно развивающихся на сегодняшний день областей является использование данных соединений в качестве фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии. Поэтому изучение свойств соединений данной структуры является актуальным.

В данной работе представлен синтез clam-shell фталоцианинов с мета- и пара-окси-бензольными фрагментами в качестве мостиковых заместителей и с нитро и нитрофенокси в качестве периферических заместителей, описаны условия проведения синтеза и их очистки.



Структура всех полученных соединений подтверждалась методами масс-спектрометрии, электронной спектроскопией поглощения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного фонда, соглашение №22-73-10158.

Руководитель: д.х.н., доц. Вашурин А.С.

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА, ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ФТАЛОЦИАНИНОВ С МАГНИЕМ И ЦИНКОМ, СОДЕРЖАЩИХ АЗОГРУППЫ.

Бычкова А.Н., Шишлова А. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Введение красителей на периферию фталоцианинового макроцикла позволяет расширить диапазон светопоглощения, что позволяет использовать фталоцианины в качестве фотоактивных веществ, жидкокристаллических дисплеев, электрооптических устройств.

Целью данной работы является получение и исследование спектральных свойств фталоцианинов цинка и магния, содержащих азохромофор. Синтез осуществляли нитрильным способом. Нуклеофильным замещением нитрогруппы в 4-нитрофтalonитриле на соответствующий остаток были получены замещенные фталонитрилы (схема 1). Синтез металлокомплексов осуществляли темплатной конденсацией соответствующего фталонитрила с ацетатом цинка или магния при 190 °С.

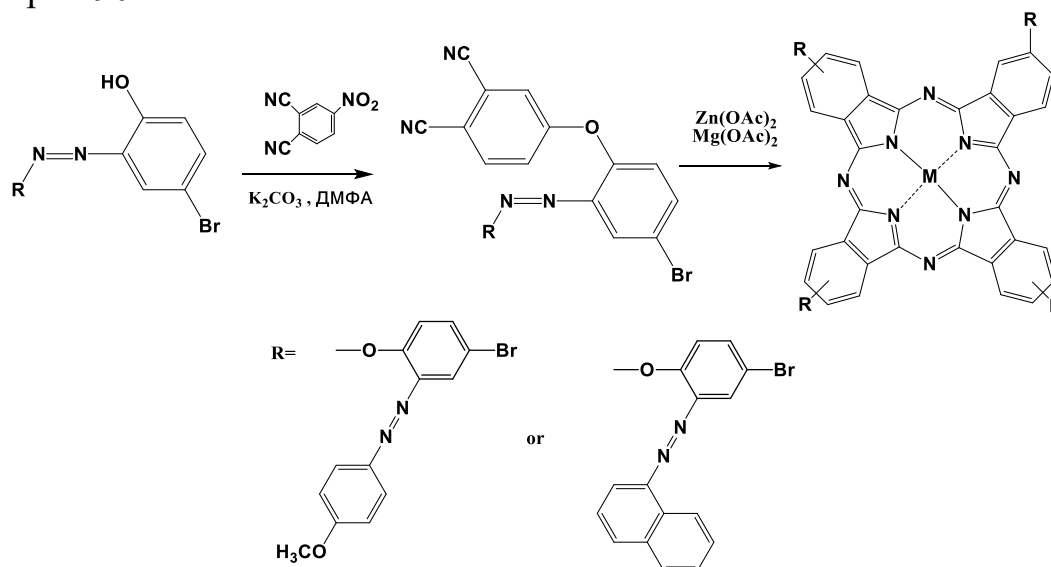


Схема 1.

Идентификацию полученных комплексов осуществляли с применением современных физико-химических методов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение 22-23-00831 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».

Руководитель: д.х.н., доц. Вашулин А.С.

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА 2(3),9(10),16(17),23(24)-ТЕТРАКИС(4-(ТРЕТБУТИЛ)ФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНАТОВ ЦИНКА, МАГНИЯ, АЛЮМИНИЯ

Гудылев.А.В. (3 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Представлены данные по синтезу 2(3),9(10),16(17),23(24)-тетракис(4-(третбутил)фенокси)фталоцианинатов цинка, магния, алюминия и изучению их спектральных свойств.

Синтез комплексов осуществляли сплавлением 4-(4-(третбутил)фенокси)фталонитрила с ацетатами соответствующих металлов при температуре 180-190°C. Очистку синтезированных комплексов проводили методом колоночной хроматографии.

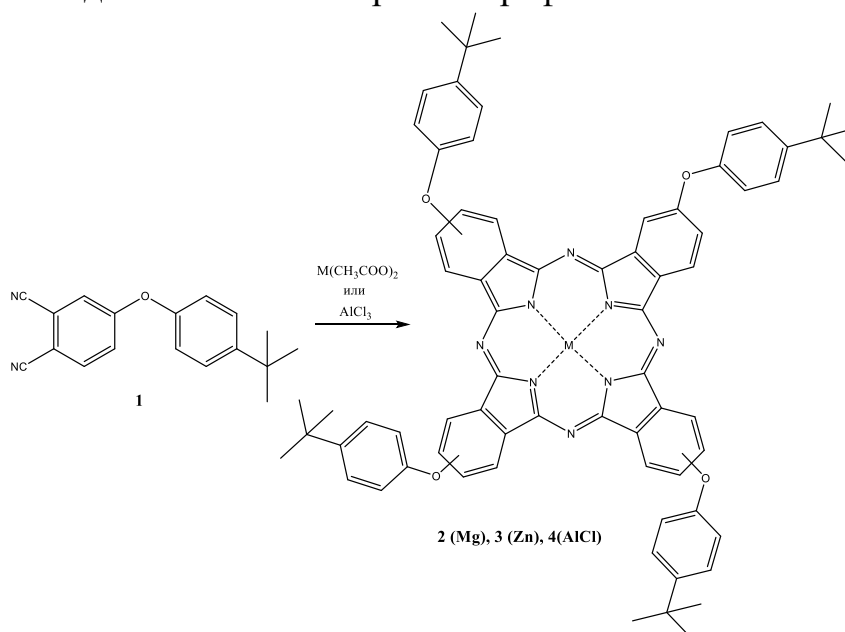


Схема 1

Идентификацию 2(3),9(10),16(17),23(24)-тетракис(4-(третбутил)фенокси)фталоцианинатов цинка, магния, алюминия проводили с помощью ЭСП и ИК-спектроскопии, MALDI TOF спектрометрии.

Изучены спектральные свойства синтезированных комплексов. Показано, что природа металла-комплексобразователя, растворителя на характер спектральных кривых, положение основной полосы поглощения. Работа выполнена с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

Руководитель: к.х.н., доцент Тихомирова Т.В.

## СИНТЕЗ КОМПОЗИТОВ С ФУНГИЦИДНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ МЕДИ И СЕРЕБРА

Евдокимова А.В.<sup>1</sup>, Шибаева В.Д.<sup>1</sup>

*1Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской Академии наук*

Чрезмерное использование антибактериальных средств, таких как химически модифицированные природные соединения (пенициллины, цефалоспорины или карбапенемы), чистые натуральные продукты (аминогликозиды) и чисто синтетические антибиотики, приводят к развитию устойчивых к лекарственным средствам микробов. Эти устойчивые патогены вызывают возникновение заболеваний, которые трудно диагностировать и контролировать. Это побудило к разработке альтернативных противомикробных агентов, таких как наноразмерные материалы. Из-за их чрезвычайно малого размера и высокого отношения поверхности к объему наночастицы обладают повышенной активностью и взаимодействием с микробными компонентами.

Сочетание антибактериальных свойств Ag и противогрибковых свойств Cu позволяет создавать материал с широким спектром действия против микроорганизмов. Синтезируя продукт, состоящий из обоих компонентов, можно снизить концентрации отдельных металлов при сохранении аналогичной антимикробной активности. Такие материалы могут быть получены в одностадийных или многостадийных процессах с получением биметаллических частиц или многостадийных частиц типа ядро-оболочка. Последовательность восстановления ионов влияет на биологическую активность конечного материала. Кроме того, вклад отдельных металлов в продукт и морфология частиц имеют решающее значение для биоцидных свойств наночастиц.

Целью данной работы является синтез нанопорошков  $\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}$  и биметаллических наночастиц  $\text{Ag}/\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$  на их основе, а также исследование влияния pH среды на их физико-химические и фунгицидные свойства.

Комбинацией методов сжигания и соосаждения в растворе получены биметаллические частицы  $\text{Ag}/\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}$ . Методами XRD, SEM, выявлено влияние pH синтеза на элементный состав, структуру и морфологию этих частиц. Обнаружено, что при pH=7 формируются частицы с фибриллярной структурой, когда pH=9 способствует к образованию частиц со сферической и кубической формы.

*Руководитель: д.х.н., проф. Агафонов А.В.*

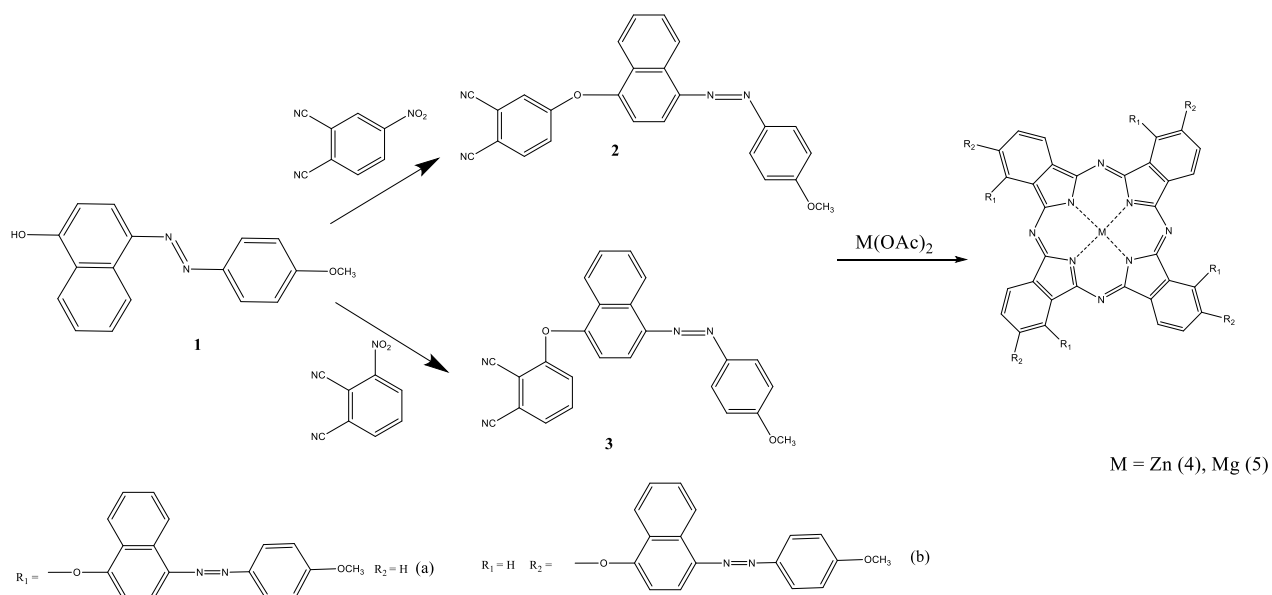
# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕТРА-3/4-((4-МЕТОКСИФЕНИЛАЗО)-4-НАФТОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНОВ МАГНИЯ И ЦИНКА

Еремеев И.Е. (2 курс), Мыкина Е.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Данное исследование посвящено синтезу и исследованиям спектрально-люминесцентных свойств тетра-3/4-((4-метоксифенилазо)-4-нафтоксифталоцианинов магния и цинка.

На первом этапе работы был осуществлен синтез азокрасителя – 4-(4-метоксифенилазо)нафтола (1). На следующем этапе работы данный фенол использовали для нуклеофильного замещения с 3- или 4-нитрофталонитрилом. Синтезированные нитрилы (2,3) применяли при темплатной конденсации с ацетатом магния или цинка для получения металлокомплексов (4-5).



Идентификация полученных продуктов осуществляли методами электронной, ЯМР  $^1\text{H}$ , ИК – спектроскопии, а также MALDI TOF спектрометрии.

Изучены спектральные и люминесцентные свойства синтезированных комплексов. Показано влияние природы металла-комплексобразователя, растворителя и метаположения заместителя на характер спектральных кривых, положение полос поглощения и квантовый выход люминесценции.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение 22-23-00831 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение №075-15-2021-671).

Руководитель: к.х.н., доц. Тихомирова Т.В.

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСОВ ФТАЛОЦИАНИНОВ С РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, СОДЕРЖАЩИХ ТЕРМИНАЛЬНЫЕ ЦИАНО-ГРУППЫ

Ерзунов Д.А., Рыжов А.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

В работе представлено получение металлофталочиаанинатов редкоземельных элементов с симметричным тетра-циаанофенокисльным замещением в периферических фрагментах макрокольца (Рис. 1), а также всестороннее исследование особенностей проявляемых соединениями свойств.

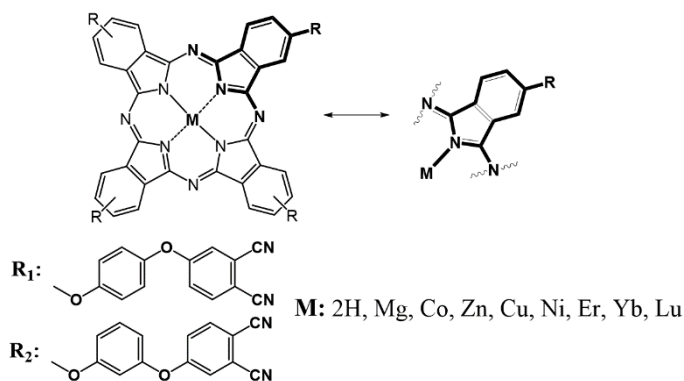


Рис. 1 – Структура тетракис-4-[3/4-(3,4-дициаанофенокси)фенокси] фталочиаанинов и их металлокомплексов.

Определены спектральные и фотофизические характеристики фталочиаанинатов магния, цинка, кобальта, меди, никеля, эрбия, иттербия и лютеция в разных органических средах. При исследовании спектрально-агрегационного поведения показано, что переход от фталочиааниновых лигандов к производным металлокомплексам сопровождается значительным увеличением агрегационной устойчивости комплексов.

Установлены составы молекулярных комплексов, образующихся при координации тетракис-4-[3/4-(3,4-дициаанофенокси)фенокси] фталочиаанинатами кобальта и цинка органических N-донорных лигандов (пиридин, пиразин, ДАБКО).

Показано, что переход от комплексов с мета- замещением в центральном бензольном фрагменте периферического заместителя фталочиаанина к комплексам с пара- замещением сопровождается регулярным bathochromic сдвигом Q-полосы поглощения во всех изученных средах, увеличением значений коэффициентов экстинкций, квантовых выходов флуоресценции, синглетного кислорода и каталитической активности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда, проект №22-73-10158.

Руководитель: д.х.н., доц. Ващурич А.С.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.И. Ефремова (к.х.н., доцент)  
*РТУ МИРЭА, ИТХТ им. М.В. Ломоносова*

Широко используемым материалом в отрасли солнечной энергетики является легированный кремний, но с для увеличения эффективности солнечных элементов, удешевления и упрощения производства, исследуются соединения со структурой перовскита. Преимуществом перовскитных материалов является возможность варьирования ширины запрещенной зоны путем создания твердых растворов или слоев с разным стехиометрическим и химическим составом, что обеспечивает больший спектр поглощения света.

$\text{CuTaS}_3$  представляет из себя полупроводник n-типа с  $E_g=1,24$  эВ, что близко к наиболее эффективной ширине запрещенной зоны в фотовольтаике. Его особенность заключается в перовскитоподобной слоистой структуре, что открывает возможность модификации материала в целях придания новому составу заданных свойств [1]. Актуальной задачей является определение оптимальных параметров синтеза и физико-химическое исследование слоистых материалов на основе  $\text{TaS}_2$ .

Материалы синтезировались в кварцевой ампуле в муфельной печи. Исходные вещества помещали в ампулу, откачивали до остаточного давления  $5-9 \cdot 10^{-1}$  Па, проводили отпайку, герметизированную ампулу помещали в муфельную печь. Скорость нагрева, температура процесса и время выдержки при заданной температуре регулировались в ходе экспериментов на основании результатов, полученных методом рентгенофазового анализа (РФА).

На основании ряда экспериментов по изменению параметров синтеза, составов исходных смесей и факторов, влияющих на процесс, по данным РФА и измерению вольтамперных характеристик серии образцов определены оптимальные параметры синтеза поликристаллического  $\text{CuTaS}_3$ .

Литература:

1. Wang, Zhi, et al., *Applied Surface Science*, **499**, 143932 (2020).

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ФТАЛОЦИАНИНОВ ЦИНКА И МАГНИЯ НА ОСНОВЕ 3-(2-ФЕНИЛАЗО-4-ФЕНИЛПРОПАН-2- ИЛ)ФЕНОКСИФТАЛОНИТРИЛА

Бычкова А.Н., Тихомирова Т.В., Вашурин А.С., Казарян К.Ю. (1 курс)  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Замещенные фталоцианины являются уникальным классом соединений, направленных на развитие новейших материалов. Благодаря возможности выбора заместителя в молекуле и металла-комплексобразователя можно получить комплексы с указанными электронными и физико-химическими свойствами. Введение азогрупп позволяет расширить диапазон светопоглощения данных соединений, что позволяет расширить области применения фталоцианиновых комплексов.

В настоящем сообщении представлены данные по синтезу и спектральным свойствам металлокомплексов фталоцианинов цинка и магния, содержащих на периферии азохромофор.

Одним из простых и эффективных методов получения фталоцианинов является нитрильный, данный метод позволяет получать фталоцианины с большим выходом и более высокой степенью чистоты.

На первом этапе работы диазотированием анилина была получена соль диазония, которая использовалась в реакции азосочетания с 4-(2-фенилпропан-2-ил)фенолом. Далее полученный краситель применялся в качестве нуклеофила во взаимодействии с 3-нитрофталонитрилом.

Синтез металлокомплексов осуществляли методом темплатной конденсации соответствующих замещенных фталонитрилов с ацетатом цинка или магния при температуре 190 °С.

Для выделения и очистки получаемых комплексов использовали фильтрацию, колоночную и гель-проникающую хроматографию с контролем по ТСХ. Успешность выделения соединений и их очистки подтверждали при помощи ряда MALDI-TOF масс-спектрометрией, ИК, ЯМР и электронной спектроскопии.

Изучены спектральные и люминесцентные свойства синтезированных фталоцианинов в органических растворителях. Показано влияние природы металла и растворителя на положение основной полосы и характер спектра.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение 22-23-00831 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение №075-15-2021-671).*

*Руководитель: к.х.н., доц. Тихомирова Т.В.*



# АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА СОЛЬВАТОХРОМИИ БОРДИПИРРИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМПИРИЧЕСКИХ ШКАЛ ПОЛЯРНОСТИ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

Карпова В.С. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Бордипиррины представляют собой класс флуорофоров с широким разнообразием спектральных и фотофизических свойств. Соединения этого класса проявляют положительный, отрицательный и нулевой сольватохромизм. В связи с этим, бордипиррины чрезвычайно удобны для анализа механизма сольватохромии с использованием феноменологических, эмпирических и теоретических квантово-химических методов.

На предыдущих этапах работы нами (Telegin, Karpova et al, 2023) предложен новый полуэмпирический метод оценки сольватохромной чувствительности флуорофоров и показаны его возможности для анализа большой группы соединений общим объемом 625 флуорофоров в сериях от 6 до 30 растворителей.

В настоящей работе в целях определения применимости предложенного метода оценки сольватохромной чувствительности флуорофоров, определяемой параметром  $A$ , проведен анализ производных бордипирринов с применением 4-мерной шкалы полярности Каталана (Catalan, 1995, 1996, 2004, 2021) с использованием эмпирических параметров: поляризуемости растворителя  $SP$ , диполярности растворителя  $SdP$ , кислотности  $SA$  и основности  $SB$  растворителя.

В результат расчетов, выполненных по экспериментальным данным флуорофоров широкого диапазона сольватохромной чувствительности, установлено, что ни один из эмпирических параметров Каталана не указывает непосредственно на знак сольватохромного эффекта по волновым числам поглощения, флуоресценции и Стоксова сдвига. Наиболее отчетливая корреляция параметра сольватохромной чувствительности проявляется для параметра диполярности растворителя  $SdP$  при анализе Стоксова сдвига бордипирринов. В этом случае зависимость  $SdP$  vs  $A$  имеет форму вогнутой параболы с минимумом в точке  $SdP=0$ ,  $A=0$ . На этом основании можно заключить, что ранее предложенный метод оценки сольватохромной чувствительности флуорофоров ясно отражает физический смысл сольватохромии и прост в применении по сравнению с известным эмпирическим методом Каталана.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант No. 075-15-2021-579).

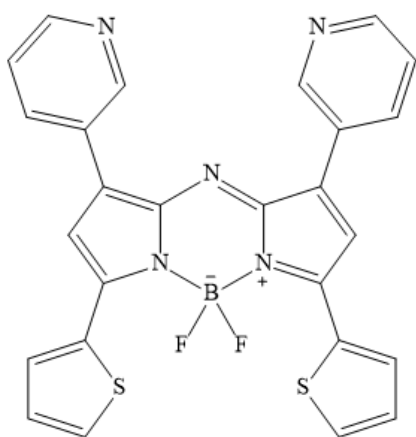
*Руководитель: д.х.н., проф. Телегин Ф.Ю.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНОГО AZA-BODIPY

Кернер А.А. (аспирант 1 года обучения), Ксенофонтова К.В.  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Уникальной особенностью аза-замещенных борфторидных комплексов дипиррометена (aza-BODIPY) служит смещение их спектров поглощения и испускания в ближнюю инфракрасную область. Благодаря этому данные флуоресцентные красители находят свое применение в исследовании биологической активности белковых молекул, а также ряда лекарственных соединений в живых клетках, флуоресцентной маркировке, а также фотодинамической терапии. В этой связи, целью данной работы стало исследование спектральных свойств производного aza-BODIPY.

На первом этапе работы были получены спектры поглощения, спектры флуоресценции, квантовые выходы флуоресценции и времена жизни возбужденного состояния производного aza-BODIPY в ряду органических растворителей: *n*-гексане, толуоле, диэтиламине, тетрагидрофуране, этилацетате, пиридине, дихлорметане, ацетоне, диметилсульфоксиде, ацетонитриле, пропаноле-1, этаноле. Было описано влияние природы растворителя на спектральные характеристики производного aza-BODIPY. Было установлено, что данный флуоресцентный краситель обладает слабым положительным сольватохромным эффектом, который характеризуется батохромным смещением максимумов полос поглощения и флуоресценции при увеличении полярности окружения.



На втором этапе работы было проведено кислотно-основное титрование производного aza-BODIPY трифторуксусной кислотой и диэтиламином. Было установлено, что вид спектров и положение максимумов поглощения и флуоресценции производного aza-BODIPY изменяется в зависимости от кислотности среды.

Таким образом, исследуемый флуоресцентный краситель обладает чувствительностью к полярности и кислотности среды, что может быть использовано для биологических исследований.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-73-00337).*

*Руководитель: д.х.н., проф. Румянцев Е.В.*

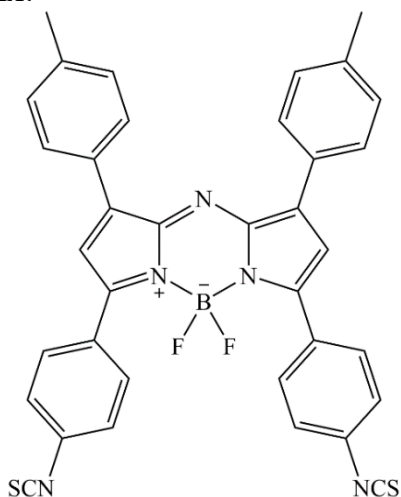
# ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОГО ПРОИЗВОДНОГО АЗА-BODIPY

Крестова А.Н. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Аза-замещенные борфторидные комплексы дипиррометена (аза-BODIPY) обладают превосходной оптической и термической устойчивостью, а кроме того, характеризуются смещенными в красную область спектрами поглощения и испускания и высокими молярными коэффициентами поглощения. Аза-BODIPY могут быть использованы в качестве флуоресцентных и фотоакустических зондов, а также фототерапевтических средств.

Целью настоящей работы стало исследование зависимости спектральных свойств реакционноспособного по отношению к аминам флуоресцентного красителя на основе аза-BODIPY (рисунок 1) от его молекулярного окружения.



*Рисунок 1 – Структура объекта исследования*

Для исследуемого соединения были получены спектры поглощения, спектры флуоресценции, квантовые выходы флуоресценции и времена жизни возбужденного состояния в различных по своей природе растворителях: *n*-гексане, толуоле, диэтиламине, тетрагидрофуране, этилацетате, пиридине, дихлорметане, ацетоне, диметилсульфоксиде, ацетонитриле, пропаноле-1, этаноле. Кроме того, было описано влияние растворителей на спектральные характеристики рассматриваемого флуоресцентного красителя с помощью ряда одно- и многопараметрических уравнений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (стипендия СП-2910.2021.4).*

*Руководитель: к.х.н. Ксенофонтова К.В.*

## **ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ КРЕМНЕЗЕМОВ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Лебедев М.Д. (аспирант 2 год), Гончаренко А.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Селективное выделение белков, нуклеиновых кислот, клеток из биологических сред на сегодняшний день является рутинной задачей в области биотехнологий. Данные высокомолекулярные соединения являются основой современных лекарственных препаратов в направлениях иммунотерапии и генной терапии. Кроме этого, популярность набирают услуги генетических исследований, для которых так же требуются расходные материалы для очистки генетического материала.

Как правило, генетический материал выделяют из биологических сред: слюны, срезов тканей, лизатов клеток и т.д. И поскольку в данных средах находится смесь нуклеиновых кислот, белков и клеток, то актуальной задачей является селективное выделение целевых объектов.

Основными задачами является селективное выделение фрагментов ДНК и РНК различной длины, определенных белков (к примеру, рекомбинантных) и определенной популяции клеток.

Возрастающая потребность в очистке генетического материала белков и клеток определяет актуальность исследований в направлении систем магнитной очистки и сепарации.

Одним из наиболее удобных вариантов выделения является использования магнитных частиц кремнезема, с поверхностью модифицированной под конкретную задачу.

В данной работе мы разработали новые подходы к функционализации частиц кремнезема, используемых для выделения нуклеиновых кислот, белков и клеток. Отправной точкой являлась модификация частиц хлорорганическими группами. Для конкретной задачи выделения нуклеиновых кислот была проведена постмодификация меламинам. А для выделения His-tag белков – модификация фрагментом нитрилотриуксусной кислоты.

*Руководитель: д.х.н., Марфин Ю.С.*

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИЯДЕРНЫХ 3d-4f ГЕТЕРОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНА, ЦЕРИЯ, ПРАЗЕОДИМА С КОБАЛЬТОМ И ИЗОЛЕЙЦИНОМ

Милых А.С. (1 курс), Семешкина Д.Д., Хащеватская В.И.

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*

Существует класс семиядерных 3d-4f гетерометаллических комплексов с аминокислотами состава  $\{LnM_6(AA)_{12}\}$  ( $Ln$  – лантаноид,  $M$  – 3d-металл,  $AA$  – аминокислота), в которых лантаноид находится в полости каркаса, образованного шестью атомами d-металлов и аминокислотами. Благодаря наличию уникальных физических и химических свойств такие комплексы привлекают большой интерес исследователей.

Синтез полиядерных комплексов  $[LnCo_6(Иле)_{12}]$  ( $Ln = La, Ce, Pr$ ;  $Иле$  – изолейцин) проводили в несколько стадий. Сначала получали  $Co(Иле)_2$  посредством растворения  $HИле$  в водном растворе аммиака и добавления  $Co(NO_3)_2$ . Раствор упаривали на ротаторном испарителе до выпадения розового осадка  $Co(Иле)_2$ . Вещество охарактеризовали ИК-спектроскопией.

Катион  $[LnCo_6(Иле)_{12}]^{3+}$  синтезировали в аргонированном метаноле. Для этого к раствору изолейцината кобальта добавляли нитраты лантаноидов. Также изучена кинетика окисления  $Co(Иле)_2$  в метаноле с помощью электронной спектроскопии и показано, что при добавлении небольшого количества воды окисление ускоряется.

Комплексный катион осаждали различными однозарядными анионами. Успешно получена серия мелкокристаллических осадков с  $La, Ce$  и  $Pr$  в катионе и анионами  $ClO_4^-$  и  $PF_6^-$ . Для  $La$  и  $PF_6^-$  удалось получить монокристалл, пригодный для РСА. По результатам рентгеноструктурного анализа комплекс кристаллизуется в пространственной группе  $R\bar{3}$  (рис. 1). По данным РФА, все полученные соединения изоструктурны друг другу и соответствующим комплексам никеля.

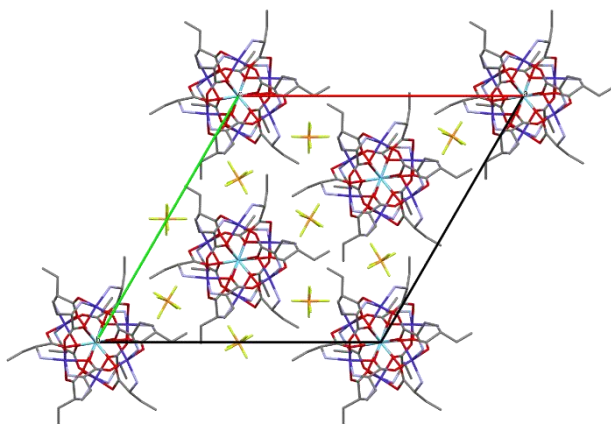


Рис. 1. Кристаллическая структура  $[LaCo_6(Иле)_{12}](PF_6)_3$

*Руководитель: к.х.н., доц. Долженко В.Д.*

# **СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ МАГНИЯ И ЦИНКА ФТАЛОЦИАНИНОВ, СОЧЕТАЮЩИХ НА ПЕРИФЕРИИ ГАЛОГЕНЫ И ТРИМЕТИЛФЕНОКСИЛЬНЫЕ ГРУППЫ**

Мыкина Е.А. (1 курс), Антуганова В.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последнее время внимание исследователей всё чаще привлекает изучение физико-химических свойств и возможности применения соединений, относящихся к группе фталоцианинов. Показано, что введение на периферию фталоцианина феноксильных заместителей и атомов галогенов придает этим уникальным соединениям хорошую растворимость в органических растворителях и открывает новые возможные области применения, например, повышает активность фотосенсибилизаторов на основе фталоцианина. Также тонкие пленки фталоцианинов могут использоваться в микроэлектронных приборах благодаря их уникальным электрофизическим, оптическим и физико-химическим свойствам.

Настоящее сообщение посвящено синтезу триметилфеноксихлорзамещенных фталонитрилов и металлофталоцианинов на их основе, а также изучению спектральных и люминесцентных свойств синтезированных комплексов.

Путем нуклеофильного замещения атомов хлора в 3,4,5,6-тетрахлорфталонитриле на триметилфеноксильные группы в различном мольном соотношении были получены 4-триметилфенокси-3,5,6-трихлорфталонитрил и 4,5,6-трифенилфенокси-3-хлорфталонитрил. Очистку полученных соединений проводили экстракцией и колоночной хроматографией.

Полученные фталонитрилы использовали при темплатной конденсации с ацетатов магния или цинка при температуре 180-190 °С. Очистку полученных комплексов проводили методом колоночной хроматографии.

Состав и строение синтезированных соединений проводили с привлечением комплекса физико-химических методов.

Хорошая растворимость синтезированных комплексов позволила изучить их спектральные свойства. Показано влияние природы заместителей и растворителя на положение основной полосы. Определен квантовый выход люминесценции для синтезированных комплексов.

*Работа выполнена с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение №075-15-2021-671).*

*Руководитель: к.х.н., доц. Тихомирова Т.В.*

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ТЕТРА-3-(4-БРОМФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНА С ЦИНКОМ И МАГНИЕМ

Носкова В.С. (3 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Нуклеофильным замещением 3-нитрофталонитрила с 4-бромфенолом получен 3-(4-бромфенокси)фталонитрил (1), темплатной конденсацией которого с безводным ацетатом металла (цинка, магния) при температуре 180 - 190°C получены соответствующие металлокомплексы (2-3). Очистку синтезированных комплексов проводили методом колоночной хроматографии.

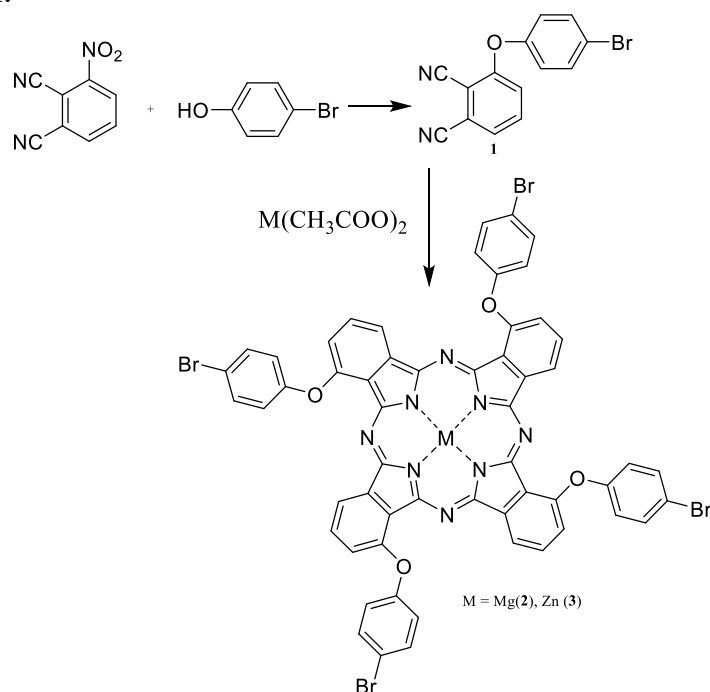


Схема синтеза

Подтверждение состава и структуры полученных соединений проводили физико-химическими методами анализа.

Изучены спектральные характеристики синтезированных комплексов в органических растворителях. Показано влияние природы растворителя, металла-комплексобразователя на характер электронных спектров поглощения.

*Работа выполнена с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ» (при поддержке Минобрнауки России, соглашение №075-15-2021-671).*

*Руководитель: к.х.н., Тихомирова Т.В.*

## СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА $\text{BaTiO}_3$ с $\text{Fe}_3\text{O}_4$

Плотвина А.В.<sup>2</sup> (2 курс магистратуры), Иванов К.В.<sup>1</sup>, Агафонов А.В.<sup>1</sup>

*1-Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии  
наук, г.Иваново*

*2-Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г.Иваново*

*Иваново, e-mail: ivk@isc-ras.ru*

В последнее время достаточно большое внимание уделяется проблемам, связанным с очисткой сточных вод от различных органических загрязнителей. В свою очередь это вызвано результатом работы многочисленных промышленных предприятий и ряда других отраслей жизнедеятельности человека. В качестве возможного решения, может быть, создание высокоэффективных фотокаталитически активных материалов, позволяющих под действием ультрафиолетового излучения, а преимущественно солнечного света инициировать реакции разложения органических загрязнителей. Среди известных фотокаталитически активных материалов  $\text{BaTiO}_3$  представляет интерес в силу его способности к фотодеградации органических поллютантов в области видимого света.

Целью данной работы являлся синтез нанокomпозиционного материала на основе титаната бария с магнетитом, содержащегося по массе в количестве 1% и 10%. Также проведение исследования физико-химических и фотокаталитических свойств полученных образцов.

Порошок нанокomпозита  $\text{BaTiO}_3$  с  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  получали золь-гель методом в кислой среде. Путем смешения растворов предшественника титана бария с магнетитом. Далее синтезированный материал высушивали до постоянной массы. Полученные порошки исследовали с помощью ряда физико-химических методов анализа. В частности, рентгенофазового, ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии и ряда других.

Установлено, что массовая доля вводимого магнетита оказывает влияние на фазовый состав и сингонию титаната бария. Таким образом при добавлении 1%  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  в материале, прокаленном при  $1200^\circ\text{C}$ , сохраняется тетрагональная сингония, а при 10% наблюдается кубическая.

Фотокаталитическую активность изучали спектрофотометрически при облучении раствора родамина в суспензии порошка ультрафиолетовым светом. В результате было определено, что с увеличением массовой доли магнетита на фотокаталитическую активность по мимо  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  оказывает и сингония.

*Руководитель: к.х.н. Иванов К.В.*



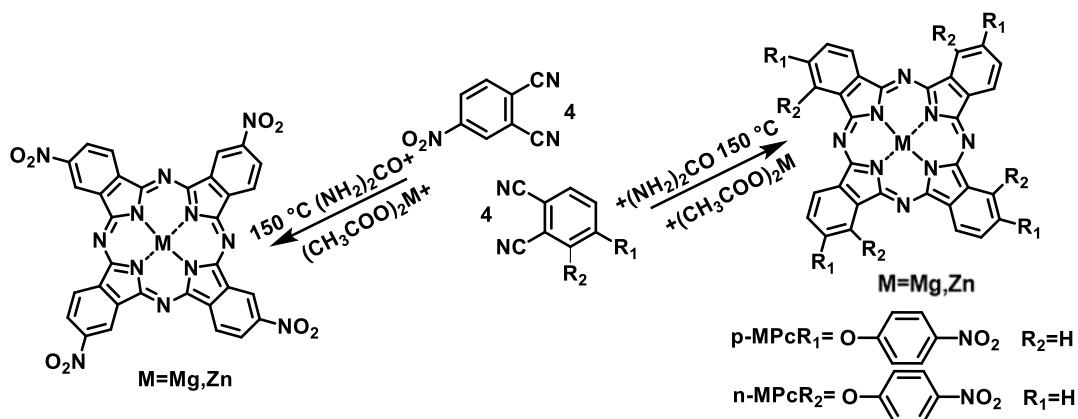
# СИНТЕЗ КОМПЛЕКСОВ ФТАЛОЦИАНИНОВ МАГНИЯ И ЦИНКА, СОДЕРЖАЩИХ НИТРОГРУППЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ

И.А.Сарвин<sup>1</sup>, (3 курс), Д.А.Ерзунов<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет,  
Иваново, Россия

Фталоцианины представляют собой тетрапиррольные соединения, родственников порфиринов, расширенная 18-π электронная система, позволяет проявлять им их особые физические и химические свойства. Агрегация является важным фактором при изучении свойств фталоцианинов, так как данной явления сильно влияет на свойства молекул и материалы на их основе.

В данной работе описывается методика синтеза (Схема 1), исследование электронных спектров поглощения, а также фотофизические свойства для металлокомплексов нитро- и нитрофеноксизамещенных фталоцианинов.



**Схема 1.** Синтез тетра-4-(4-нитрофенокси)фталоцианинатов цинка, магния и алюминия

Синтез проводился методом темплатного сплавления фталонитрила с ацетатами металлов в мольном соотношении 4 : 1, в присутствии мочевины. Сплавление происходило при 150 °С и длилось 20 минут. После реакционная смесь была очищена экстракцией на аппарате Сокслетта с хлороформом, а также с помощью колоночной хроматографии на силикагеле с хлороформом в качестве элюента. Структура соединений подтверждалась с помощью <sup>1</sup>H ЯМР и ИК спектроскопии, MALDI-TOF масс-спектрометрии и электронной спектроскопии.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда, грант 22-73-10158.

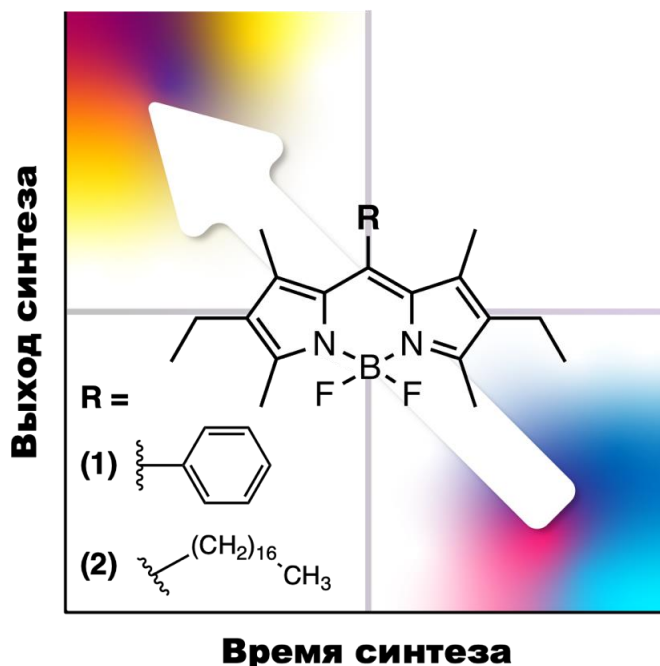
Руководитель: д.х.н., доц., Вашурин А.С.

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ СИНТЕЗА МЕЗО-ЗАМЕЩЕННЫХ BODIPY

Сбытов Д.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Главной проблемой в химии борфторидных комплексов является их долгий и часто сложный, многостадийный синтез с небольшими количественными выходами целевого продукта. В этой связи модификация синтеза для уже известных структур и получение новых комплексов более простым и рациональным путем являются актуальными задачами в химии органических люминофоров семейства BODIPY.



В данной работе были получены два производных BODIPY различающихся природой меза-заместителя. Оптимизация подходов синтеза позволила увеличить выход целевого продукта с 20% до 80%, а также сократить время синтеза в 10 раз по сравнению с литературными данными. Разработанный метод синтеза соответствует принципам «зеленой химии». Структуры охарактеризованы комплексом современных физико-химических методов анализа.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента для молодых ученых (проект МД-2300.2022.1.37).*

*Руководители: д.х.н., проф. Марфин Ю.С.  
асс. Молчанов Е.Е.*

# ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ И ПРИРОДЫ ЛАНТАНОИДА НА СОСТАВ КОМПЛЕКСОВ [CeNi<sub>6</sub>(Ala)<sub>12</sub>][(Ln<sub>x</sub>Ce<sub>1-x</sub>)(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(OH)<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>O)]

Семешкина Д.Д. (4 курс), Долженко В.Д.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Комплексы состава [CeNi<sub>6</sub>(Ala)<sub>12</sub>][(Ln<sub>x</sub>Ce<sub>1-x</sub>)(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(OH)<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>O)] получают, осаждая комплексный катион [CeNi<sub>6</sub>(Ala)<sub>12</sub>]<sup>3+</sup> нитратами лантаноидов Ln(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> из этанольного раствора. Высвобождающийся в ходе частичного разрушения катиона Ce<sup>3+</sup> способен образовывать анион [Ce(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(OH)<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>O)]<sup>3-</sup>, вследствие чего в кристаллической структуре осадка наблюдается частичное замещение элемента-осадителя Ln на церий. В данной работе синтезировали и охарактеризовали методами РФА, ИК, ИСР-MS 34 подобных комплекса в различных условиях и с различными элементами в анионной позиции. Показано, что степень замещения увеличивается при уменьшении ионного радиуса элемента-осадителя и при разбавлении исходного раствора (рис. 1). Предложена модель процессов в системе, объясняющая наблюдаемые закономерности.

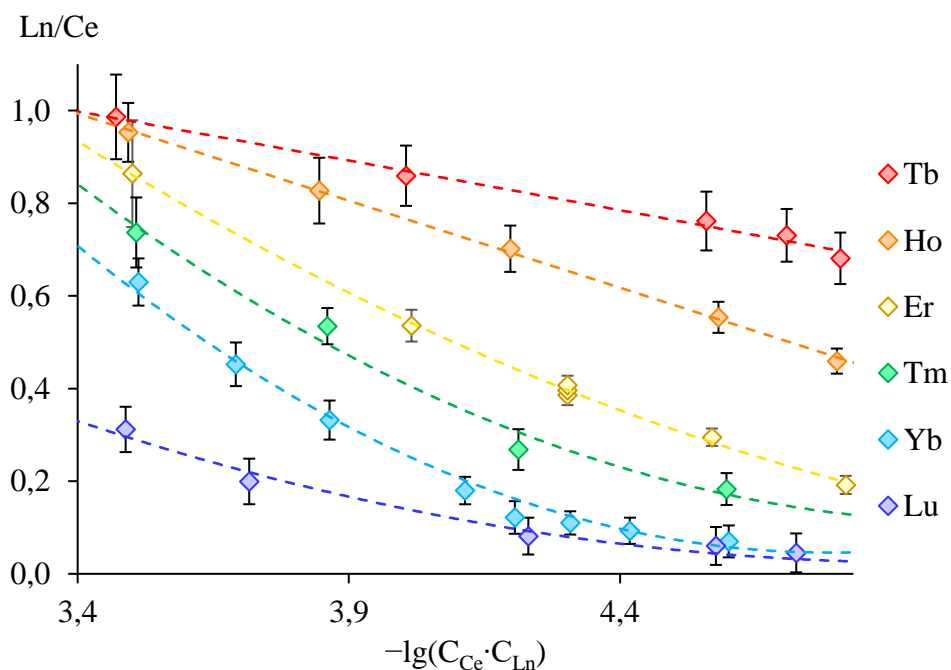


Рис 1. Изменение состава осадка в зависимости от условий осаждения и природы лантаноида.

Руководитель: д.х.н., доц. Долженко В.Д.

# ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВКЛЮЧЕНИЕМ ФТАЛОЦИАНИНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Тарасюк И.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Силикатные материалы были получены методом золь-гель синтеза с различными модификациями процесса и использованием в качестве основного структурообразующего вещества, различных прекурсоров. Всего было получено более 20 материалов, из ТЭОС, АПТМОС, МПТМОС и ХПТМОС, с закреплением фталоцианинов на стадии получения матрицы или же методом адсорбции на уже готовый материал. Так же ряд материалов был получен методом темплатного синтеза, с применением одновременно двух прекурсоров (ТЭОС и АПТМОС) и темплата - додецилдиметиламин N-оксида.

Закрепление комплексов контролировали по спектрам поглощения и ИК спектрам, на первых наблюдается перераспределение интенсивности пиков, отвечающих за мономерную и димерную формы комплекса, в сторону не агрегированной формы. На ИК спектрах наблюдается либо значительное падение интенсивности пика, отвечающего за колебания силанольных групп матрицы, либо же полное его отсутствие, что косвенно подтверждает ковалентный характер связывания комплекса с матрицей кремнезема.

Размер индивидуальных частиц материалов выявлен на изображениях со сканирующего электронного микроскопа и составляет 200 нм для немодифицированных, 1-2 мкм для органоимодифицированных частиц, а для частиц полученных темплатным методом в районе 300 нм. Размер частиц в водной суспензии был получен методом лазерной дифракции и он составляет более 1-2 мкм для немодифицированных образцов, и более 5 мкм для органоимодифицированных, это говорит об агрегации образцов в водной суспензии, что закономерно, поскольку большая часть частиц кремнезема имеет гидрофобную поверхность. Удельная площадь поверхности исследуемых материалов составляет в среднем 150 м<sup>2</sup>/г для немодифицированных частиц и в районе 70 м<sup>2</sup>/г для модифицированных, что является вполне хорошим показателем с целью их применения в качестве катализаторов окислительных процессов.

*Руководитель: д.х.н., доц. Вашурин А.С.*

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КАРБОКСИФЕНОКСИЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАТОВ ЦИНКА И КОБАЛЬТА

Тонкова С.С. (1 курс), Ерзунов Д.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Металлокомплексы замещенных фталоцианинов, содержащих на периферии различные функциональные группы, благодаря наличию уникального набора физико-химических свойств, уже многие десятилетия привлекают внимание ученых, и нашли применение от биосистем до наноэлектроники и фотовольтаики. Структурные особенности данных молекул, такие, например, как наличие в структуре протяженного сопряженного ароматического контура, и многие другие, обуславливают их способность адаптироваться под конкретно поставленную задачу.

В результате настоящей работы были синтезированы тетракис-4-[[2,6-бис(3,4-дицианофенокси)-4-карбокси} фенокси] фталоцианинаты кобальта и цинка. Получали комплексы посредством темплатного сплавления 3,4,5-трис-(3,4-дицианофенокси)бензойной кислоты с безводной солью соответствующего металла в отсутствие растворителя с последующей очисткой при помощи колоночной хроматографии на силикагеле, элюируя реакционную массу тетрагидрофураном (Рисунок 1). Строение и индивидуальность полученных металлофталоцианинатов подтверждали посредством современных методов анализа.

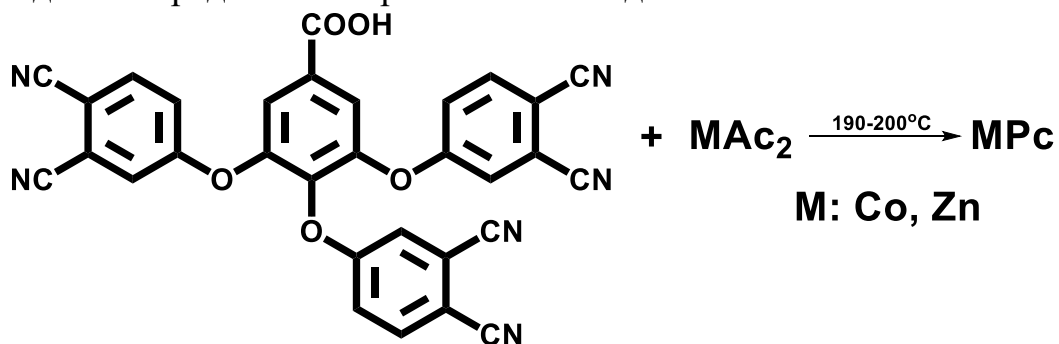


Рисунок 1. Схема синтеза замещенных фталоцианинатов цинка и кобальта

Для полученных комплексов были изучены спектральные характеристики в органических растворителях, вычислены молярные коэффициенты светопоглощения на максимумах электронной абсорбции. Изучены спектральные свойства фталоцианинов в различных органических соединениях.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского Научного Фонда (проект № 22-73-10158).*

*Руководитель: д.х.н., доц. Вашулин А.С.*

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ [LaCo<sub>6</sub>(Leu)<sub>12</sub>](X)<sub>3</sub>, ГДЕ X<sup>-</sup> = ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, PF<sub>6</sub><sup>-</sup>, BF<sub>4</sub><sup>-</sup>

Хацеватская В.И. (1 курс), Семешкина Д.Д., Милых А.С.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

В ходе данной работы синтезированы и изучены полиядерные гетерометаллические комплексы лантана с кобальтом и лейцином. В таких комплексах атомы кобальта расположены в вершинах октаэдра и связаны в жесткий каркас остатками аминокислот. В полости внутри этого каркаса находится катион лантаноида.

Синтез комплексных соединений проводили в несколько стадий. На первом этапе получали лейцинат кобальта(II). Вторую стадию – синтез комплексного катиона [LaCo<sub>6</sub>(Leu)<sub>12</sub>]<sup>3+</sup> – проводили в аргонированном метаноле. Лейцинат кобальта нерастворим в метаноле, однако при добавлении хлоридов лантаноидов и последующем нагревании он растворяется, и раствор приобретает яркую окраску. Полученные растворы охарактеризованы методом электронной спектроскопии поглощения. При добавлении хлорида лантана появляется максимум поглощения при 460 нм, что указывает на формирование комплексного катиона. Для Ce, Pr и Nd катион, по-видимому, образуется, однако равновесие смещено в сторону разрушения катиона, и высвобождающийся кобальт окисляется до Co(III).

Комплексные катионы с лантаном осаждали неорганическими анионами, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, BF<sub>4</sub><sup>-</sup>, PF<sub>6</sub><sup>-</sup>. Присутствие в структуре анионов-осадителей подтверждено методом ИК-спектроскопии. Получен монокристалл с перхлорат-анионом, пригодный для рентгеноструктурного анализа, в соответствии с результатами которого [LaCo<sub>6</sub>(Leu)<sub>12</sub>](ClO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> кристаллизуется в кубической сингонии, пространственной группе I23. По данным рентгенофазового анализа, все полученные соединения изоструктурны друг другу и аналогичным комплексам никеля.

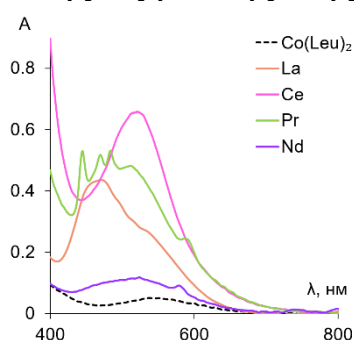


Рис. 1. ЭСП Co(Leu)<sub>2</sub> после добавления Ln<sup>3+</sup>

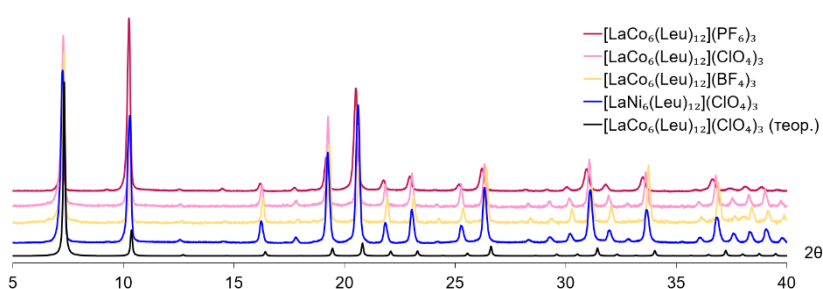


Рис. 2. Рентгенограммы [LaM<sub>6</sub>(Leu)<sub>12</sub>](X)<sub>3</sub> (M = Co, Ni; X<sup>-</sup> = ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, BF<sub>4</sub><sup>-</sup>, PF<sub>6</sub><sup>-</sup>)

Руководитель: к.х.н., доц. Долженко В.Д.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ АГРЕГАЦИИ ДИМЕРНЫХ BODIPY ЛЮМИНОФОРОВ

Шерудилло А.С.<sup>1</sup> (2 курс магистратуры), Калягин А.А.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Иваново, Россия

Димерные *bis*(BODIPY) люминофоры обладают удачным набором практически значимых свойств, среди которых следует отметить высокую чувствительность флуоресценции к природе среды и способность к генерации синглетного кислорода без дополнительного включения тяжелых атомов галогенов в структуру молекул. Потенциальная возможность применения BODIPY люминофоров в биомедицине в качестве биомаркеров и фотосенсибилизаторов ограничена их высокой гидрофобностью и склонностью к интенсивной агрегации.

Цель работы заключалась в исследовании особенностей молекулярной агрегации *bis*(BODIPY) красителей различной структуры в бинарной смеси тетрагидрофуран-вода.

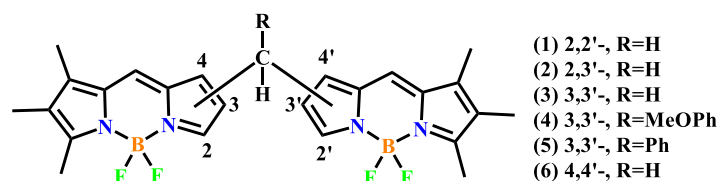


Рисунок 1 – Структурные формулы *bis*(BODIPY)

Обнаружено, что агрегация *bis*(BODIPY) протекает менее интенсивно по сравнению с мономерными алкилзамещенными аналогами, что обусловлено непланарной конформацией димеров. Для всех соединений в воде с минимальной добавкой ТГФ ( $f_w = 95\%$ ) спектрально фиксируется остаточное количество неагрегированного красителя. Соединения с объемными заместителями (4) и (5), а также краситель (6) склонны к образованию преимущественно J-агрегатов, в то время как остальные димерные производные формируют H-агрегаты, либо смесь H- и J-агрегатов. Отличительной особенностью 4,4'-CH<sub>2</sub>-*bis*(BODIPY) (6) является сочетание эффективной флуоресценции (квантовый выход флуоресценции составляет 50 - 80%) и генерации синглетного кислорода (эффективность генерации <sup>1</sup>O<sub>2</sub> изменяется от 20 до 47%) в инертных и слабополярных растворителях (толуол, бензол, хлороформ).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-23-00206

Руководитель: к.х.н. Антина Л.А.

# СОЗДАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИОНОПРОВОДЯЩИХ ИОНОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ, ГЛИНЫ

Шибаета В.Д.

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук,  
Иваново*

В последние два десятилетия внимание ученых было посвящено ионным жидкостям как модификаторами слоистых алюмосиликатов и созданию новых типов ионогелей на их основе. Взаимодействие глин с органическими катионами ионных жидкостей протекает по механизму ионного обмена. Замена неорганических обменных катионов в межслоевом пространстве слоистого алюмосиликата органическими, приводит к изменению поверхностных свойства глин с гидрофильных на гидрофобные, а также к значительному увеличению расстояния между алюмосиликатными слоями. Дополнительное насыщение межслоевого пространства глины приводит к возникновению новых гибридных материалов с улучшенными физико-химическими свойствами по сравнению с природными силикатами.

Для улучшения механической и термической стабильности и увеличению ионной проводимости, в состав ионогелей добавляют неорганический загуститель – глинистый минерал. Свойства таких материалов определяются взаимодействиями на границах раздела фаз, формируемых наночастицами глины и ионными жидкостями, а также явлениями конфайнмента в межплоскостных пространствах глин.

В качестве объекта исследований нами была выбрана ионная жидкость - 1-бутил-3-метилимидазолий ацетат, так как данная жидкость обладает не только низким давлением пара, высокой ионной активностью, но и способностью растворять микрокристаллическую целлюлозу до 25 мас.%, за счет разрыва разветвленных сетей водородных связей в полимере.

В качестве наполнителя для стабилизации гелеобразования раствора ионная жидкость/микрокристаллическая целлюлоза, были использованы глины: Na-бентонит и галлуазит.

Свойства полученных нами ионогелей были изучены с помощью различных методов, таких как сканирующая электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, ИК-спектроскопия, термогравиметрические и реологические исследования. Мы установили, что совмещение всех трех компонентов позволяет увеличить термостабильность системы больше чем на 100 °С по сравнению с чистой ИЖ, а также увеличить электропроводность на несколько порядков.

*Руководитель: д.х.н., проф. Агафонов А.В.*



# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ 3/4-(2-МЕТОКСИФЕНИЛАЗО-4-БРОМ)ФЕНОКСИФТАЛОНИТРИЛОВ И ФТАЛОЦИАНИНАТОВ ЦИНКА И МАГНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ.

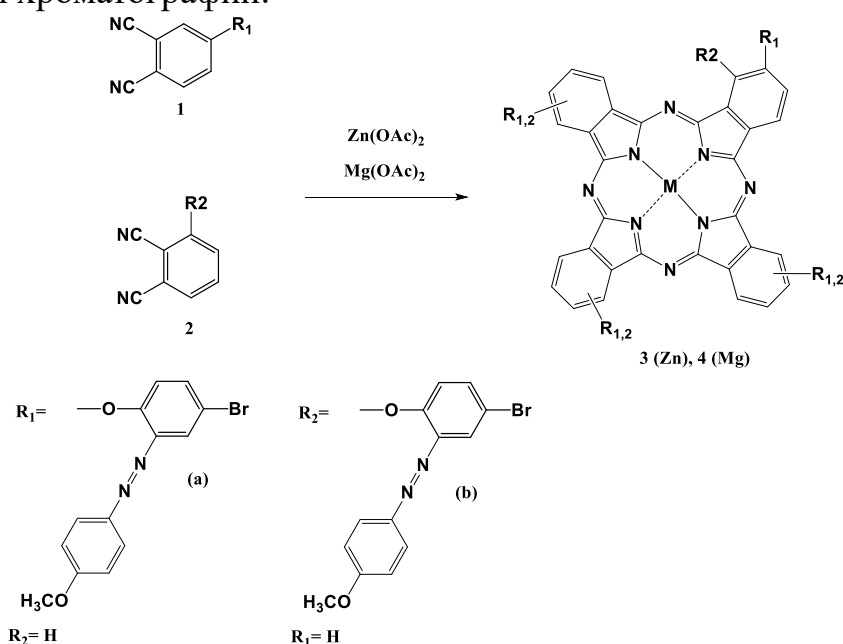
Шишлова А.А. (2 курс), Бычкова А.Н., Казарян К.Ю.

Ивановский государственный химико-технологический университет.

Данная работа посвящена синтезу 3/4-(2-метоксифенилазо-4-бром)феноксифталонитрилов и металлокомплексов магния и цинка на их основе, а также изучению спектрально-люминесцентных свойств синтезированных фталоцианинов.

Нуклеофильным замещением нитрогруппы в 3-нитро или 4-нитрофталонитриле на остаток 4-бром-2-(4-метоксифенилазо)фенола в присутствии поташа были 3/4-(2-метоксифенилазо-4-бром)феноксифталонитрилы (1, 2). Полученные нитрилы-азокрасители охарактеризованы с привлечением ИК, ЯМР  $^1\text{H}$  и электронной спектроскопией.

Синтез металлокомплексов осуществляли темплатной конденсацией соответствующих фталонитрилов (1, 2) с ацетатом цинка или магния при 180 °С. Очистку синтезированных комплексов проводили методом колоночной хроматографии.



Изучены спектральные и люминесцентные свойства синтезированных комплексов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, соглашение 22-23-00831 с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ФГБОУ ВО «ИГХТУ».

Руководитель: к.х.н., доц. Тихомирова Т.В.

# **СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОПОРИСТЫХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА(II) И ЖЕЛЕЗА(III)**

Карасева А.А., Щеглов С.В.(1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время внимание учёных привлёк относительно новый класс синтетических сорбентов, описанный как металлоорганические каркасные структуры (metal-organic frameworks – MOFs). Эти гибридные материалы обладают структурной жесткостью неорганических материалов и функциональной гибкостью органических. Благодаря своим свойствам они находят широкое применение в сорбции, катализе, медицине, разделении и хранении газов, а также в экологических целях [1]. На сегодняшний день известен достаточно широкий спектр методов синтеза MOF. Среди наиболее эффективных можно выделить несколько – гидро(сольво)термальный метод, синтез с помощью микроволн и метод прямого смешения [2].

Цель работы – сравнение характеристик высокопористых каркасных структур на основе кобальта(II) и железа(III), синтезированных методом прямого смешения и сольвотермальным методом.

Все образцы представляют собой микрогетерогенные материалы со средним размером частиц от 0.05 до 0.1 мкм, при этом частицы агрегированы в кластеры.

Методом низкотемпературной адсорбции получены величины удельной поверхности и объёма пор каркасных структур. Изучена структура поверхностных слоёв Co-MOF и Fe-MOF.

Показано, что Co-MOF и Fe-MOF на основе 2-этилимидазолатата, полученные гидро(сольво)термальным методом, обладают более предпочтительными для их дальнейшего применения характеристиками.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-73-10158).

Литература:

- 1) Kong X-J., Li J-R. // Engineering. 2021. 7. 1115.
- 2) Rasheed T., Ahmad A., Bilal M., Hussain T., Rizwan K., Chemosphere. 2020, 259, 127369.

*Научный руководитель: к.х.н., доц. Филиппов Д.В.*

**Секция 6. Термодинамика и кинетика реакций  
комплексообразования и процессов сольватации в  
неводных растворах**

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ СЕРЕБРА (I) С АЛЬБЕНДАЗОЛОМ В УКСУСНО-ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Ёрмамадова С.Г., Байназарова К.У. (соискатель), Раджабов У.Р.  
*Таджикский национальный университета*

Целью работы является исследование комплексообразования серебра (I) с альбендазолом в уксусно-водных растворах при 298,15 К и ионной силе 0.25 моль/л, определение устойчивости и областей доминирования образующихся комплексов в растворе.

Обсуждение результатов. С применением метода окислительного потенциала Кларка-Никольского [1] исследованы реакции комплексообразования серебра (I) с альбендазолом в уксусно-водных растворах при 298,15 К и ионной силе 0.25 моль/л. При этом анализ полученных экспериментальных зависимостей окислительного потенциала от среды (рН) дал возможность определить интервал протекания процессов комплексообразования по шкале рН и существования комплексных соединений серебра (I) с альбендазолом. В результате проведенных исследований установлены состав и области доминирования образующихся комплексных соединений. На основании оксредметрических измерений исследуемой системы по предполагаемому составу комплексов была составлена стехиометрическая матрица, образующихся комплексных форм. Выявлено, что серебра (I) с альбендазолом образует пять комплексных форм следующего состава  $[AgAlb(H_2O)_4]^+$ ;  $[AgAlb(H_2O)_3OH]^0$ ; С помощью окислительной функции Юсуфова З.Н. [2] методом итерации определены состав и константы образования полученных комплексных соединений и степени их накопления в исследуемой системе. Для определения областей существования образующихся комплексов были построены диаграммы распределения комплексов и равновесной формы серебра (I) с альбендазолом от рН раствора

Вывод: С помощью окислительной функции были определены области существования и устойчивости константа образования мооядерного альбендазолатного комплекса серебра (I) с альбендазолом в уксусно-водных растворах имеющий наибольшее численное значения константы образования.

## Литература

1. Никольский Б.П. Оксредметрия / Б.П. Никольский., В.В.Пальчевский., А.А. Пендин, Х.М Якубов. Л.: Химия, 1975. 304 с.
2. Ёрмамадова С.Г. Синтез и исследовании серебра (I) с альбендазолом/ С.Г. Ёрмамадова., К.У.Байназарова., У. Раджабов // Международный научно-практический журнал ENDLESS LIGHT in SCIENCE. Алматы. Казахстан. 2022. С.116-119.

*Руководитель: д.х.н., проф.Раджабов У.Р.*

# ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ РАСТВОРИМОСТИ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА NADOLOL В ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ПРОЦЕССАХ

Вигурская Т.А (2 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Институт химии растворов Российской академии наук

Согласно литературе [1] надолол (NDL) относится к III классу биофармацевтических препаратов. В системе классификации BCS это соединение с хорошей растворимостью в воде и низкой проницаемостью.

В данной работе была определена растворимость надолола в буферных растворах, 1-октаноле и н-гексане. Растворимость соединения измеряли при шести температурах: 293.15 К, 298.15 К, 303.15 К, 308.15 К, 310.15 К и 313.15 К. При этом,  $T=298.15$  К является стандартным значением, а  $T=310.15$  К – температура характерная для здорового человека. Буферные растворы с pH 2.0 и pH 7.4 имитируют биологические жидкости различной кислотности, 1-октанол – липофильные участки кишечных мембран, а н-гексан – неполярные области (например, ткани мозга). Проникновение надолола в мозг имеет решающее значение учитывая его использование в качестве антидепрессанта.

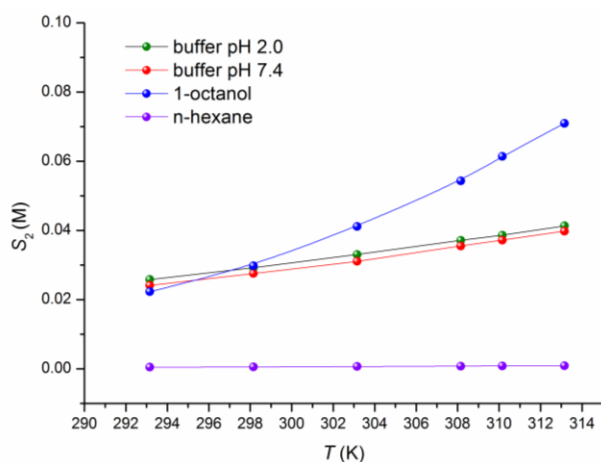


Рисунок 1 иллюстрирует температурные зависимости молярной растворимости. Были получены значения максимальной и минимальной растворимости NDL, соответственно, в октаноле и гексане. Результаты показали, что 1-октанол является хорошим растворителем для надолола. В отличие от этого,

растворимость в н-гексане низкая, вследствие того, что он может взаимодействовать с NDL только с помощью слабых сил Ван-дер-Ваальса. Незначительная разница между значениями растворимости при pH 2.0 и pH 7.4, скорее всего, обусловлена различным составом буферов.

## Литература:

V.E. Thiel-Demby, J.E. Humphreys, L.A. St. John Williams, H.M. Ellens, N. Shah, A.D. Ayrton, J.W. Polli, Biopharmaceutics Classification System: Validation and learnings of an in vitro permeability assay, Mol. Pharm. 6(1) (2009) 11–18.

Руководитель: к.х.н. Волкова Т.В, Симонова О.Р.

# ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ СОЛЬВАТАЦИИ АЛИФАТИЧЕСКИХ ДИПЕПТИДОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ

Громова Н.М. (4 курс)<sup>(1)</sup>, Межевой И.Н.<sup>(2)</sup>

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

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

Пептиды широко используются как модели биополимеров и кандидаты для синтеза эффективных синтетических антимикробных лекарственных препаратов. Многоатомные спирты моделируют гидрофильную наружную часть клеточной мембраны и интересны для изучения ввиду смешанного гидрофобно-гидрофильного поведения в растворах. «Сахарные» спирты находят широкое применение в виде стабилизирующих и безопасных добавок в пищевой и фармацевтической промышленности, как заменители сахарозы при заболеваниях диабетом.

Методом калориметрии растворения измерены интегральные энтальпии растворения  $\Delta_{\text{sol}}H^m$  некоторых алифатических пептидов в водных растворах глицерина, этиленгликоля, 1,2-пропиленгликоля, 1,3-пропиленгликоля, ксилита, D-сорбита и D-маннита. Рассчитанные энтальпийные коэффициенты парных взаимодействий  $h_{xy}$  дипептидов с молекулами многоатомных спиртов имеют положительные значения, за исключением системы с  $\beta$ -аланил- $\beta$ -аланином. В рамках классического модельного подхода о перекрывании гидратных оболочек взаимодействующих молекул обсуждены энтальпийные вклады в суммарный термохимический эффект растворения пептидов в водных растворах полиолов.

Полученные термодинамические параметры взаимодействия  $\Delta_{\text{tr}}H^0$ ,  $h_{xy}$  дипептидов с многоатомными спиртами зависят в значительной степени от характера межмолекулярного взаимодействия (ион-биполярные, водородные связи), гидратации (дегидратации) веществ и гидрофобных эффектов в трехкомпонентной системе. Экспериментально показано, что электростатические взаимодействия различной природы и водородные связи в трехкомпонентных системах способствуют гидрофобным взаимодействиям, что увеличивает эндотермичность растворения биомолекул. Обнаружено существенное влияние боковых неполярных алифатических групп на получаемые энтальпийные характеристики взаимодействия, что свидетельствует о возникающих дополнительных стерических факторах при взаимодействиях дипептидов с бинарным растворителем. Обсуждено влияние стереоизомерии молекул дипептидов и полиолов на процессы сольватации дипептидов органическим соразтворителем.

Руководитель: к.х.н., ст.н.с. Межевой И.Н.

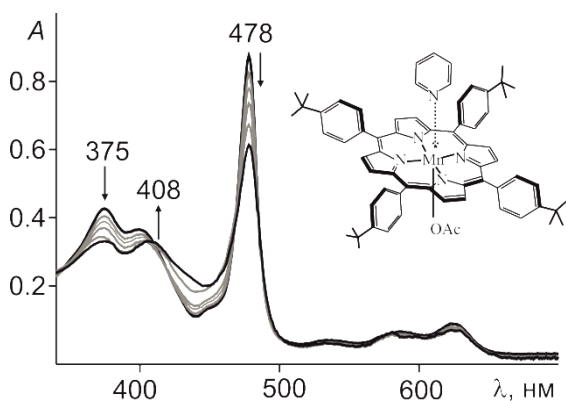
# КООРДИНАЦИЯ ПИРИДИНА ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНОВЫМИ КОМПЛЕКСАМИ МАРГАНЦА(III)

Елховикова А.А. (2 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Известно, что природные порфирины обычно имеют низкую симметрию и содержат полярные заместители, что затрудняет их изучение. Тетрафенилпорфирин и его металлокомплексы широко используются в качестве симметрично замещенных аналогов. В данной работе были синтезированы марганец(III)порфирины, содержащие в *мезо*-положениях фенильные ((AcO)MnTPP) и *трет*-бутилфенильные ((AcO)MnTBPP) группы и изучена их реакция с пиридином (Py), которая является модельной и позволяет получить системы близкие к природным.

(AcO)MnTPP и (AcO)MnTBPP были получены по реакции  $Mn(AcO)_2 \cdot 4H_2O$  с соответствующим порфирином в кипящем диметилформамиде. Комплексы были выделены и очищены колоночной хроматографией на  $Al_2O_3$ . Реакция донорно-акцепторного комплексообразования (AcO)MnTPP/(AcO)MnTBPP с пиридином была изучена спектрофотометрическим методом в толуоле. Координация Py



осуществляется посредством связывания атома N пиридина на атоме марганца и сопровождается смещением и изменением интенсивности основных полос поглощения хромофора в электронном спектре поглощения с сохранением изобестических точек (Рисунок). Значение тангенса угла наклона графической зависимости  $lgI - f(lgC_{Py})$  близкое к единице

свидетельствует об образовании донорно-акцепторных комплексов состава 1:1, структура которых подтверждена данными MALDI-TOF масс-спектрометрии и  $^1H$  ЯМР спектроскопии. Константы устойчивости донорно-акцепторных диад были рассчитаны по уравнению для трехкомпонентной равновесной системы и равны  $0.16 \pm 0.02$  л/моль для (AcO)(Py)MnTPP и  $0.22 \pm 0.03$  л/моль для (AcO)(Py)MnTBPP. Таким образом, введение *трет*-бутильных групп способствует небольшому увеличению устойчивости донорно-акцепторной диады.

Работа выполнена на оборудовании Центра коллективного пользования научным оборудованием "Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований".

Руководитель: к.х.н. Овченкова Е.Н.

# АКСИАЛЬНАЯ КООРДИНАЦИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ПУРИНА НА ГИДРОФИЛЬНЫХ ПОРФИРИНАТАХ СО(III) В БУФЕРНЫХ СРЕДАХ

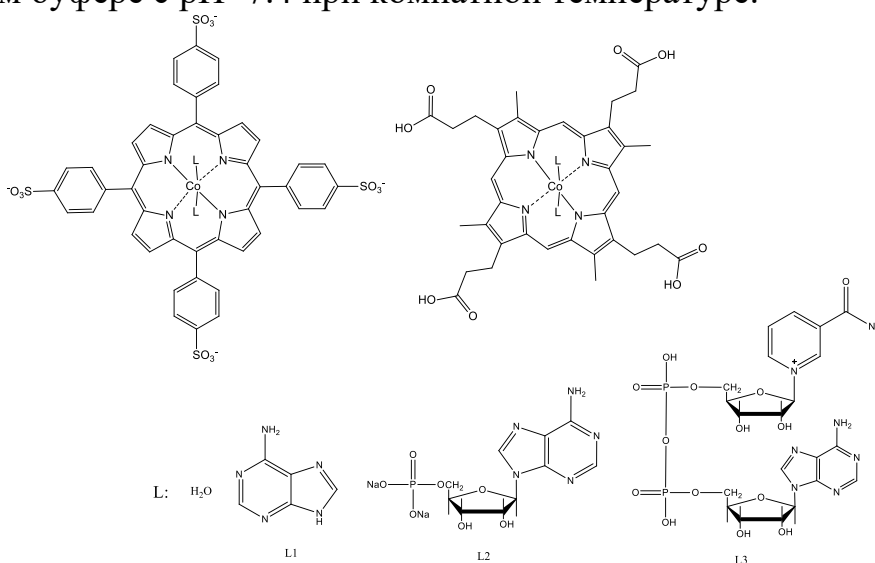
Иванова К.А.<sup>1,2</sup> (1 курс), Кайгородова Е.Ю.<sup>2</sup>

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

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

Молекулярное распознавание молекул органических и биологических субстратов металлопорфиринами основано на образовании комплексов рецептор-субстрат по меньшей мере за счёт двух межмолекулярных связей. Многоцентровое связывание возможно в случае компланарности функциональных групп субстрата и рецептора. Для применения принципов молекулярного распознавания необходимо наличие определенных функциональных групп с фиксированным расположением реакционных центров в пространстве.

Методом спектрофотометрического титрования изучены процессы комплексообразования 5,10,15,20-тетра(4-сульфонатофенил)порфирина кобальта(III) и копропорфирината I кобальта(III) с аденином (L1), аденозин Б-монофосфатом (L2) и никотинамид аденин динуклеотидом (L3) в фосфатном буфере с pH=7.4 при комнатной температуре.



Определены константы устойчивости соответствующих комплексов и концентрационные интервалы их образования. Обсуждается влияние наличия в порфириновом макроцикле карбоксильных и сульфогрупп на способность образовывать аксиальные комплексы за счет двуцентрового связывания, и как следствие, возможности к молекулярному распознаванию.

Руководитель: д.х.н., Мамардашвили Г.М.



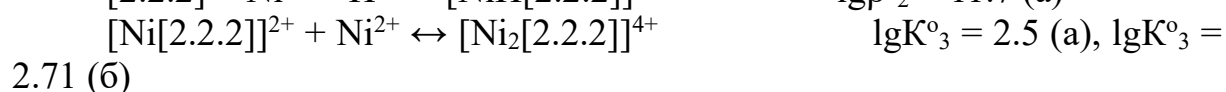
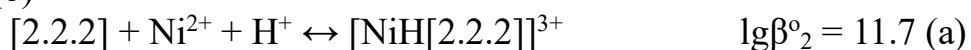
## СТРУКТУРА И КОНСТАНТЫ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ $\text{Ni}^{2+}$ С КРИПТАНДОМ[2.2.2]

Католикова А.С., (2 курс) Погодина Е.И.

Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Иваново, Россия

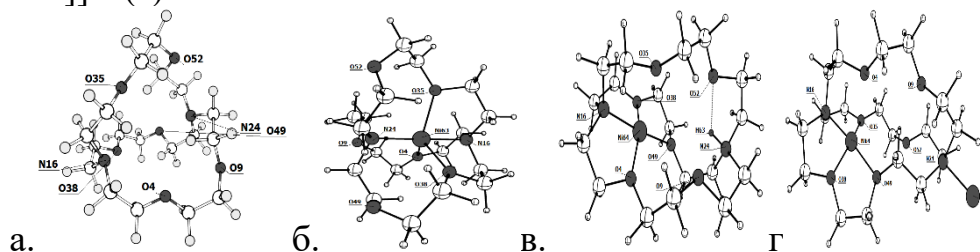
E-mail: [katolikova17@mail.ru](mailto:katolikova17@mail.ru)

Криптанд[2.2.2] - объёмный лиганд, способный образовывать комплексы с ионами металлов. Литературные значения констант устойчивости моноядерного комплекса  $\text{Ni}^{2+}$  с криптандом[2.2.2] в водном растворе значительно отличаются друг от друга ( $\lg K_1 \leq 3.5$  ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $\mu = 0.1(\text{Et}_4\text{NClO}_4)$  [1]),  $\lg K_1 = 4.4$  ( $T = 298 \text{ K}$ ,  $\mu = 0.05 ((\text{CH}_3)_4\text{NClO}_4)$  [2]). Сведений о наличии в растворе иных форм криптатов никеля(II) в литературе не обнаружено. В данной работе потенциометрическим (а) и спектрофотометрическим (б) методами при  $T = 298 \text{ K}$  и  $\mu \rightarrow 0$  в водном растворе определены константы устойчивости моноядерного, протонированного и биядерного комплексов  $\text{Ni}^{2+}$  с криптандом[2.2.2]:



Структура криптатных комплексов никеля(II) установлена посредством квантово-химических расчетов *in vacuo*.

Рисунок 1. Оптимизированные геометрические модели *in vacuo* свободного криптанда[2.2.2] (а),  $[\text{Ni}[2.2.2]]^{2+}$  (б),  $[\text{NiH}[2.2.2]]^{3+}$  (в),  $[\text{Ni}_2[2.2.2]]^{4+}$  (г).



### Литература:

1. Amaud-Neu F., Spiess B., Schwing-Weill M. J. / *Helv. Chim. Acta*. 1977. V. 60. № 8. P.263
2. Buschman H-J., Cleve E., Schollmeyer E. // *J. Coord. Chem*. 1997. V. 42. P. 127.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Исаева В.А

# ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ РАВНОВЕСИЙ ГИДРАЗОНА ПИРИДОКСАЛЬ-5'-ФОСФАТА И L-ТИРОЗИНА В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Крайнева О.Д. (2 курс), Хамдуш С.М. (10 класс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Важную роль в живых организмах играют координационные равновесия в растворах. Их изучение позволяет совершенствовать разработку средств борьбы с некоторыми заболеваниями человека, а также регуляцию ряда биохимических процессов. В качестве примера такого равновесия можно привести комплексообразование гидразонов, содержащих остаток пиридоксаль-5'-фосфата, с ионами d-металлов.

В растворах процессы комплексообразования и кислотно-основного взаимодействия часто являются конкурирующими. Количество и расположение в молекуле гидразона присоединенных протонов значительно влияет на его способность присоединять ионы металлов. В связи с этим, перед исследованием координационных равновесий (то есть устойчивости образующихся комплексов) необходимо изучить кислотно-основные свойства лиганда.

В нашей работе определены константы протолитических равновесий в водном растворе гидразона пиридоксаль-5'-фосфата и L-тирозина.

Константы протолитических равновесий определялись методом потенциометрического титрования с индикаторным стеклянным электродом и с хлорсеребряным электродом сравнения. Потенциометрическая ячейка объемом 20 мл содержала раствор гидразона с концентрацией 0,001 моль/л, частично или полностью нейтрализованный NaOH. В качестве титранта использовался раствор хлорной кислоты. Измерения разности потенциалов проводились с точностью  $\pm 0.1$  мВ при ионной силе близкой к нулю и температуре  $25.0 \pm 0.1$  °C. Работоспособность электродной системы проверялась по стандартным буферным растворам (pH = 1.68 – 12.50).

Определение констант протолитических равновесий проводилось в интервале pH от 3 до 13. В этом диапазоне возможны следующие равновесия:  $H^+ + L^{3-} \rightleftharpoons HL^{2-}$ ,  $2H^+ + L^{3-} \rightleftharpoons H_2L^-$ ,  $3H^+ + L^{3-} \rightleftharpoons H_3L$  (где L – депротонированный по трем ступеням гидразон).

Полученные логарифмы констант протолитических равновесий:  $\lg\beta_1=9,47$ ;  $\lg\beta_2=16,41$ ;  $\lg\beta_3=21,9$ . Значения констант согласуются с константами других гидразонов пиридоксаль-5'-фосфата [1].

Литература:

1) G.A. Gamov, A.N. Meshkov, M.N. Zavalishin et. al. // Journal of Molecular Liquids. 2020. Vol. 305. P. 112822.

*Руководитель: к.х.н., доц. Граждан К.В.*

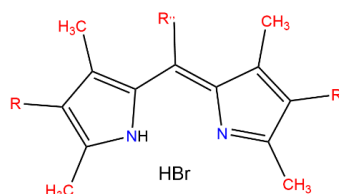
# ХРОМО-ФЛУОРОГЕННЫЕ РАТИОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗОНДЫ НА ОСНОВЕ ЛИГАНДОВ ДИПИРРОМЕТЕНОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КАТИОНОВ $Zn^{2+}$

Красовская З.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Лиганды дипиррометенов (HL) способны координироваться ионами цинка, образуя устойчивые внутримолекулярные хелатные комплексы  $[ZnL_2]$ . Реакции комплексообразования сопровождаются яркими колористическими и спектральными откликами.

В работе исследуется эффективность координационных взаимодействий  $Zn(AcO)_2$  с серией дипиррометеновых лигандов (**1–8**) с алкильными и арильными заместителями в пиррольных кольцах и мезо-спейсере:



R, R' = H (**1**), CH<sub>3</sub> (**2**), C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (**3**), C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (**4**), C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> (**5**), C<sub>5</sub>H<sub>11</sub> (**6**), CH<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> (**7**); R'' = C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> (**8**).

Значения логарифмов термодинамических констант ( $\lg K^0$ ) комплексообразования  $Zn(AcO)_2$  с **1–8** в ДМФА укладываются в диапазон от 6.4 до 10.9 в зависимости от природы и числа периферийных заместителей в молекуле красителя. За исключением соединения **8**, реакции лигандов **1–7** с ацетатом  $Zn(II)$  сопровождаются ~100-кратным разгоранием флуоресценции. Чувствительность флуоресцентного определения  $Zn^{2+}$  с применением **1–7** в ДМФА варьируется от  $2 \cdot 10^{-8}$  до  $7 \cdot 10^{-10}$  моль/л.

Для количественной оценки содержания ионов  $Zn^{2+}$  в водных средах в качестве наиболее чувствительного зонда выбран дипиррометен **2** и изучены его хемосенсорные характеристики в среде ДМСО/Н<sub>2</sub>O (9/1).

Для оценки возможности практического применения дипиррометена **2** протестированы пробы воды из нескольких источников и получены калибровочные зависимости для определения микроколичеств  $Zn^{2+}$ . На основе целлюлозных тест-полосок, допированных дипиррометеном, разработаны индикаторные тест-системы для экспресс-анализа  $Zn^{2+}$  в воде по изменению их цвета с желтого на красный.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда: грант No 23-23-10017.

*Руководитель: к.х.н., научный сотрудник Бумагина Н.А.*

## КОНСТАНТЫ УСТОЙЧИВОСТИ НИКЕЛЯ (II) С 18-КРАУН-6 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ЭТАНОЛА

Крюкова Ольга Валерьевна (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Создание новых высокоселективных катализаторов на основе применения в катализе принципов супрамолекулярной химии актуально. Краун-эфиры образуют селективно устойчивые комплексы с катионами металлов, т.е. могут образовать комплексы катализатора с субстратом типа «гость-хозяин» за счет ван-дер-ваальсовых взаимодействий и водородных связей, что позволяет использовать их в межфазном катализе.

Определение термодинамических параметров образования комплексов краун-эфира с ионами металлов является необходимым этапом исследования каталитической активности данных соединений.

Данная работа является частью проекта по изучению физико-химических аспектов увеличения каталитической активности  $\gamma$ -алюмооксидного носителя за счет его модификации координационными соединениями ионов никеля (II) и серебра (I) с S-, N-, и O- донорными лигандами. В связи с этим задачей исследования является определение константы устойчивости комплекса никеля (II) с 18-краун-6 в водных растворах этанола различного состава методом УФ-спектрофотометрии.

Измерения проводили на УФ-спектрофотометре Shimadzu UV-1800. В стандартную кварцевую кювету (10 мм) помещали 2 мл раствора нитрата никеля (II) с концентрацией 0,13-0,15 моль/л. В качестве титранта использовали раствор 18-краун-6 ( $C=0,30-0,40$  моль/л). Подбор концентрационных условий эксперимента, расчет констант равновесия проводили с применением программного продукта KEV [1].

Полученные значения константы устойчивости согласуются с литературными [2]. С увеличением концентрации этанола наблюдается тенденция к уменьшению устойчивости комплексной частицы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-23-00526, <https://rscf.ru/project/23-23-00526/>

Литература:

- 1) Meshkov, A. N. KEV: A free software for calculating the equilibrium composition and determining the equilibrium constants using UV–Vis and potentiometric data / A. N. Meshkov, G. A. Gamov // Talanta – 2019. – V. 198. – P. 200-205.
- 2) Ijeri, V. S. The Complexation Behaviour of Crown Ethers with Some Divalent Transition Metal and Silver Ions in a 40%(v/v) Ethanol/Water Medium / V. S. Ijeri, A. K. Srivastava // European Journal of Inorganic Chemistry – 2001. – I. 4. – P. 943-947.

*Руководитель: к.х.н., Куранова Н.Н.*

## КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ 2-ГИДРОСИПРОПИЛ- $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНА С ЭЛЛАГОВОЙ КИСЛОТОЙ

Кушнир Р.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

На сегодняшний день существует значительный исследовательский интерес к природным соединениям растительного происхождения, в частности, к полифенолам. Различные эпидемиологические исследования показывают защитную роль полифенолов против таких заболеваний, как диабет, рак, сердечно-сосудистые и нейродегенеративные заболевания.

Эллаговая кислота (ЭК) относится к полифенолам и является потенциальным токсином, способным препятствовать росту патогенных микроорганизмов. ЭК характеризуется низкой растворимостью как в воде, так и в неводных растворителях. Увеличить растворимость можно путём получения супрамолекулярных комплексов с циклодекстринами (ЦД).

ЦД известны как объекты супрамолекулярной химии, используемые в качестве молекулярных контейнеров при инкапсуляции лекарственных препаратов. Образование комплексов включения типа «гость-хозяин» дает возможность направленно изменять свойства лекарственных средств и создавать конструкции с необходимыми фармакокинетическими и терапевтическими свойствами. Являясь эффективными солубилизаторами гидрофобных молекул, сами ЦД имеют относительно небольшую растворимость в воде. Проблема увеличения растворимости может быть решена путем химических модификаций ЦД, то есть замещение гидроксильных групп на заместители типа гидроксипропил-, сульфобутилэфирную или глюкозильную группу.

В связи с этим, в настоящей работе был проведен анализ эффективности образования комплекса включения эллаговой кислоты с 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрином в воде и водно-этанольных растворителях. Методом фазовой растворимости исследовано влияние изменения концентрации ЦД на растворимость эллаговой кислоты в воде и водно-этанольных растворителях. Результаты показали, что в растворителе с объемным содержанием EtOH 20% выход молекулярного комплекса эллаговой кислоты с 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрином максимален и составляет 46%. Растворимость ЭК в результате комплексообразования увеличилась в 3,2 раза.

*Работа выполнена в ИТТ ВАНТ, Ханой, Вьетнам, при поддержке стипендии Президента РФ студентам и аспирантам для обучения за рубежом (2022/23).*

*Руководители: к.х.н., Фам Тхи Лан (ИТТ ВАНТ)  
д.х.н., доцент. Усачева Т.Р.*

# ХЕМОСЕНСОР НА ИОНЫ $\text{Cu}^{2+}$ НА ОСНОВЕ ГИДРАЗОНА ФЛУОРЕСЦЕИНА И ВИТАМИНА $\text{B}_6$ В РАСТВОРЕ

Никитин Г.А. (2 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Ионы меди(II) играют важную роль в жизни человека, в организме, в быту, а также промышленности. Медь-содержащие ферменты, в том числе, церулоплазмин, участвуют в метаболизме ионов железа. Однако её избыток приводит к дисфункции легких, поражению костей, почечной недостаточности, гипертонии, язве желудка, сердечно-сосудистых и нервных расстройств. Поэтому разработка сенсоров, обнаруживающих  $\text{Cu}^{2+}$  ионы в природных водах и биологических образцах, является актуальной задачей мониторинга окружающей среды.

Целью настоящей работы является синтез хемосенсора на основе гидразона пиридоксаль-5-фосфата и флуоресцеина (хемосенсор **L**), определение сенсорных свойств на ионы  $\text{Cu}^{2+}$ . Вещество было получено из эквимольных количеств пиридоксаль-5-фосфата и гидразида флуоресцеина в смеси  $\text{H}_2\text{O}/\text{EtOH}$ , 1:1 (v:v). Строение хемосенсора подтверждено методами FT-IR,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  ЯМР и MALDI TOF масс-спектрометрии. Хемосенсор **L** селективно усиливает флуоресценцию и изменяет окраску раствора с бесцветной до малиновой в присутствии  $\text{Cu}^{2+}$  ионов в растворе MeCN/Tris-HCl pH=7,4, 9:1 (v:v) (рис. 1).

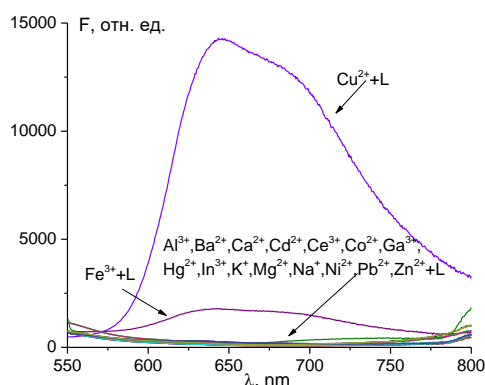


Рис. 1 - Флуоресцентные спектры хемосенсора **L** (50  $\mu\text{M}$ ) с различными катионами (50  $\mu\text{M}$ ) в растворе MeCN/Tris-HCl pH=7,4 9:1.

Установлено, что ионы  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  не являются интерферирующими катионами для количественного и качественного определения ионов меди в растворе при одновременном присутствии двух катионов в равной концентрации. Сенсор успешно протестирован на определение ионов меди в тестовых образцах в растворе.

Руководитель: к.х.н., н.с. Завалишин М.Н.

## **ПОДБОР РАСТВОРИТЕЛЯ СРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФИРА ДИБЕНЗО-18- КРАУН-6 В СМЕШАННЫХ ВОДНО- ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ**

Перова С.О. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Если вещество должно распределяться, то нужно искать систему растворителей с ограниченной смешиваемостью компонентов, в обеих фазах которой распределяемое вещество растворяется в различной степени. Чем сильнее отличаются два растворителя по химической природе, тем обычно шире интервал, в котором эти растворители не смешиваются.

В данном исследовании в качестве растворителя сравнения был выбран гексан. В ходе эксперимента проводилось смешение воды (диметилсульфоксида) с гексаном в герметичной ячейке, снабжённой водяной рубашкой. Ячейка помещалась в термостатируемый бокс. Вода в рубашку ячейки и змеевик бокса нагнеталась из термостата и обеспечивала поддержание заданной температуры в реакционном объёме (25 °С). Перемешивание раствора в ячейке продолжалось в течение 8 часов. После отстаивания в течение 15 часов отбирали пробу нижнего слоя (вода/диметилсульфоксид) и верхнего слоя (гексан) гетерогенной системы, для которых определяли показатели преломления. Для этих целей использовали рефрактометр ИРФ-454 Б2М.

Установлено, что показатели преломления растворителей (H<sub>2</sub>O, DMSO, Hex) до и после смешения в пределах погрешности эксперимента не изменяются. Это свидетельствует о том, что вода и диметилсульфоксид не смешиваются с гексаном. Следовательно, гексан может быть использован в качестве растворителя сравнения при определении коэффициентов распределения эфира дибензо-18-краун-6 в смешанных водно-диметилсульфоксидных растворителях.

*Руководитель: Кузьмина И.А., к.х.н., доцент*

# КООРДИНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНА С АМИКИСЛОТНЫМИ ГРУППАМИ НА ПЕРИФЕРИИ МАКРОЦИКЛА

Плотникова А.О., Хрушкова Ю.В. (2 курс аспирантуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Химическая функционализация молекулы тетрафенилпорфирина за счет присоединения одной или нескольких биомолекул может обеспечить проникновение молекулы порфирина через клеточную мембрану, что является перспективным направлением для проведения исследований с этими соединениями.

В данной работе изучено влияние аминокислотных фрагментов на спектральные и комплексообразующие (с ацетатами  $Zn(II)$  и  $Cu(II)$ ) свойства несимметрично-замещённых производных 5,10,15,20-тетрафенилпорфирина: 5-(4'-аминофенил)-10,15,20-трифенилпорфина (**H<sub>2</sub>P1**), 5-(4'-глицинациламино-фенил)-10,15,20-трифенил-порфина (**H<sub>2</sub>P2**), 5-(4'-тирозинил-амидофенил)-10,15,20-трифенилпорфина (**H<sub>2</sub>P3**), 5-(4'-N-третбутоксикарбонилглицин-аминофенил)-10,15,20-трифенилпорфина (**H<sub>2</sub>P4**), 5-(4'-N-третбутоксикарбонилтирозинил-амидофенил)-10,15,20-трифенилпорфин (**H<sub>2</sub>P5**) в уксусной кислоте при 291-308K, определены кинетические параметры реакций образования их цинковых и медных комплексов.

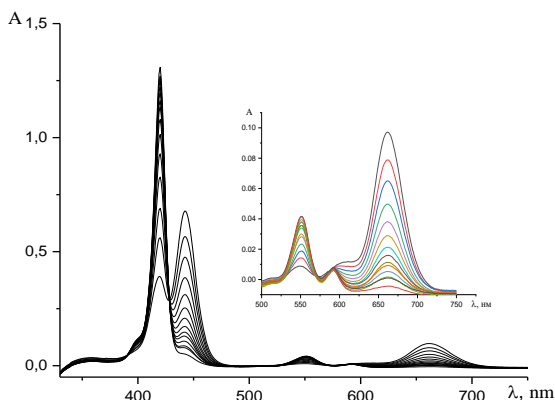


Рисунок 1. Изменение ЭСП (**H<sub>2</sub>P4**) в ходе реакции координации: ацетатом цинка, ( $C_{H_2P1} 5.08 \cdot 10^{-5}$  моль/л,  $\lambda$  661 нм,  $C_{Zn(OAc)_2} 1.45 \cdot 10^{-3}$  моль/л).

Для всех четырех систем наблюдалась корреляционная зависимость констант комплексообразования с сигма константами Гаммета. Было установлено, что в протонодонорном растворителе (уксусная кислота) исследованные лиганды образовывали цинковые и медные комплексы со скоростями, укладывающиеся в следующие ряды (по возрастанию):  $ZnP2 > ZnP4 > ZnP1 > ZnP3 > ZnP5$  и  $CuP2 > CuP4 \sim CuP3 > CuP1 \sim CuP5$ . Данная последовательность находится в хорошем согласии с изменением основности исследованных лигандов.

Руководитель: д.х.н., проф. Пуховская С.Г.



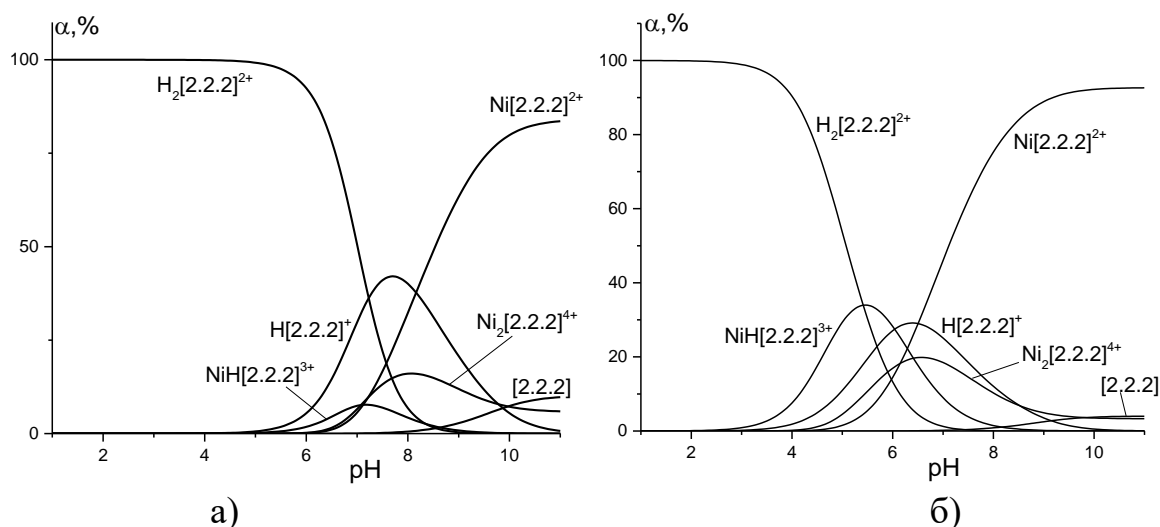
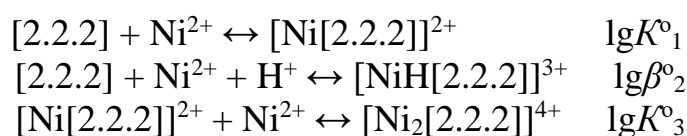
# КООРДИНАЦИОННЫЕ РАВНОВЕСИЯ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ(II) С КРИПТАНДОМ[2.2.2] В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ЭТАНОЛА

Погодина Е.И. (3 курс), Католикова А.С. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Криптандалы – объемные макроциклические мультидентантные лиганды с узловыми атомами азота или углерода и донорными атомами кислорода, серы или азота в составе циклов.

В работе потенциометрическим методом при  $T=298\text{ K}$  и ионной силе  $\mu \rightarrow 0$  определены константы устойчивости моноядерного, биядерного и протонированного комплексов никеля(II) с криптандом[2.2.2] в водно-этанольных растворах с переменной концентрацией органического соразтворителя.



*Рисунок 1.* Диаграммы долевого распределения частиц в зависимости от pH при мольном соотношении  $\text{Ni}^{2+}$  : криптандал[2.2.2] равном 1:1 в водном растворе (а) и водно-этанольном растворе ( $X_{\text{EtOH}} = 0.5$  мол. д.) (б).

Установлено, что в водно-этанольных растворах увеличение концентрации спирта способствует повышению устойчивости комплексов никеля(II) с криптандалом[2.2.2]. Прирост констант устойчивости комплексов в диапазоне составов растворителя  $0.0 \div 0.5$  мол.долей этанола составил:  $\Delta \lg K^{\circ}_1 = 1.2, \Delta \lg \beta^{\circ}_1 = 0.4, \Delta \lg K^{\circ}_3 = 0.5$ .

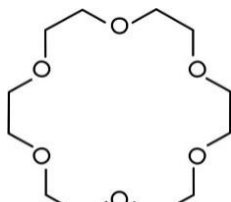
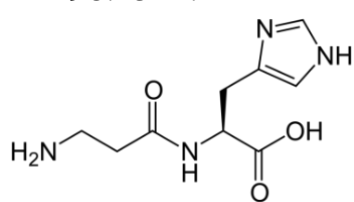
*Руководитель: к.х.н., доц. Исаева В.А.*

# ТЕРМОДИНАМИКА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ 18-КРАУН-6 С L-КАРНОЗИНОМ В ВОДЕ И В РАСТВОРИТЕЛЕ ВОДА-ЭТАНОЛ

Сатурина Е.В. (2 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В данной работе методом изотермической калориметрии титрования изучены реакции молекулярного связывания L-карнозина (L-Carn) с краун-эфиром в воде и в растворителе вода-этанол состава 0.1 мол.д. этанола при  $T = 298.15$  К.



18-краун-6

L-Carn - дипептид, состоящий из остатков аминокислот  $\beta$ -аланина и гистидина. 18-Краун-6 (18K6) относится к классу краун-эфиров.

## L- карнозин

Термохимические измерения выполнены на калориметре ТАМ III (TA Instruments) при  $T = 298.15$  К. Для водных растворов получены следующие термодинамические параметры:  $\lg K = 0.7$ ;  $\Delta G = -4.0$  кДж/моль,  $\Delta H = -2.9$  кДж/моль,  $T\Delta S = 1.1$  кДж/моль. Ранее [1] для образования комплекса 18K6 с L-аланином в воде были получены следующие значения:  $\lg K = 0.32$ ;  $\Delta G = -1.8$  кДж/моль,  $\Delta H = -7.7$  кДж/моль,  $T\Delta S = -5.9$  кДж/моль. Таким образом, наличие в структуре L-Carn гистидинового фрагмента приводит к повышению устойчивости молекулярного комплекса L-Carn с 18K6 и уменьшению экзотермичности комплексообразования.

В растворителе вода-этанол, согласно калориметрическим данным, не установлено образование молекулярного комплекса при данных условиях проведения эксперимента. Об этом свидетельствует линейная зависимость суммарного тепловыделения от концентрации добавляемого в ячейку 18K6, характерная для эффектов слабых молекулярных взаимодействий 18K6 с L-carn. Ранее при исследовании комплексообразования 18K6 с аминокислотами в водно-этанольных растворителях наблюдалось увеличение устойчивости молекулярных комплексов и повышение экзотермичности реакций их образования с ростом содержания этанола в воде, связанные с десольватацией реагентов [1]. Вероятно противоположное влияние добавок EtOH на реакцию образования комплекса [18K6 L-carn], связано с усилением сольватации L-carn.

## Литература:

[1]. Т.Р. Усачева, В.А. Шарнин // Известия Академии наук. Серия химическая. - 2015. - № 11. - С. 2536-2544

Руководитель: д.х.н., доц. Усачева Т.Р.

## ПРОЦЕСС МИГРАЦИИ ИОНОВ СВИНЦА (Pb) В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ

Алистер Д.А., Смирнова Е.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Выделение тяжелых металлов из почв и уменьшение токсического их действия на растения является на настоящий момент актуальной проблемой.

Использование бензойной кислоты (ВА) в составе удобрений представляется, на наш взгляд, перспективным благодаря её обеззараживающим свойствам и способностью к образованию комплексов с ионами тяжелых металлов.

Целью настоящего исследования являлось установление взаимосвязи между произрастанием растений на загрязнённых тяжёлыми металлами почвах и влиянием бензойной кислоты на повышение их жизнеустойчивости.

Доставку бензойной кислоты непосредственно к корням растений можно осуществить с помощью наночастиц. Такой способ имеет много общего с системами доставки лекарственных препаратов. В качестве «наноконтейнера» в данной работе использован  $\beta$ -циклодекстрин ( $\beta$ -CD), характеризующийся наличием гидрофобной полости.

В емкости с одинаковой массой почвы и стандартизированной рассадой исследуемых растений (овёс посевной) вносили отдельно растворы нитратов свинца в таком количестве, чтобы содержание металлов в почве составляло 0, 1, 4 и 8 ПДК (ПДК<sub>п</sub> (Pb<sup>2+</sup>) = 32 мг/кг). Также в почву вносились определенной концентрации бензойная кислота (0,0025 моль/л) и  $\beta$ -циклодекстрин (0,0176 моль/л). Подготовка образцов на анализ осуществлялась по методике мокрого озоления. Концентрацию свинца в полученных растворах определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии. Результаты исследования приведены в таблице.

**Таблица.** Содержание свинца в растительных образцах.

Образец	8 ПДК свинца	8 ПДК свинца + ВА, I серия	8 ПДК свинца + ВА, II серия	8 ПДК свинца + ВА + $\beta$ -CD, I серия	8 ПДК свинца + ВА + $\beta$ -CD, II серия
X, мг/кг	409.03	260.97	285.26	286.43	167.07

Результаты исследования свидетельствуют о снижении количества свинца в растениях при добавлении в почву бензойной кислоты или её комплекса с  $\beta$ -CD. Можно сделать вывод о том, что бензойная кислота образует комплексы со свинцом, препятствуя его миграции в растения.

*Руководители: к.х.н. Гущина А.С., д.х.н. Усачева Т.Р.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ Ni(II) С ЭФИРОМ 18-КРАУН-6 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Сучкова К.Е.<sup>\*</sup>, Гусев А.А.<sup>\*\*</sup> (\*1 и \*\*2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Краун-эфиры – это макроциклические молекулы, способные селективно образовывать координационные соединения с ионами металлов [1]. Никель традиционно является эффективным катализатором, используется для производства нержавеющей стали, антикоррозионных покрытий, производства аккумуляторов.

*Цель данной работы* – методом изотермической калориметрии титрования определить термодинамические параметры реакции комплексообразования иона никеля (II) с 18-краун-6 (18К6) в водных растворах при  $T = 298.15$  К.

В данной работе калориметрические эксперименты были выполнены на изотермическом калориметре ТАМ III. В литературе приведены только значения константы устойчивости комплекса Ni(II) с 18К6 в воде,  $\lg K = 1.60 \pm 0.30$  [1]. Нами впервые методом изотермической калориметрии титрования получены термодинамические параметры реакции образования комплекса  $[Ni18K6]^{2+}$ :  $\Delta_r H = -4.78$  кДж/моль,  $T\Delta_r S = 4.35$  кДж/моль. Значение изменения энтальпии комплексообразования было рассчитано по программе HEAT [2]. Величина  $T\Delta_r S$  рассчитана из уравнения:  $\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S$ , в котором  $\Delta_r G = -2.303RT \lg K = -9.19$  кДж/моль.

Критерием самопроизвольного течения реакции является уменьшение свободной энергии Гиббса, т.е.  $\Delta_r G < 0$ . Энтروпийная составляющая изменения энергии Гиббса реакции образования комплекса  $[Ni18K6]^{2+}$  положительна. Реакция комплексообразования экзотермическая ( $\Delta_r H < 0$ ). Таким образом, энтальпийная и энтропийная составляющие изменения энергии Гиббса реакции способствуют самопроизвольному течению реакции.

«Исследование выполнено за счет гранта *Российского научного фонда* № 23-23-00526, <https://rscf.ru/project/23-23-00526/>».

## Литература:

- 1) Хираока М. Краун-соединения. Свойства и применения. М.: Мир. 1986. 363 стр.;
- 2) Бородин, В.А. Обработка результатов калориметрических измерений на ЭЦВМ при изучении сложных равновесий в растворах / В.А. Бородин, Е.В. Козловский, В.П. Васильев // Журн. неорг. химии. – 1982. – Т. 27. – №. 9. – С. 2169-2172.

*Руководитель: к.х.н., ст. преп. Кабиров Д.Н.*

# ОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ Au<sup>3+</sup> С ГИДРАЗОНАМИ ПИРИДОКСАЛЬ-5-ФОСФАТА В ВОДЕ

Яруллин Д.Н. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

На данный момент соединения золота(I) и золота(III) рассматриваются как перспективные препараты для борьбы с бактериальными инфекциями и онкологическими заболеваниями. Представляет интерес расширение области возможного применения соединений золота(III) и на терапию заболеваний, вызванных патогенными микроорганизмами. Для разработки новых антибактериальных средств на основе комплексов Au<sup>3+</sup> необходимо в первую очередь изучить их устойчивость в водном растворе. В настоящей работе описываются результаты исследования комплексообразования золота(III) с пятью гидразонами, которые являются производными известного биологически активного соединения пиридоксаль-5-фосфата - одной из альдегидных форм витамина B<sub>6</sub>.

Состав образующихся комплексов и их константы устойчивости определены методом спектрофотометрического титрования (табл.).

Таблица. Константы устойчивости комплексных соединений золота(III) с гидразонами, производными пиридоксаль-5-фосфата при T = 298.2 K, I ~ 0

Гидразон <sup>1</sup>	PLP-INH	PLP-F2H	PLP-F3H	PLP-T2H	PLP-T3H
logβ(AuL)	11.2±0.5	12.4±0.9	12.0±0.5	13.1±0.8	12.5±1.0
logβ(AuHL)	17.8±0.8	18.5±0.6	18.6±0.6	20.3±0.6	18.4±0.3
logβ(AuH <sub>2</sub> L)	23.7±0.9	24.1±0.7	24.7±0.7	26.0±0.5	24.2±0.2
log K <sub>a1</sub>	6.6±0.9	6.1±1.1	6.6±0.8	7.2±1.0	5.9±1.0
log K <sub>a2</sub>	5.9±1.2	5.6±0.9	6.1±0.9	5.7±0.8	5.8±0.4
log K <sub>f1</sub>	6.4±0.9	7.1±0.6	7.2±0.6	8.8±0.6	6.9±1.0
log K <sub>f2</sub>	4.1±0.9	4.4±0.7	5.0±0.8	6.2±0.7	4.9±0.4

<sup>1</sup>Гидразоны, производные пиридоксаль-5-фосфата (PLP) и изониазида (INH), 2-фурилгидразида (F2H), 2-метил-3-фурилгидразида (F3H), тиафен-2-карбогидразида (T2H), тиафен-3-карбогидразида (T3H)

Из диаграмм распределения следует, что комплексы золота(III) сохраняют свою стабильность при физиологическом значении pH. Результаты исследования могут быть полезны в будущих работах, направленных на изучение взаимодействия комплексов золота(III) с биомакромолекулами.

*Работа выполнена при поддержке РНФ (проект 22-73-10009, <https://rscf.ru/project/22-73-10009>).*

*Руководитель: к.х.н., с.н.с. Гамов Г.А.*

**Секция 7. Актуальные исследования и  
современные разработки в области химической  
технологии неорганических веществ и материалов**

## ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИОННЫХ И КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРА СИНТЕЗА МЕТАНОЛА МЕТОДОМ ТПД

Севергина Е.С., Курникова А.А., Борисова Т.Н., Ржаницына О.Ф.  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В химической промышленности метанол используется в производстве формальдегида, ароматических соединений, этилена, уксусной кислоты и других химических продуктов [1]. Важную роль в катализе играют адсорбционные и реакционные свойства, обусловленные основными центрами на поверхности используемых катализаторов.

Цель работы: изучение физико-химических свойств катализатора ММ с помощью методов термопрограммируемой десорбции  $\text{CO}_2$ .

В ходе работы показаны закономерности изменения основных свойств катализатора ММ, при обработке которых получены данные по значениям энергии активации и произведен расчет количества центров. Установлено, что температурные максимумы, снятые при разных скоростях нагрева спектров, расположены:  $T_1(10^\circ\text{C}/\text{мин}) = 75^\circ\text{C}$ ,  $T_2(15^\circ\text{C}/\text{мин}) = 80^\circ\text{C}$ ,  $T_3(20^\circ\text{C}/\text{мин}) = 82^\circ\text{C}$ ,  $T_4(25^\circ\text{C}/\text{мин}) = 84^\circ\text{C}$ ,  $T_5(30^\circ\text{C}/\text{мин}) = 89^\circ\text{C}$ . Используя координаты Киссенджера, получена линейная зависимость, где с помощью тангенса угла наклона рассчитана энергия активации процесса адсорбции диоксида углерода –  $80,38 \text{ кДж/моль}$ . Величина общей основности при разных скоростях нагрева для катализатора меняется незначительно и лежит в пределах  $1,5 \cdot 10^{18} \text{ ед/м}^2$ .

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №21-73-10210, <https://rscf.ru/project/21-73-10210/>*

Литература:

1) Zangeneh F.T., Sahebdehfar S., Ravanchi M.T. Conversion of carbon dioxide to valuable petrochemicals: An approach to clean development mechanism // Journal of Natural Gas Chemistry. – 2011. – V. 20. – N 3. – P. 219-231

*Руководитель: к.т.н., с.н.с., Румянцев Р.Н.*

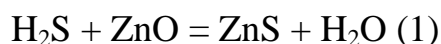
# СИНТЕЗ ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Верес К.А. (аспирант 1-го года обучения), Усов В.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Свойства наноструктурированных оксидов металлов существенно зависят от способа и условий их образования, что побуждает искать новые методы управляемого синтеза. В промышленности наиболее часто используется метод осаждения, однако он обладает рядом существенных недостатков: многоступенчатый характер, образование большого количества сточных вод и большой расход реагентов. Преимущество механохимического метода заключается в том, что он позволяет легко добиться максимальной степени измельчения. Кроме того, новые материалы и фазы могут быть получены путем варьирования режимов обработки или дисперсионной среды.

В данной работе изучались характеристики механоактивированной системы ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Установлено влияние содержания  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и времени МА на дисперсность, удельную поверхность и сероемкость лабораторных образцов. Содержание серы в отработанном поглотителе определяли методом йодометрического титрования. Оксид цинка реагирует с сероводородом по реакции:



Оксид алюминия применялся в качестве текстурного промотора, для увеличения дисперсности и механической прочности системы. Его содержание в образцах варьировалось от 0 до 30 % мас.

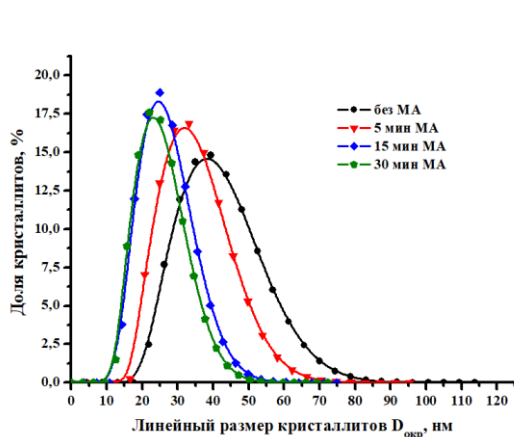


Рис.1. Кривые распределения областей когерентного рассеяния для образцов ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

В докладе будут представлены результаты исследования каталитических и сорбционных свойств системы ZnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Руководитель: д.т.н., проф. Ильин А.А.

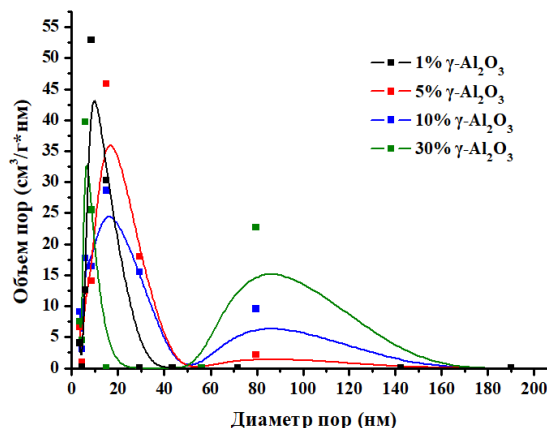


Рис.2. Распределение пор по размеру для образцов поглотителя при времени МА = 30 мин.



## КИСЛОТНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ВАНАДИЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Гавва М. А. (1 курс магистратуры)

*Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева*

При производстве серной кислоты неизбежно образуются значительные объемы отходов отработанного ванадиевого катализатора (далее – ОВК). Обычно ОВК размещают на хранение на специализированных полигонах, однако в последнее время все чаще встречается информация о высокой перспективности использования «отхода» в качестве недорогого источника ванадия [1].

Данная работа посвящена исследованию процесса извлечения соединений ванадия из ОВК раствором 15%-ной серной кислоты.

В соответствии с данными рентгенфлуоресцентного анализа, содержание ванадия в ОВК достигает 4,5 % мас. Определение соединений ванадия в растворах вели фотометрическим методом в присутствии вольфрамата натрия согласно ГОСТ 14657.13-96. «Методы определения оксида ванадия (V) (ИСО 9208-89)».

Процесс выщелачивания соединений ванадия из ОВК вели 15%-ным водным раствором серной кислоты в течение 3 часов. Отбор проб проводили каждые 30 минут. В качестве образца сравнения использовали дистиллят. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1. Степень извлечения ванадия, %

Время, ч	0,5	1	1,5	2	2,5	3
H <sub>2</sub> O	38	46,8	47,6	57	57,7	58
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	67	73,5	77,4	83,6	86	87

Из представленных в таблице 1 данных следует, что максимальное извлечение достигается при использовании 15%-ной серной кислоты, и составляет 87%. Увеличение времени выщелачивания не ведет к увеличению степени извлечения. Извлечение соединений ванадия дистиллированной водой в аналогичных условиях не превышает 60%.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что для максимального извлечения соединений ванадия из отработанного катализатора наиболее целесообразно использовать слабоконцентрированные раствор серной кислоты.

Литература:

1. Жарский, И. М. Регенерация V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> из растворов выщелачивания отработанных ванадиевых катализаторов / И. М. Жарский [и др.] // Свиридовские чтения – 2008: сб. стат. – Минск, 2008. – В. IV. – С. 55–59.

*Руководитель: заведующий лабораторией кафедры промышленной экологии, Азопков С.В.*

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУЧЕНИЯ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВЫХ СОСТАВАХ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ МЕЛЬНИЦ

Гонова В.А. (1 курс магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цель работы: изучения характеристик огнетушащих порошковых составов, полученных в роliko - кольцевой вибромельнице и ударно-отражательной мельнице.

Огнетушащие порошковые составы (далее ОПС) представляют собой мелко измельченные минеральные соли с различными добавками, препятствующими слеживаемости и комкованию. Основным компонентом являются фосфаты аммония, в частности наибольшее распространение получил аммофос. Аммофос может использоваться как единственный основной компонент, так и в смеси со вторым основным компонентом – сульфатом аммония, вводимом в количестве от 10 до 50 мас. %.

Установлено, что свойства многих тонкоизмельчённых материалов зависят от способа их диспергирования и, соответственно, от конструкции измельчителя.

В процессе измельчения осуществляется механическое воздействие мелющих тел на частицы и механохимическая активация или модификация компонентов ОПС, что позволяет получить целевой продукт, эксплуатационные свойства которого удовлетворяют ГОСТ Р 53280.4-2009 [1].

Исследовался ОПС следующего состава: 47,5 мас. % аммофос, 0,5 мас. % гидрофобизирующей кремнийорганической жидкости (ГКЖ), 4, 5 мас. % немодифицированной белой сажи БС-120, 47,5 мас. % сульфат аммония. В качестве ГКЖ была выбрана жидкость ГКЖ-136-41, которая относится к классу полиметилгидридсилоксанов.

ОПС получался путем измельчения компонентов соответственно в роliko - кольцевой вибромельнице и ударно-отражательной мельнице.

Были исследованы массовая доли влаги, склонность к влагопоглощению и слеживанию, способность к водоотталкиванию и время истечения порошка.

В результате исследований было установлено, что ОПС, полученные в ударно-отражательной мельнице, обладают лучшими характеристиками.

Литература

1) ГОСТ Р 53280.4-2009 Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 4. Порошки огнетушащие общего назначения. Общие технические требования. Методы испытаний. – М. : Стандартинформ, 2009. – 14 с.

*Руководитель: к.т.н., зав. кафедрой ТНВ, доц. Кунин А.В.*

# МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОВЕСИЯ ЖИДКОСТЬ-ТВЕРДОЕ В ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЕ

Гришин И.С. (3 курс аспирантуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Фосфорная кислота является важным продуктом химической промышленности, основная ее часть идет на производство различных минеральных удобрений, кормовых фосфатов, а также полифосфатов. Фосфорную кислоту получают сернокислотной экстракцией, в процессе которой фосфатное сырье обрабатывают серной кислотой. Значительное количество примесей, содержащихся в природных фосфатах, в процессе разложения переходят в раствор экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК). Среди этих примесей можно выделить соединения фтора, кремния, алюминия, железа, тяжелых и редкоземельных металлов, сульфат-ионы.

Присутствие примесей в растворе ЭФК оказывает негативное влияние на технологические процессы вследствие инкрустации оборудования, в том числе реакторов, теплообменников, насосов и т.д., что особенно выражено при упаривании кислоты, которое проводят при повышенной температуре и пониженном давлении. Критический уровень загрязнения технологического оборудования может привести к внеплановым остановкам, поэтому проблема очистки ЭФК не теряет своей актуальности. При разработке системы очистки необходимо обосновать уровень примесей, при котором выпадение осадка из кислоты будет подавлено, а затраты на очистку будут минимальными. В свою очередь это предполагает наличие термодинамической модели, отражающей поведение раствора ЭФК в зависимости от химического состава.

В данной работе с целью прогнозирования процесса инкрустации разработана математическая модель раствора ЭФК, которая основана на принципах материального баланса и электронейтральности. Активности ионов оценивали по уравнению Питцера. Полученные данные по ионному составу кислоты использовали для расчета индексов насыщения для ряда веществ, которые могут выпадать в осадок из раствора ЭФК. Данный критерий представляет собой отношение произведения активностей ионов по закону действующих масс к произведению растворимости и служит мерой степени пересыщения раствора в отношении рассматриваемых веществ. Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

*Руководитель: д.т.н., проф. Смирнов Н.Н.*

## О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ СКАНДИЯ ИЗ ДИОПСИДА

Зайцева А. Д., Галактионов С. С., Краснощекоев А. Н., Кучумов В. А.  
*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

Вопросам производства, методов извлечения и переработки соединений редких и рассеянных металлов, а также повышения их энерго- и ресурсоэффективности уделяется все больше внимания.

Ранее авторами работы была предложена совершенно новая технология сернокислотной переработки пироксенов (диопсида) с получением скандиевого концентрата, минеральных удобрений, комплексных коагулятов и железорудного сырья [1].

В данной работе предложено использовать наиболее современные и экологически безопасные твердые экстрагенты и импрегнаты (активированные угли пропитанные фосфорорганическими экстрагентами) для извлечения соединений скандия из кислых растворов. Указанные твердые реагенты имеют ряд преимуществ в сравнении с жидкостной экстракцией: меньшие потери экстрагента ввиду отсутствия эмульгирования и отказ от горючих растворителей.

В рамках указанной работы также предложена технология бинарной реэкстракции соединений скандия с использованием смеси сульфата и фторида аммония. Такая смесь показала высокую степень реэкстракции соединений скандия и, сравнивая с растворами плавиковой кислоты, оказалась более безопасной.

Для контроля химического состава технологических растворов была разработана методика атомно-эмиссионного спектрального анализа с использованием прибора с магнитной плазмой. Данное решение позволило минимизировать разбавление образцов и повысить точность результатов.

В рамках ряда экспериментов была исследована возможность осаждения соединений скандия из бинарной смеси сульфата и фторида аммония посредством введения в нее оксидов кальция. Установлено, что при соотношении 1:(20–40) оксид кальция эффективно осаждает из раствора соединений скандия. Получаемый в процессе осаждения скандиевый концентрат содержит от 0,5 до 0,8 % скандия в пересчете на чистый металл и может быть повторно сконцентрирован (перечищен) с использованием процессов пиро- и гидрометаллургии.

Литература:

1. Kuzin E., Kruchinina N., Zaytseva A., Galaktionov S., Krasnoshchekov A. Development of an integrated concept-technology of diopside processing // International Multidisciplinary Scientific GeoConference, *SGEM* 2021. Conference Proceedings, 2021. V. 21, № 4.2 P. 33-41.

*Руководитель: к.т.н., Кузин Е. Н.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АДСОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА И ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ МЕТОДОМ ТПД

Севергина Е.С., Максимова Л.С., Клягина К.С.(4 курс), Шахова Е.Д.  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Кислотные и основные центры на поверхности твердых веществ и материалов обуславливают адсорбционную и реакционную способность по отношению к молекулам газов с выраженными кислотно-основными свойствами и определяют тем самым функциональные характеристики катализаторов и сорбентов. Метод термопрограммируемой десорбции был призван эффективным методом для количественной характеристики кислотно-основных центров различной природы на поверхности твердых веществ, на которой предварительно осуществляется адсорбция зондовых молекул [1].

Цель работы: Исследование физико-химических свойств адсорбционно-каталитической системы на основе вермикулита и диоксида циркония методом термопрограммируемой десорбции (ТПД).

В ходе работы показаны закономерности изменения кислотных и основных свойств в зависимости от обработки адсорбционно-каталитической системы различными плазмообразующими газами. Обнаружено, что наименьшим количеством Льюисовских центров обладает исходный вермикулит –  $0,626 \cdot 10^{18}$  ед/м<sup>2</sup>, а самой высокой – образцы, обработанные в газах азота и аргона –  $4,169 \cdot 10^{18}$  ед/м<sup>2</sup> –  $4,275 \cdot 10^{18}$  ед/м<sup>2</sup>. В то же время анализ Бренстедовских центров показал уменьшение основности: исходный вермикулит –  $3,611 \cdot 10^{18}$  ед/м<sup>2</sup>, образцы, обработанные в кислороде, азоте и аргоне не показали существенной разницы –  $2,045 \cdot 10^{18} \div 2,892 \cdot 10^{18}$  ед/м<sup>2</sup>.

Анализируя полученные данные, можно предположить, что обработка в плазме приводит к образованию большего числа связывающих центров более высокой ионообменной способности, а также образованию новых функциональных групп (М – ОН (М = Zr, Si, Mg и т.д.)).

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)*

Литература:

1) Ishii T., Kyotani T. Temperature programmed desorption //Materials science and engineering of carbon. Butterworth-Heinemann. – 2016. – P. 287-305.

*Руководитель: д.т.н., проф. Гордина Н.Е.*

# ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ НА УГЛЕРОДНЫХ АДСОРБЕНТАХ

Князева В.А. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время экстракционная фосфорная кислота (ЭФК) имеет широкое применение. Она используется во многих отраслях промышленности, но основным ее потребителем является сельское хозяйство. ЭФК получают путем сернокислотного разложения фосфатного сырья. Суммарное содержание примесей в кислоте составляет до 15 мас.%, поэтому проблема очистки не теряет свою актуальность. Среди известных способов очистки фосфорной кислоты можно выделить адсорбционный метод [1]. Совместно с обработкой кислоты горячим воздухом или паром данный метод способен обеспечить оптимальную степень очистки ЭФК. Широкое распространение для очистки получили активные угли (АУ), которые обладают развитой пористой структурой и способностью поглощать различные соединения. При выборе адсорбента для очистки ЭФК необходимо учитывать его свойства, а именно: высокая активность, термическая устойчивость и способность к регенерации, сорбционная способность и недорогая стоимость. В данной работе показаны перспективы очистки экстракционной фосфорной кислоты на различных углеродных адсорбентах и влияние очищенной кислоты на коррозию. Предварительно очищенную, в температурном диапазоне 80 - 100 °С, фосфорную кислоту наливали в емкость в количестве 10 мл. В емкость с кислотой погружали металлическую пластинку и выдерживали 3 часа. Было отобрано 10 проб очищенной ЭФК с разными адсорбентами, а именно: гранулированный АУ, механохимически модифицированный АУ и кремнийоксиуглеродные композиты, которые получены на основе АУ и белой сажи посредством механохимического синтеза. Также 1 проба с «грязной» производственной кислотой. Структура поверхности и элементный состав исследовался с помощью сканирующего электронного микроскопа VEGA 3 SBH (СЭМ). Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР. При выполнении исследования привлекалось оборудование ЦКП ИГХТУ.

## Литература:

1. Кочетков, С.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты: монография / С.П. Кочетков, Н.Н. Смирнов, А.П. Ильин, Иваново: ГОУ ВПО ИГХТУ, 2007. – 304 с.

*Руководитель: д.т.н., проф. Смирнов Н.Н.*

# АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ СОРБЕНТОВ СЕРООЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА МЕТОДОМ АДСОРБЦИИ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ ИНДИКАТОРОВ

Куликов М.М. (3 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В промышленности для очистки природного газа и его переработки технология разработки сорбентов занимает важное место. Реакционная способность твердых веществ, на поверхности которых наблюдаются адсорбционные эффекты определяется его физико-химическими свойствами. Состав и реакционная способность поверхности твердого вещества зависят от природы вещества, способа его получения, обработки.

В работе для исследования поверхности сорбента  $ZnO + 10\% Al_2O_3$  с целью определения количества функциональных групп и их идентификации использовали индикаторный метод. График спектров распределения представлен на рисунке.

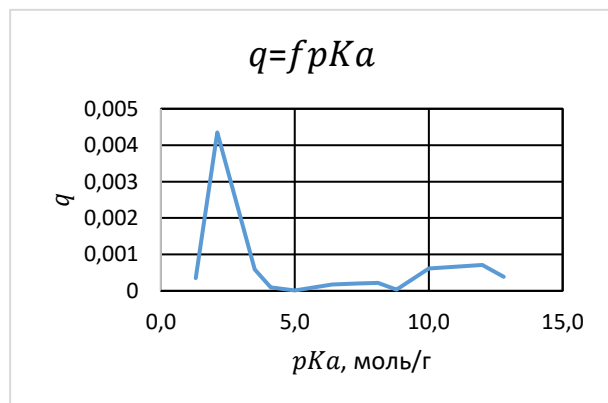


Рисунок. Спектры распределения пиков адсорбции

Из рисунка видно, что увеличение акцепторной способности повышает кислотность поверхностного центра по Бренстеду. Кислотность возрастает с уменьшением донорной способности энергетических уровней орбиталей атома  $\text{Э}^+$ , выходящих на поверхность. Происходит сдвиг электронной плотности от атома водорода на орбиталь кислорода и повышается кислотность поверхностного центра

по Бренстеду (что соответствует  $pK < 7,0$ ). О наличии на поверхности таких оксидных центров говорит значительный рост левой ветви кривых адсорбции.

Резюмируя, можно сделать вывод, что использование большого количества индикаторов с различными значениями  $pK_a$  позволяет дифференцировать близкие по природе и энергетике типы поверхностных функциональных групп с количественным определением их содержания. Данный метод эффективен для сравнительного анализа образцов одного и того же материала, подвергавшегося различным видам обработки для выявления изменений структуры и свойств поверхности в результате такого воздействия и определения его оптимального режима.

Руководители: к.т.н., доц. Кунин А.В., д.т.н., проф. Ильин А.А. к.т.н., доц. Борисова О.А.

## ВЛИЯНИЕ ПРОМОТИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕДЬ-ЦИНК-АЛЮМИНИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА

Курникова А.А. (аспирант 2 курса), Ржаницына О.Ф., Карапапас М.Е.

Одним из важнейших по значению и масштабам производства органическим продуктом, выпускаемый химической промышленностью, является метанол. Его мировое потребление составляет 45,5 млн. т/год [1]. Около 35% выпускаемого метанола перерабатывается в формальдегид, формальдегидсодержащие смолы и изопреновый каучук. Остальные объемы идут на производство топливных присадок (МТБЭ, ММА), уксусной кислоты, метил- и винилацетата, метилметакрилата, метиламинов, кремнийорганических и других промышленно значимых соединений [1].

В производстве метанола катализаторы играют важную роль, так как все крупнотоннажные промышленные технологии основаны на их использовании. Следует отметить, что производство и разработка катализаторов является сложнейшим технологическим процессом, и одной из наиболее наукоемких подотраслей мировой химической промышленности. Постоянно ведутся работы по усовершенствованию уже существующих катализаторов синтеза метанола и разработке новых.

Целью работы является исследование влияния промотирующих добавок, вводимых на стадии механохимического синтеза, на физико-химические свойства медь-цинк-алюминиевого катализатора.

В качестве исходного сырья предлагается использовать оксиды меди, цинка и алюминия с добавлением щавелевой кислоты, карбоната аммония и карбоната калия. Вышеперечисленные вещества смешивали исходя из состава катализатора одного из ведущих зарубежных производителей и подвергали механохимической активации в роliko-кольцевой вибрационной мельнице VM-4 с подведенной энергией 39,5 – 158 кДж/г.

Для исследования процессов, протекающих на стадии синтеза, использовали методы рентгенофазового, рентгеноструктурного и синхронного термического анализа, низкотемпературной адсорбции-десорбции азота. Полученные обобщенные результаты позволили сделать вывод о влиянии прекурсоров на формирование активного компонента  $\text{CuO/ZnO/Al}_2\text{O}_3$  катализаторов и их физико-химические свойства.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №21-73-10210, <https://rscf.ru/project/21-73-10210/>).*

### Литература:

1. Бочкарев В. В., Волгина Т. Н. Катализаторы получения метанола из синтез-газа // Катализаторы и каталитические процессы. 2011. № 9. С. 18-23.

*Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. Р.Н. Румянцев*



## ИЗУЧЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ CU И FE

Ларионов А.И.<sup>1</sup>, Евдокимова А.В.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской Академии наук

Существует большое разнообразие методов получения фотокатализаторов (физических, химических, биологических). Самым известным фотокатализатором является диоксид титана, который превосходно работает при облучении ультрафиолетовым светом. Кроме того, он обладает низкой пористостью. Оксиды железа обладают высокой пористостью. В нескольких исследованиях было обнаружено, что оксиды железа рассматриваются в качестве фотокатализаторов для различных классов удаления красителей. Оксиды меди рассматриваются как потенциальные фотокатализаторы из-за узкой запрещенной зоны. Повысить сорбционные или фотокаталитические характеристики можно с помощью бинарных оксидных или тройных систем.

Методы синтеза могут играть основную роль в формировании поверхностных свойств и структуры полученных материалов. Бинарные оксиды Cu–Fe синтезируются методом совместного осаждения, гидротермальным, золь-гель и различными вариациями метода сжигания. Метод сжигания химического раствора позволяет получать структуры желаемой формы и с большой удельной поверхностью. Предыдущие исследования показали, что метод подводной плазмы позволяет получать чистые оксиды, легированные оксиды и бинарные системы. В этой работе мы сравнили характеристики материалов, полученных химическим сжиганием и подводной плазмой, а также изучаем их сорбционные и фотокаталитические свойства.

Сравнение двух методов синтеза химического горения и подводной плазмы показало, что оба пути не позволяют получать бинарные оксиды Cu–Fe. Благодаря подвижности зоны плазмы и использованию одного вида топлива при сгорании были получены системы из смесей оксидов меди и железа с разной степенью окисления. Полученные материалы показали высокую сорбционную и фотокаталитическую активность для различных классов красителей. Повторное использование структур показало, что снижение эффективности происходит из-за снижения сорбционной емкости.

*Руководитель: д.х.н., проф. Агафонов А.В.*

## **ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ АДСОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА**

Севергина Е.С., Максимова Л.С.(1 курс магистратуры), Шахова Е.Д.,  
Клягина К.С.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Токсичные органические загрязнения в сточных водах представляют серьёзную угрозу для окружающей среды [1]. Поэтому особенно актуальна разработка нового, эффективного и дешевого адсорбента.

Система на основе вермикулита и диоксида циркония, обработанная в среде различных плазмообразующих газов и совмещающая адсорбционные и каталитические свойства, может быть использована для деструкции различных органических загрязнений, угрожающих экологии.

Целью работы является изучение влияния плазмохимической обработки (ПХО) на структуру вермикулита и диоксида циркония с помощью рентгенофазового анализа (РФА) и ИК-спектроскопии.

По данным РФА наблюдалось отсутствие изменений межплоскостных расстояний и интенсивности дифракционных рефлексов, а также уменьшение их уширения после ПХО. Полученные данные закономерны и определяются движением дислокаций, выходом их на поверхность и аннигиляцией за счет упругой деформации кристаллитов исходных компонентов, поэтому можно сделать вывод, что фазовый состав не изменяется и происходит накопление дефектов. Это объясняется перемещением и перегруппировкой вакансий ОН-групп в минерале. Анализ результатов исследования ИК-спектроскопии показал, что во всех образцах, обработанных в плазме ( $O_2$ ,  $N_2$ , Ar), характеристические частоты изменялись незначительно, что в основном вызвано взаимодействием молекул воды, кислородсодержащих фрагментов Si, Al, Fe, Mg, Ca, входящие в состав вермикулита.

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)*

Литература:

1) Вертинский А.П. Современные методы очистки сточных вод: особенности применения и проблематика // Инновации и инвестиции - 2019. №1. С175-182.

*Руководитель: д.т.н., проф. Гордина Н.Е.*

## ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА CuO/ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> КАТАЛИЗАТОРА ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА

Ржаницына О.Ф. (магистрант 1/120), Курникова А.А., Карапапас М.Е.

Метанол — сырье для многих производств органического синтеза. Основное его количество расходуется на получение формальдегида, остальные объемы идут на производство топливных присадок (МТБЭ, ММА), уксусной кислоты, метил- и винилацетата, метилметакрилата, метиламинов, кремнийорганических и других промышленно значимых соединений. Возросшая потребность в метаноле и развитие технологии его получения делают исследования в этой области весьма актуальным [1].

Несмотря на достигнутые успехи, производство метанола продолжает совершенствоваться. Разрабатываются новые, более активные и селективные катализаторы. В соответствии с температурным режимом работы катализаторы синтеза метанола подразделяются на высокотемпературные и низкотемпературные. Постоянно ведутся работы по усовершенствованию уже существующих катализаторов и разработке новых составов.

Целью работы является получение CuO/ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализаторов, которые могут использоваться при производстве метанола в крупнотоннажных процессах.

В качестве исходного сырья предлагается использовать оксиды меди, цинка и алюминия, а механохимическую активацию проводить с добавлением щавелевой кислоты, карбоната аммония. Выше перечисленные вещества брали исходя из состава катализатора одного из ведущих зарубежных производителей и подвергали механохимической активации в роliko-кольцевой вибрационной мельнице VM-4 с подведенной энергией 39,5 – 158 кДж/г.

С помощью методов рентгенофазового, рентгеноструктурного и синхронного термического анализа, сканирующей электронной микроскопии и низкотемпературной адсорбции-десорбции азота изучен процесс получения и определены оптимальные условия механохимического синтеза CuO/ZnO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализаторов. Полученные обобщенные результаты позволили определить оптимальные параметры получения CuO/ZnO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> катализаторов с развитой удельной поверхностью и пористой структурой.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №21-73-10210, <https://rscf.ru/project/21-73-10210/>.*

Литература:

1. Сазонов И. В. Катализаторы синтеза метанола // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2010. №2. С.117–122.

*Научный руководитель: к.т.н., с.н.с. Р.Н. Румянцев*

## **АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТА УГОЛЬ – БЕНТОНИТ**

Романов С.С. (1 курс магистратуры), Смирнов Н.Н, Смирнова Д.Н.  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Уголь-бентонит представляет собой композитный материал, который широко используется в различных сферах промышленности и научных исследованиях благодаря своим уникальным адсорбционным свойствам. Он получается путем обработки порошка бентонита активированным углем [1]. Приготовление угольного адсорбента проводили с помощью механохимической активации угля с бентонитом в ролико – кольцевой вибромельнице VM – 4.

Образцы были исследованы с использованием методов ИК – спектроскопии. Механохимическая активация приводит к образованию соединений угля и кремния. На изменения в структуре указывают данные с микроскопа, что может влиять на формирование новых структур и поверхностей, а также на раскрытие новых функциональных групп.

При использовании золь – голь технологии образуются соединения оксида алюминия и кремния сложного характера, находящиеся в гелиевом состоянии в водном растворе. После высыхания образуется композитный материал, который обладает высокими физическими и механическими свойствами.

У полученного в работе композиционного материала на основе активированного угля и бентонита исследованы его поверхностная активность, пористость, кристаллическая структура и адсорбционная активность по отношению к различным красителям.

Установлено, что наибольшей адсорбционной активностью по отношению к красителю обладает композит, полученный путем механохимической активации.

### **Литература:**

1) Юлдашев Ж.Б. Гидрофильные свойства углеминеральных сорбентов на основе навбахорского щелочного бентонита / Юлдашев Ж.Б., Бойматов И.М., Маматалиев Н.Н., Очилов А.М., Тлеубаев С.О. // Science and Education – 2020. – Vol.1. – С. 63 - 67.

*Руководитель: д.т.н., профессор Смирнов Н.Н.*

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ОКСИДА АЗОТА (I)

Сахарова Ю.Н (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последнее время применение ферритовых наночастиц в качестве катализаторов в органических и неорганических процессах получили большое распространение. В работе изучен процесс восстановления феррита кобальта и выявлены его стадии.

Как видно из рисунка 1, профиль  $H_2$ -ТПВ можно разложить на две основные стадии восстановления: первый сформировался около  $354-454^\circ\text{C}$ , что связано с восстановлением  $\text{CoO}$  до металлического кобальта ( $\text{Co}^0$ ) в сочетании с восстановлением  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  до  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , оба присутствуют в ферритной фазе. Вторая стадия восстановления  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  происходит ступенчато с образованием ионов железа от  $\text{Fe}^{3+}$  до  $\text{Fe}^{2+}$  при температуре  $450^\circ\text{C}$  с образованием фазы  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  со структурой шпинели.

На рисунке 2 представлены рентгенограммы образцов, полученных восстановлением при различной температуре. На первом этапе удаляется избыток кислорода, что сопровождается увеличением параметра решетки. Увеличение параметра решетки коррелирует с изменениями состава поверхности (обогащение катионами железа), выявленными методом РФА. На втором этапе  $\text{Fe}^{3+}$  катионы восстанавливаются до  $\text{Fe}^{2+}$ , а катионы железа переходят из структуры шпинели в рентгеноаморфную фазу  $\text{FeO}$ .

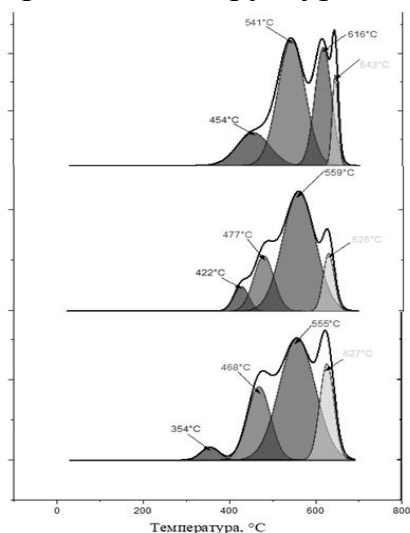


Рисунок 1. Термопрограммированное восстановление  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  с различным соотношением  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . а – 5%, б – 10%, в – 15%

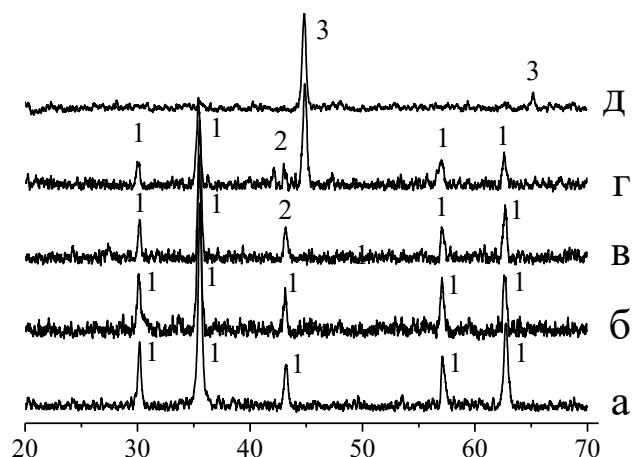


Рисунок 2. Рентгенограммы продуктов восстановления  $\text{K/CoFe}_2\text{O}_4$ . 1- $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , 2- $\text{CoO}$ , 3- $\text{CoFe}$  а – исходный образец. Температура восстановления: б –  $350^\circ\text{C}$ , в –  $450^\circ\text{C}$ , г –  $600^\circ\text{C}$ , д –  $700^\circ\text{C}$ .

*Руководитель: д.т.н., проф. Ильин А. А.*

# СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ СКЕЛЕТНОЙ МЕДИ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ СПЛАВА ДЕВАРДА ОБРАБОТКОЙ РАСТВОРОМ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ

Севергина Е.С., Романенко Ю.Е.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Синтез метанола – один из самых распространённых процессов с участием медьсодержащих катализаторов, содержание меди в которых варьируется в интервале 40÷85 %. Одним из способов получения скелетных катализаторов является выщелачивание сплавов, при этом удаляется поверхностный алюминий.

Предварительно измельчённый на планетарной мельнице сплав Дебарда состава 50:45:5 обрабатывался раствором гидроксида натрия разной концентрации при разных температурах обработки и размере фракции сплава. Полученные образцы отмывали от щёлочи дистиллированной водой и сушили.

В работе применялись следующие физико-химические методы анализа:

- с помощью рентгенофазового анализа изучен фазовый состав поверхности и рассчитан размер кристаллитов;
- величина удельной поверхности и размер пор получены с помощью низкотемпературной адсорбции азота;
- энергодисперсионная спектроскопия позволила оценить содержание на поверхности отдельных элементов;
- также получены микрофотографии для определения размера частиц и изучения морфологии поверхности.

Установлено, что наибольшее влияние на процесс выщелачивания оказывает концентрация гидроксида натрия. Высокая концентрация (40 % мас.) приводит к значительному уменьшению размера частиц, увеличению удельной поверхности, объёма пор и размера кристаллитов.

Образцы, полученные при разных температурах (4°, 20°, 40°), практически не отличались по всем изученным показателям.

Отдельно стоит отметить образец, полученный из наименьшей фракции (80÷140 мкм), обладал наименьшим содержанием оксидов, что может объясняться малой скоростью сушки из-за затруднённой диффузии влаги.

Полученная скелетная медь по своим физико-химическим свойствам близка к медьсодержащим катализаторам процесса восстановления карбонильной группы газообразным водородом.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №21-73-10210, <https://rscf.ru/project/21-73-10210/>*

*Руководитель: к.т.н., с.н.с., Румянцев Р.Н.*

# МЕХАНИЧЕСКИЕ И СОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ZnO-MgO

Усов В.В. (3 курс), Верес К.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Структурно-механические свойства паст катализаторов и сорбентов можно изменять в широких пределах смешением материалов с различными свойствами. Для этого в ходе структурно-механического анализа выясняют степень развития того или иного вида деформации. Если возникает необходимость перевести имеющийся материал в иной структурно-механический тип, то осуществляют это добавкой к основному материалу другого, способного компенсировать недостаточное или избыточное развитие того или иного вида деформации. Так, регулирование реологических свойств системы ZnO-H<sub>2</sub>O возможно за счет введения добавок порошков оксидов металлов, имеющих больший размер агрегатов, чем у ZnO. Для этих целей можно использовать оксиды Al, Ca, Mg.

Целью данной работы было изучение влияния степени гидратированности на механическую прочность и сорбционную емкость поглотителя сероводорода.

Показано значительное влияние температуры, состава дисперсионной среды и диспергирования на процесс гидратации оксида магния. Методом рентгенофазового анализа определена степень гидратации серий образцов системы MgO-H<sub>2</sub>O(ПВС), Показано влияние степени гидратации MgO на механическую прочность формованных гранул. Установлена зависимость сероемкости образцов от температуры.

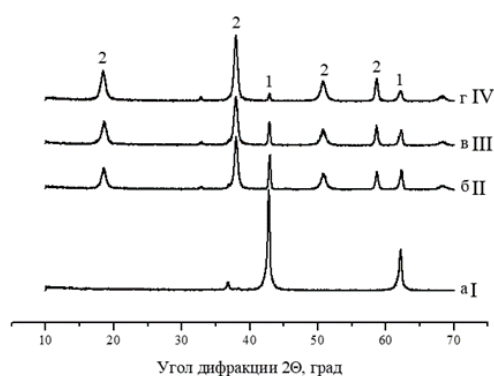


Рис. 1. Рентгенограммы исходного (I) и гидратированного в течение 10 (II) 30 (III), 60 мин (IV) оксида магния:  
1 – MgO; 2 – Mg(OH)<sub>2</sub>

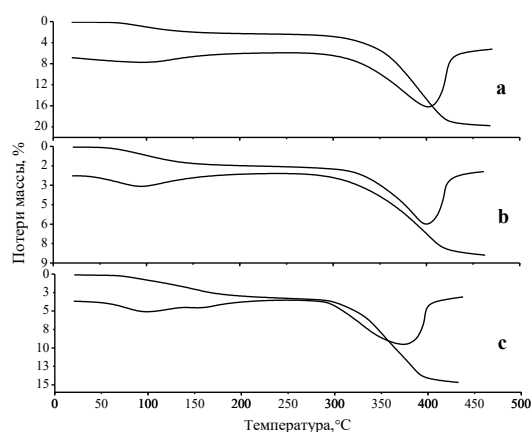


Рис. 2. Дериватограммы образцов:  
а – MgO-H<sub>2</sub>O, 60°C, 120 мин;  
б – MgO-H<sub>2</sub>O, 60°C, 15 мин; в – MgO-ПВС, 25°C, 120 мин

Руководитель: д.т.н., проф. Ильин А.А.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФТОРИРОВАНИЯ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Цыцаркина Д.М. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Экстракционная фосфорная кислота (ЭФК) является одним из основных продуктов неорганического синтеза. Её получают путем сернокислотного разложения фосфатного сырья. Примеси, содержание которых в сырье составляет до 15 мас.%, загрязняют производственную кислоту, поэтому не теряет актуальности проблема комплексной очистки ЭФК. Особенно важно максимально удалить соединения фтора, которые представлены в ЭФК в различных формах: растворенного фтороводорода HF и тетрафторида кремния SiF<sub>4</sub>, фторид-иона F<sup>-</sup>. Основными достоинствами очищенной ЭФК являются невысокая себестоимость, возможность получения фосфорной кислоты любого заданного качества. К сожалению, на сегодняшний день не существует универсального метода очистки, так как все созданные методы сфокусированы на удалении конкретного типа примесей. В связи со всем этим разработка технологии процесса очистки, исследование и подбор адсорбентов, а также греющего агента являются весьма актуальными на данный момент.

В данной работе показаны перспективы очистки экстракционной фосфорной кислоты и рассмотрено влияние очищенной кислоты на коррозию. Комплексную очистку ЭФК проводили в трехфазной системе: твердый композитный материал – жидкая ЭФК – водяной пар. Такой подход позволяет повысить эффективность процесса дефторирования, поскольку под действием острого пара фторидные комплексы разрушаются с большей скоростью, высвобождая фтор в виде HF и SiF<sub>4</sub>. После, предварительно очищенную в температурном диапазоне 60–100°C, фосфорную кислоту наливали в емкость в количестве 10 мл. В емкость с кислотой погружали металлическую пластинку и выдерживали 3 часа. Было отобрано 10 проб очищенной ЭФК с разными адсорбентами и 1 проба с «грязной» производственной кислотой. Структура поверхности и элементный состав исследовался с помощью сканирующего электронного микроскопа VEGA 3 SBH (СЭМ). Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР. При выполнении исследования привлекалось оборудование ЦКП ИГХТУ.

### Литература:

1. Кочетков, С.П. Концентрирование и очистка экстракционной фосфорной кислоты: монография / С.П. Кочетков, Н.Н. Смирнов, А.П. Ильин, Иваново: ГОУ ВПО ИГХТУ, 2007. – 304 с.

*Руководитель: д.т.н., проф. Смирнов Н.Н.*



## **Секция 8. Процессы парообразования и структура молекулярных систем**

# КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА GLY-GLU С УРАЦИЛОМ: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

Балашов Е.В.<sup>1</sup> (магистрант 1 курса), Курбатова М.С.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт химии растворов им Г.А. Крестова, Российская академия наук

В настоящей работе выполнено квантово-химическое моделирование комплексов, образованных анионом глицилглутаминовой кислоты (*gly-glu*) с урацилом. Gly-glu существует в водных растворах преимущественно (95%) в анионной форме, поэтому именно она была использована для расчета. Расчеты проведены методом DFT/B97D с базисным набором 6-311++G(3d,3p). Для учета сольватационных эффектов использована модель предельной поляризации Томаса – РСМ. Для оптимизированных структур проведен анализ нормальных колебаний; мнимых частот не обнаружено.

Установлено, что при взаимодействии исследуемых структур в составе комплекса наблюдается образование двух водородных связей типа N-H...O длиной 1.630 Å и 1.573 Å. Это подтверждается рядом геометрических характеристик. Так, длина одной из трёх связей N-H в аминокгруппе изменилась с 1.038 до 1.065 Å, а в молекуле урацила длина связи N-H увеличилась с 1.014 Å до 1.087 Å. Углы атаки N-H...O составили 165 и 176°.

Также был выполнен топологический анализ (AIM) комплекса gly-glu с урацилом; исследовано уменьшение градиента электронной плотности. Было подтверждено образование двух водородных связей с энергиями -12.59 и -10.42 ккал/моль, а также обнаружена одна дополнительная критическая точка между NH-группой урацила и CH<sub>2</sub>-фрагментом gly-glu.

Табл. 1. Топологические параметры комплекса ura-gly-glu.

Длины водородных связей (Å)

	$\rho_{\text{ВСП}}$	$\nabla^2\rho_{\text{ВСП}}$	$G_{\text{ВСП}}$	$V_{\text{ВСП}}$	$H_{\text{ВСП}}$	<b>R</b>
NH-O	0.034689	0.093223	0.043196	-0.063086	-0.019890	1.573
NH-O	0.028149	0.118478	0.041113	-0.052606	-0.011493	1.630
NH-CH <sub>2</sub>	0.004697	0.035135	0.007101	-0.005418	0.001683	2.600

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 22-23-01118.

Научный руководитель: д. х. н., Баранников В. П.

## ИНКАПСУЛЯЦИЯ/ОБРАТНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ НАПРОКСЕНА β-ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ В СРЕДЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ФЛЮИДА ПО ДАННЫМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Болвинова Д.А.<sup>1,2</sup> (1 курс магистратуры), Одинцова Е.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ивановский государственный университет*

<sup>2</sup>*Институт химии растворов Российской академии наук*

Циклодекстрины – циклические соединения природного характера, которые применяются в качестве молекулярного носителя при изготовлении лекарств. Проведение инкапсуляции циклодекстринами в среде сверхкритического (СК) флюида имеет особое преимущество: оно позволяет достичь идеального разделения СК растворителя и продуктов переработки. Напроксен – широко используемое противовоспалительное средство. Комплексообразование с циклодекстринами улучшает скорость и степень его растворения и увеличивает скорость всасывания.

Установлено, что эффективность инкапсуляции биологически активных веществ циклодекстринами в среде СК CO<sub>2</sub> зависит от условий: давления, температуры. Также важен такой фактор, как присутствие сорастворителя. Природные циклодекстрины плохо растворимы в чистом СК CO<sub>2</sub>. Для повышения их растворимости добавляют полярный сорастворитель (как правило, воду или этанол).

Поскольку и циклодекстрин, и напроксен, и их комплексы включения одинаково хорошо растворимы в смешанном СК растворителе, может происходить как инкапсуляция, так и обратная экстракция.

Исследовано поведение комплексов включения напроксен/β-циклодекстрин в среде СК CO<sub>2</sub> (сорастворитель этанол, 3.8 мол.%) при T=313 K и T=338 K. Построена молекулярная модель комплекса включения. Оптимизация геометрии и расчет распределения зарядов на атомах проводились методом DFT-B3LYP/6-31G. Поиск оптимального расположения напроксена в полости β-циклодекстрина выполнен методом молекулярного докинга. Методом молекулярной динамики проведено моделирование СК раствора, содержащего комплекс включения.

Показано, что комплекс включения в среде СК флюида периодически разрушается, затем вновь образуется. Эпизоды существования/несуществования комплекса (инкапсуляции/обратной экстракции), в течение которых этанол и напроксен попеременно вытесняли друг друга из полости циклодекстрина, наблюдались в течение всего моделирования (500 нс). Суммарная продолжительность существования комплекса увеличивалась с понижением температуры флюида: 25% всего времени при 338 K и 40% времени при 313 K.

*Руководитель: н.с. Антипова М.Л.*

# ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ЗАМЕСТИТЕЛЯ НА КОНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ N-ОКСИДОВ ПИРИДИНА С ФТОРИДОМ БОРА (III)

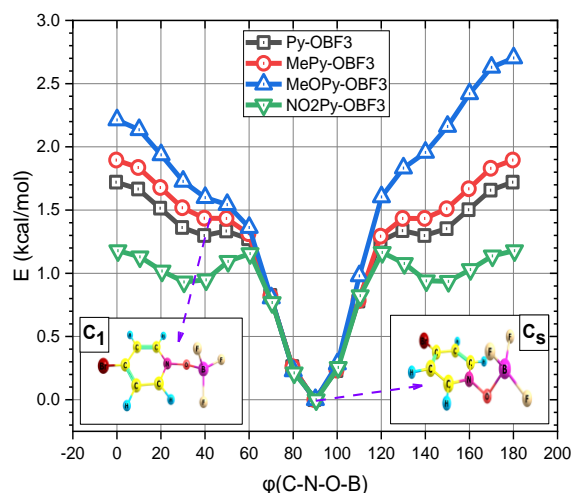
Викторчук Н.А. (3 курс), Лебедев И.С.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Производные N-оксида пиридина (PyO) обладают заметной биологической активностью, которая обусловлена процессами комплексообразования в живых организмах. Кроме того, благодаря высокой нуклеофильности и пространственной доступности группы N→O, производные PyO также могут выступать в качестве перспективных лигандов для синтеза функциональных координационных соединений различного строения.

Целью настоящей работы является изучение влияния природы заместителей на конформационную мобильность комплексов 4-замещенных N-оксидов пиридина с фторидом бора (III) методами квантовой химии.

В рамках теории функционала плотности (MO62-X/avg-cc-pvTZ, Gaussian09) была проведена геометрическая оптимизация комплексов X–PyO–BF<sub>3</sub> (X: H<sub>3</sub>CO–, H<sub>3</sub>C–, H–, O<sub>2</sub>N–), рассчитаны частоты колебаний, проведено сканирование ППЭ вдоль координаты торсионного угла  $\phi$ (C–N–O–B) и определены барьеры внутреннего вращения (рис. 1).



Рассмотрены комплексы пиридин-N-оксидов с заместителями донорного и акцепторного типа (X–PyO) с BF<sub>3</sub>. Показано, что соединения с X–PyO, где X = H, Me, NO<sub>2</sub> существуют в виде двух конформеров (симметрии C<sub>s</sub> и C<sub>1</sub>, соответственно). Соединение с MeO–PyO реализуется в виде единственного устойчивого конформера симметрии C<sub>s</sub>. В зависимости от природы заместителя X в гетероцикле барьер вращения вокруг связи N–O связи возрастает при переходе от акцепторных заместителей к донорным.

*Руководитель: д.х.н., доц. Белова Н.В.*

## КОНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИФЛАМИДНЫЕ ГРУППЫ

Ерошин А.В. (2 год аспирантуры), Мухина В.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Особый интерес представляют соединения, содержащие трифторсульфонамидные (трифламидные) фрагменты, которые обладают высокой кислотностью и специфическими химическими свойствами и находят широкое применение в практической медицине.

В настоящей работе для молекул 6-иодо-3-(трифламидометил)-4-трифлил-1,4,2,7-оксазадисилепана **1**, 2,2,4,4-тетраметил-6,8-бис(трифлил)-3-окса-6,8-диаза-2,4-дисилабицикло-[3.2.2]нонана **2** и 3,7,9-трис(трифторметилсульфонил)-3,7,9-триазабицикло[3.3.1]нонана **3** определены конформационный состав и геометрия теоретически, методом квантовой химии, а для молекулы **3** и экспериментально, методом газовой электронографии (рис. 1).

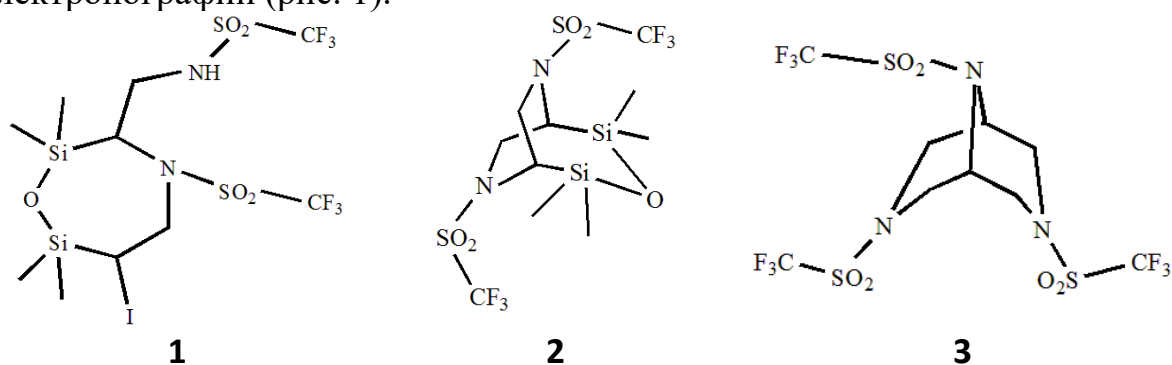


Рис. 1. Структура молекул **1-3**.

Предварительный поиск возможных конформеров был осуществлен в программе CREST методом gfn2-хТВ. Было обнаружено 11 структур для **1** и 7 конформеров для **2**, которые в дальнейшем были оптимизированы в приближении DFT (функционалы B3LYP и PBE0 с базисными наборами cc-pVTZ и aug-cc-pVTZ). Установлено, что в случае молекулы **2** в газовой фазе при 298 К присутствует один конформер, вклад которого в равновесный состав составляет около 93%. Для соединения **1** согласно расчетам DFT найдено 2 конформера, которые отличаются ориентациями трифламидных заместителей.

Для молекулы **3** экспериментально обнаружено в газовой фазе при температуре  $T = 428(5)$  К присутствие пяти конформеров, отличающихся как конформацией цикла, так и поворотом трифламидных групп.

Руководитель: д.х.н., доц. Шлыков С.А.

# КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ЭНЕРГИЯМИ ГРАНИЧНЫХ ОРБИТАЛЕЙ И ЭСП ДИ(5-ФЕНИЛ-(1,3,4-ОКСАДИАЗОЛ-2-ИЛ))БЕНЗОЛА

Жуков П.Н. (4 курс)

Ивановский государственный университет

Производные 1,3,4-оксадиазола в настоящее время находят широкое применение в OLED, лазерах и оптических датчиках. Рассмотрены конформационные свойства *орто*-, *мета*-, *пара*-изомеров ди(5-фенил-(1,3,4-оксадиазол-2-ил))бензола (ди-ФОДБ). Каждый изомер имеет несколько конформеров, которые отличаются взаимным расположением заместителей ФОД(DFT/B97D/6-311++G\*\*). Изомер *пара*-ди-ФОДБ имеет 2 конформера с разницей энергий ( $\Delta E$ ) в 0.1 ккал/моль, тогда как *мета*- ( $\Delta E=1.1$ ) и *орто*- ( $\Delta E=5.1$ ) - изомеры имеют по 3 конформера. Все конформеры *мета*- и *пара*- изомеров имеют плоское строение, конформеры *орто*- изомера – неплоское строение, характеризующееся разворотом оксадиазольных фрагментов на угол равный  $\approx 36^\circ$ .

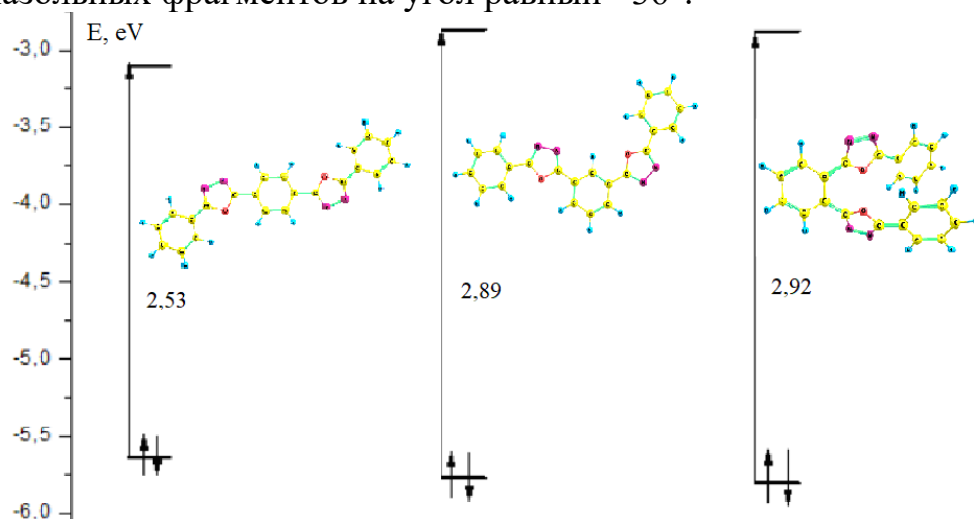


Рисунок. Энергии граничных орбиталей и структура изомеров ди-ФОДБ. Выполнен расчет энергий граничных орбиталей рассмотренных структур. В работе [1] получены ЭСП в которых полоса поглощения *пара*- замещенных смещена в длинноволновую область по сравнению с *орто*- и *мета*-изомерами, максимум полосы поглощения соответствует 340 нм для *пара*-, 290 нм для *мета*- и 270 нм для *орто*-замещенных. Чем меньше  $\Delta E$ , тем больше сдвиг в длинноволновую область. Результаты квантово-химического моделирования отражают закономерности, наблюдаемые в ЭСП исследуемых соединениях.

Литература:

[1] Ch.Yang, Ch.Hsu, P.Chou/ Excited State Luminescence of Multi-(5-phenyl-1,3,4-oxadiazol-2-yl)benzenes in an Electron-Donating Matrix: Exciplex or Electropex?//J. Phys. Chem. B, 2010, 114, 756–768.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (FZZM – 2023 – 0009)

Руководитель: к.х.н, доц. Лапыкина Е. А, д.х.н, проф. Гиричева Н. И.

# ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ РЯДА АЗОКРАСИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ФТАЛОНИТРИЛА

Куручкин И.Ю., Погонин А.Е.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Данная работа является частью комплексного исследования геометрического и электронного строения свободных молекул ряда азокрасителей на основе фталонитрила.

Структуры рассматриваемых соединений приведены на Рис. 1. Основной интерес в плане изучения геометрического строения вызывают соединения **C** и **D**, в которых возможна миграция атома водорода с близко расположенных групп  $-OH$  на азогруппу  $-N=N-$ . Данное обстоятельство оказывает значительный эффект на геометрическое и электронное строение молекул.

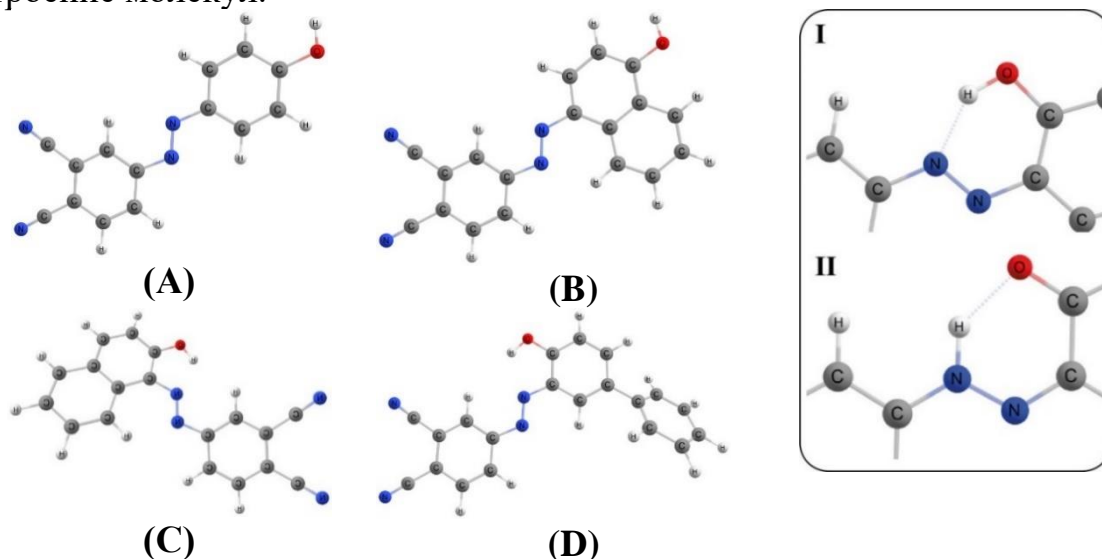


Рис. 1. Модели объектов исследования. Справа – миграция атома водорода с  $OH$  группы на  $-N=N-$ .

Для рассматриваемых структур исследовано изомерное и конформационное многообразие. В терминах NBO детально рассмотрено распределение электронной плотности в мостике  $-N=N-$  (учитывались все донорно-акцепторные взаимодействия с рядом расположенными субъединицами), отдельно оценено влияние *транс-цис* изомеризации и миграции водорода на данные взаимодействия, а также различных вариантов функционализации субъединиц на делокализацию электронной плотности в них.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00314.

Руководитель: д.х.н., проф. Гиричев Г.В.

# СТРУКТУРНЫЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСОВ N-ОКСИДОВ ПИРИДИНА С ФТОРИДОМ БОРА (III)

Лебедев И.С. (2 курс аспирантуры), Викторчук Н. А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Пространственная доступность электронодонорной группы  $N \rightarrow O$ , способность к образованию нелинейных координационных связей, а также широкие возможности к химической модификации, делает N-оксиды пиридина перспективными лигандами для синтеза функциональных координационных соединений.

Целью работы является изучение влияния природы заместителей на структурные, энергетические и спектральные характеристики комплексов N-оксидов пиридина с фторидом бора (III) методами квантовой химии.

В рамках теории функционала плотности (MO62-X/avg-cc-pvTZ, Gaussian09) была проведена геометрическая оптимизация комплексов  $X-PyO-BF_3$  (X:  $H_3CO-$ ,  $H_3C-$ , H-,  $HOOC-$ ,  $O_2N-$ ), рассчитаны частоты колебаний и определены энергии связывания с учетом суперпозиционной ошибки базисного набора ( $E_{св} = E_{X-PyO-BF_3} - E'_{X-PyO} - E'_{BF_3} - E_{BSSE}$ ) (рис.1).

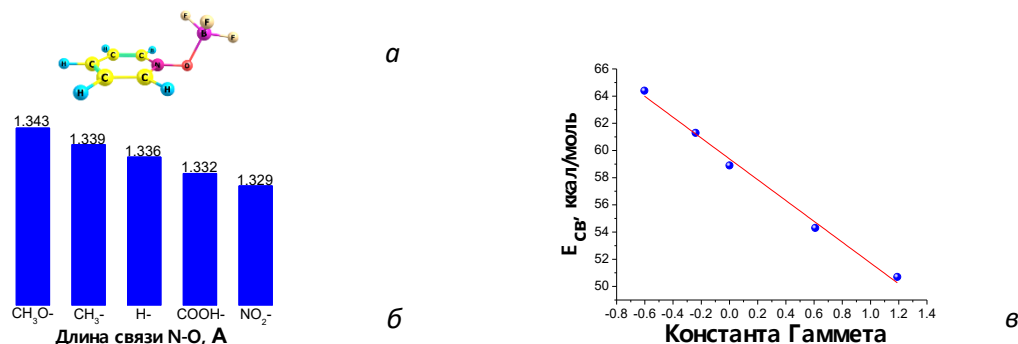


Рисунок 1. Равновесная структура комплекса  $PyO-BF_3$  (а), длины связи O–В (б) и зависимость энергии связывания  $X-PyO$  с  $BF_3$  от констант Гаммета для заместителей в *n*-положении (в).

Линейная зависимость энергии связывания  $X-PyO$  с  $BF_3$  ( $E_{св}$ ) от значений констант Гаммета показывает, что энергия связывания существенно уменьшается при увеличении электроноакцепторной способности заместителя, при этом увеличивается длина и уменьшаются характеристические частоты колебаний связи O–В в рассчитанных ИК-спектрах комплексов.

Таким образом, вариация природы заместителя в *n*-положении оказывает значительный эффект на структурные и энергетические параметры рассмотренных соединений, тем самым позволяя управлять координационными свойствами N-оксидов пиридина.

Руководитель: д.х.н., доц. Белова Н.В.



# ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И МЕЗОМОРФНЫЕ СВОЙСТВА Н-КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ МЕТОКСИ- И МЕТИЛИЗОФТАЛЕВОЙ КИСЛОТ

Ленькова Ю.А. (5 курс)

*Ивановский государственный университет*

Разработка новых ЖК материалов требует детального понимания взаимосвязей молекулярной структуры и свойств соединений, определяемых сложными межмолекулярными взаимодействиями.

Выполнен конформационный поиск для свободных молекул 5-метилизофталевой (метил-ИФК) и 5-метоксиизофталевой кислот (метокси-ИФК) с использованием методов квантовой химии (B3LYP/6-31+G\*, Gaussian09). Наиболее энергетически выгодные конформеры характеризуются «закрытой» группой –COOH, лежащей в плоскости фенила, у которых -ОН фрагмент максимально удален от метил- и метилокси- заместителей. Выполнено квантово-химическое моделирование ассоциатов (рис. а) и Н-комплексов между молекулами метил-ИФК и метокси-ИФК с 4-пиридил-4-пропилоксибензоатом (ППОБ), которые имеют ангулярную структуру. Стабилизация строения комплексов происходит за счет формирования водородных связей между азотом пиридинового эфира и водородом карбоксильной группы кислоты и дополнительного взаимодействия между неподеленными парами кислорода связи C=O и водородом пиридинового фрагмента (рис. б). Отметим, что геометрические параметры водородной связи для ассоциатов метил- и метокси-ИФК, также как для их Н-комплексов отличаются не более чем на 0.01 Å, при этом энергии межмолекулярного взаимодействия и комплексообразования – не более 0.06 ккал/моль. Таким образом, заместитель в производных изофталевых кислот оказывает слабое влияние на прочность водородной связи.

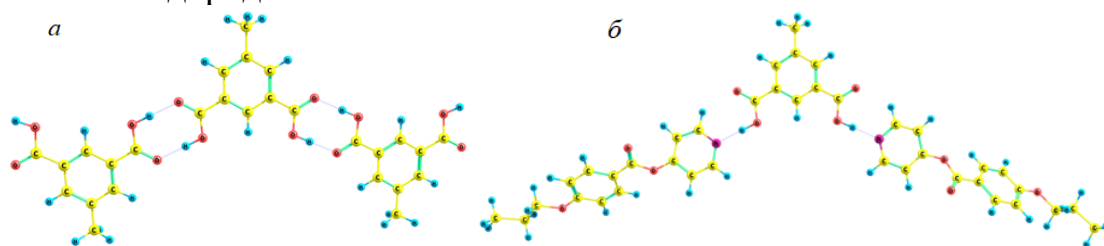


Рисунок. а) ассоциат метил-ИФК; б) Н-комплекс метил-ИФК с ПДОБ

По результатам дифференциальной сканирующей калориметрии более термостабильной мезофазой обладает Н-комплекс с метокси-ИФК (температурный интервал существования мезофазы Н-комплекса метил-ИФК с ПДОБ 170-174 °С, метокси-ИФК 210-212 °С). Так, можно предположить, что полярный атом кислорода приводит к повышению термостабильности.

*Работа выполнена за счёт гранта РНФ (проект №-20-73-00231)*

*Руководители: к.х.н, доц. Лапыкина Е. А., к.х.н, доц. Федоров М. С.*

# РАВНОВЕСНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА 3-МЕТИЛ-4-ЦИАНОФУРОКСАНА

Лобанов Н.В. (4 курс)

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
МИРЭА – Российский технологический университет

Молекула 3-метил-4-цианофуроксана была исследована с помощью методов квантовой химии. Полученные результаты были сопоставлены с данными рентгеноструктурного анализа (РСА) и газовой электронографии (ГЭ) для близкого по строению 3,4-дицианофуроксана.

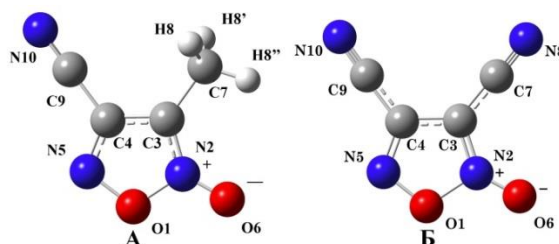


Рисунок 1. Молекулы 3-метил-4-цианофуроксана (А) и 3,4-дицианофуроксана (Б)

Параметры рассматриваемых связей 3-метил-4-цианофуроксана схожи с таковыми у 3,4-дицианофуроксана. Наблюдается существенное расхождение некоторых приведенных параметров с данными, полученными различными методами (ГЭ и РСА).

Таблица 1. Сравнение длин связей 3-метил-4-цианофуроксана и 3,4-дицианофуроксана

	3-метил-4-цианофуроксан		3,4-дицианофуроксан	
	B3LYP-cc-pVTZ	MP2-cc-pVTZ	ГЭ	РСА[1]
$r_e(\text{O1-N5})$	1.340	1.337	1.364(5)	1.366(3)
$r_e(\text{C9-N10})$	1.151	1.173	1.162(3)	1.136(3)
$r_e(\text{C4-C9})$	1.422	1.420	1.414(2)	1.430(3)
$r_e(\text{C3-C7})$	1.486	1.483	1.399(2)	1.418(3)

Длины связей даны в Å.

## Литература

1) Johnson E. C. Safer and Convenient Synthesis of 3,4-Dicyanofuroxan / Johnson E. C., Bukowski E. J., Sausa R. C. // Organic Process Research & Development. – 2019. – Vol. 23. – P. 1275–1279.

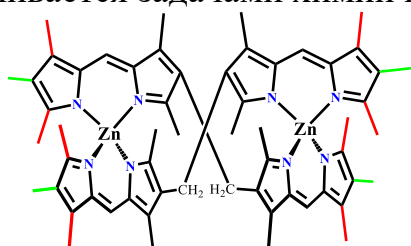
Руководитель аспиранта: д.ф.-м.н. Тарасов Ю.И.

# ПРОЦЕСС ФОТОИНДУЦИРОВАННОГО ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОНА В СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ БИС(ДИПИРРОМЕТЕНАТОВ) ЦИНКА(II) С ФУЛЛЕРЕНОМ C<sub>60</sub>

Луканов М.М. (2 курс магистратуры)

Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, Иваново  
Ивановский государственный химико-технологический университет

Бис(дипиррометенаты) цинка(II) (рисунок 1) – люминофоры с интенсивными спектрами поглощения и флуоресценции и высокой чувствительностью спектральных параметров к структурной модификации и свойствам среды. Это делает возможным тонкую настройку их оптических свойств под необходимые аналитические и производственные задачи. Бис(дипиррометенаты) цинка(II) за счёт сильных  $\pi$ -электронодонорных (D) свойств являются удобной платформой для создания супрамолекулярных комплексов с  $\pi$ -акцепторами (A) различной природы. Особый интерес среди последних представляют фуллерены, применение которых не ограничивается задачами химии ковалентных соединений по типу D-A.



[Zn<sub>2</sub>(1)<sub>2</sub>]: —CH<sub>3</sub>, —CH<sub>3</sub>, —CH<sub>3</sub>

[Zn<sub>2</sub>(2)<sub>2</sub>]: —CH<sub>3</sub>, —CH<sub>3</sub>, —H

[Zn<sub>2</sub>(3)<sub>2</sub>]: —CH<sub>3</sub>, —H, —H

**Рисунок 1** - Структуры бис(дипиррометенатов) цинка(II)

В докладе обсуждаются особенности получения и результаты исследования фотоактивных супрамолекулярных структур бис(дипиррометенатов) цинка(II) с фуллереном C<sub>60</sub>, полученные с привлечением различных физико-химических методов (DOSY, спектроскопия в видимой, УФ- и ИК- областях, времяразрешённая спектроскопия, электрохимические исследования). На основании квантово-химических расчётов была подтверждена структура образующихся супрамолекулярных систем и установлен механизм тушения флуоресценции бис(дипиррометенатов) цинка(II), обусловленный фотоиндуцированным переносом энергии с молекулы донора – бис(дипиррометената) цинка(II) на молекулы акцептора – C<sub>60</sub>. Электрохимические характеристики (плотность фототока, коэффициент преобразования фотоэнергии в ток) супрамолекулярных структур бис(дипиррометенатов) цинка(II) с фуллереном C<sub>60</sub> составили 283.59 мкА·см<sup>-2</sup> и 68.34 % соответственно.

Руководитель: к.х.н., с.н.с. Ксенофонов А.А.

# AB INITIO ТЕРМОХИМИЯ ФТОРИДОВ, ХЛОРИДОВ, ОКСИДОВ И СУЛЬФИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ 10-12 ГРУПП

Мощенко А.Д. (5 курс)

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,  
Федеральный Исследовательский Центр Химической Физики им. Н.Н.  
Семёнова РАН*

Энтальпии образования ( $\Delta H_f$ ) являются фундаментальными характеристиками веществ и необходимы для моделирования процессов в газовой фазе. Наряду с экспериментальными измерениями, квантовая химия является альтернативным источником термодинамических данных. Надёжное предсказание энтальпий образования систем большого размера, таких как комплексы переходных металлов, основано на использовании закона Гесса применительно к модельным реакциям, включающим целевое вещество и соединения,  $\Delta H_f$  которых известны с высокой точностью. Проблема выбора подобных «опорных» соединений особенно актуальна в случае молекул, содержащих переходные металлы, поскольку их термодинамические характеристики в ряде случаев либо не подтверждены независимыми измерениями или теоретическими расчетами, либо отсутствуют. Целью данной работы является верификация имеющихся в литературе экспериментальных и теоретических данных (энергии атомизации, энтальпии образования при 0 и 298.15 K) для фторидов, хлоридов, оксидов и сульфидов переходных металлов 10–12 групп.

Нами были выполнены высокоуровневые квантово-химические расчёты в приближении CCSD(T)/CBS с учётом дополнительных поправок на корреляцию субвалентных электронов, спин-орбитальное взаимодействие и скалярные релятивистские эффекты.

На основе анализа литературных данных и сопоставления их с результатами наших расчётов выбраны соединения, для которых наблюдается наилучшее согласие между экспериментальными и/или теоретически предсказанными энтальпиями образования. Ниже приведены (в ккал/моль) рекомендованные значения  $\Delta_f H(298\text{ K})$ :  $\text{NiF}_2$  ( $-77.8 \pm 1.1$ ),  $\text{NiCl}_2$  ( $-15.7 \pm 2.1$ ),  $\text{NiO}$  (75),  $\text{NiS}$  ( $85.4 \pm 4$ ),  $\text{CuF}_2$  ( $-63.8 \pm 3$ ),  $\text{CuO}$  (76.5),  $\text{CuS}$  (80.5),  $\text{ZnF}_2$  ( $-118.9$ ),  $\text{ZnCl}_2$  ( $-63.5 \pm 0.4$ ),  $\text{ZnO}$  (55.9),  $\text{ZnS}$  (64.5),  $\text{PdCl}_2$  ( $30.7 \pm 2.5$ ),  $\text{PdO}$  ( $92.3 \pm 2.9$ ),  $\text{AgO}$  (83.1),  $\text{AgS}$  (83.1),  $\text{CdF}_2$  ( $-94.4 \pm 1$ ),  $\text{CdCl}_2$  ( $-46.5 \pm 1.1$ ). Для ряда соединений ( $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{PdF}_2$ ,  $\text{AgF}_2$ ,  $\text{AgCl}_2$ ,  $\text{CdO}$ ,  $\text{CdS}$ ) предложено проведение дополнительных экспериментальных измерений.

Работа финансово поддержана грантом Президента Российской Федерации (проект МК-176.2022.1.3)

*Руководитель: к.х.н., в.н.с. Миненков Ю.В.  
Со-руководитель: к.х.н., с.н.с. Отлётов А.А.*

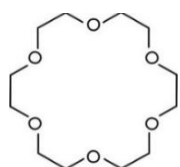
# СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО КОМПЛЕКСА КАРНОЗИНА С КРАУН-ЭФИРОМ

Павлова Э.А. (2 курс), Луканов М.М.

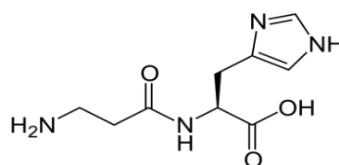
Ивановский государственный химико-технологический университет

В данной работе изучены структурные особенности L-Carn и исследованы особенности образования молекулярного комплекса с краун-эфиром 18-краун-6 (18К6).

L-Carn - дипептид, состоящий из остатков аминокислот β-аланина и гистидина, содержит структурные элементы, обеспечивающие его активный транспорт в организме.

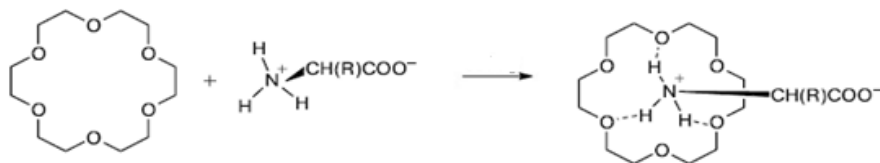


18-краун-6



L-карнозин

Согласно кристаллографическим данным L-Carn в кристалле существует в форме цвиттер-иона, причем образование молекулярных комплексов 18К6 с L-Carn, находящимися в цвиттерионной форме, принято представлять в соответствии со схемой:



Данная схема предполагает наличие трех межмолекулярных связей, образующих комплекс, что возможно лишь в случае существования L-Carn в виде цвиттер-иона.

В результате проведенного конформационного анализа выяснилось, что цвиттер-ионная форма L-Carn является энергетически не выгодной, в свободном состоянии карнозин существует преимущественно в виде конформера, устойчивость которого обусловлена наличием трех внутримолекулярных водородных связей, а также эффектами π-сопряжения внутри имидазольного и карбоксильного фрагментов. Существование же цвиттер-иона в кристалле обусловлено, по всей видимости, особенностями кристаллической упаковки.

Образование молекулярного комплекса устойчивой формы L-Carn с 18К6 происходит, вероятно, за счет альтернативных донорно-акцепторных взаимодействий, так как в молекулярной форме карнозина, отвечающей минимуму на ППЭ, присутствуют атомы водорода с достаточно высокими положительными зарядами.

Научный руководитель: д.х.н., доц. Белова Н.В.

# СТРОЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИКА НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ BODIPY

Постникова Д.А. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Красители ближней инфракрасной области используются во многих сферах. Поэтому изучение таких веществ является перспективной задачей для исследователей. В настоящей работе проводилось квантово-химическое исследование по теории DFT (B3LYP/6-31+G(d,p)) конъюгатов, составленные из фрагментов BODIPY и фталоцианина. Рассмотрено различное связывание этих фрагментов: через прямое связывание, через мостиковые фрагменты  $-C\equiv C-$ ,  $-CH=CH-$ , при этом для каждого случая рассмотрено 4 варианта связывания фрагмента BODIPY и 2 варианта связывания фрагмента фталоцианина (рис.1).

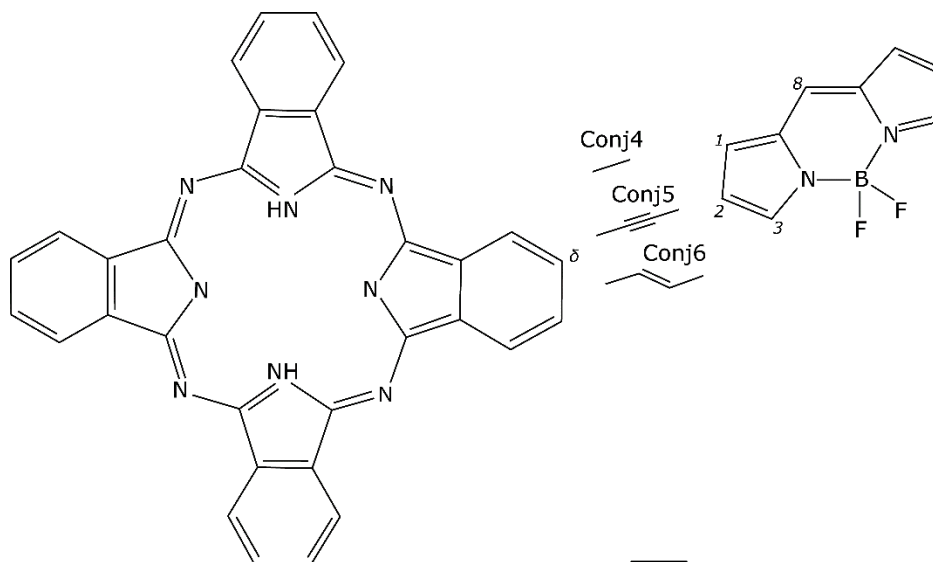


Рис. 1. Молекулярная структура конъюгатов

В ходе работы для начала рассмотрено геометрическое строение структур. Установлено, что независимо от формы связывания, фрагменты конъюгатов несколько искажены в месте присоединения, по сравнению с исходными веществами. Все структуры Conj5 и все, за исключением одной, Conj6 имеют плоское строение. По спектрам возбуждённого состояния определено, что различно связанные конъюгаты имеют схожую картину спектров. Однако спектры изомеров различны. Первый пик поглощения соответствует переходу ВЗМО-НСМО. Анализ молекулярных орбиталей также проведён.

Руководитель: к.х.н., доц. Погонин А.Е.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ ГИББСА СОЛЬВАТАЦИИ КАТИОНА $\text{Na}^+$ В ОРГАНИЧЕСКИХ КАРБОНАТАХ ИЗ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ

Розов Т.П.

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Федеральный Исследовательский Центр Химической Физики им. Н.Н.  
Семёнова РАН, г. Москва*

Взаимодействие ионов с растворителем является движущей силой многих физико-химических процессов, в частности, цикла заряда-разряда аккумуляторов. Одним из параметров определяющих эффективность транспорта иона в аккумуляторе является свободная энергия Гиббса сольватации ( $\Delta G_{\text{solv}}$ ) иона растворителя.

В данной работе с помощью квантово-химических расчетов определена свободная энергия Гиббса сольватации иона  $\text{Na}^+$  в ряде органических карбонатов, являющихся перспективными растворителями для использования в Na-ионных аккумуляторах: бутиленкарбонате, диэтилкарбонате, диметилкарбонате, этиленкарбонате, этилметилкарбонате, пропиленкарбонате, виниленкарбонате.

Расчеты проведены в рамках кластерно-континуумной модели. В этом подходе ион окружается несколькими явными молекулами растворителя с образованием микросольватированного кластера, имитирующего специфические взаимодействия растворенного вещества и растворителя. Затем кластер помещается в диэлектрический континуум для моделирования неспецифических взаимодействий с растворителем.

Большое внимание было уделено поиску репрезентативных низкоэнергетических конформеров микросольватированных кластеров. На финальном этапе энергии найденных структур были вычислены с помощью методов теории функционала плотности (DFT): B3LYP-D3(BJ),  $\omega$ B97M-V, r<sup>2</sup>SCAN-3c, PWPB95-D3(BJ) в газовой фазе, а также в соответствующем растворителе с использованием модели сольватации C-PCM. Термодинамические поправки получены в рамках приближения идеальный газ – жесткий ротор – гармонический осциллятор, модифицированного Ш. Гримме для более корректного вычисления вкладов низкочастотных мод в термодинамические функции.

Финальное теоретическое значение  $\Delta G_{\text{solv}}$  определялось усреднением соответствующих величин, полученных с помощью различных функционалов DFT. Для пропиленкарбоната оно составило  $-87.5 \pm 1.6$  ккал/моль, что очень хорошо согласуется с имеющимися в литературе экспериментальными значениями ( $-88.1 \pm 1.4$  и  $-87.2 \pm 1.4$  ккал/моль).

*Работа финансово поддержана РНФ, проект № 22-23-20206*

*Руководитель: в.н.с., к.х.н. Ю.В. Миненков*



## СТРУКТУРНАЯ НЕЖЕСТКОСТЬ ЗАМЕЩЕННЫХ ТРИС[1,2,4]ТРИАЗОЛО[1,3,5]ТРИАЗИНА

Сахарова Е. А. (1 курс магистратуры)  
Ивановский государственный университет

Трис[1,2,4]триазоло[1,3,5]триазин (ТТТ) – гетероцикл, обладающий высокой термостабильностью и способностью проявлять люминесцентные и мезоморфные свойства. В работе выполнено квантово–химическое моделирование производных ТТТ–R<sub>3</sub>, где R = –Ph–(OC<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>)<sub>2</sub> с целью получения информации о геометрии структур, которая необходима для понимания процессов самосборки подобных соединений (рис. 1). Использован метод DFT с функционалами B3LYP и B97D и базисом 6–311G\*\*, которые привели к аналогичным результатам.

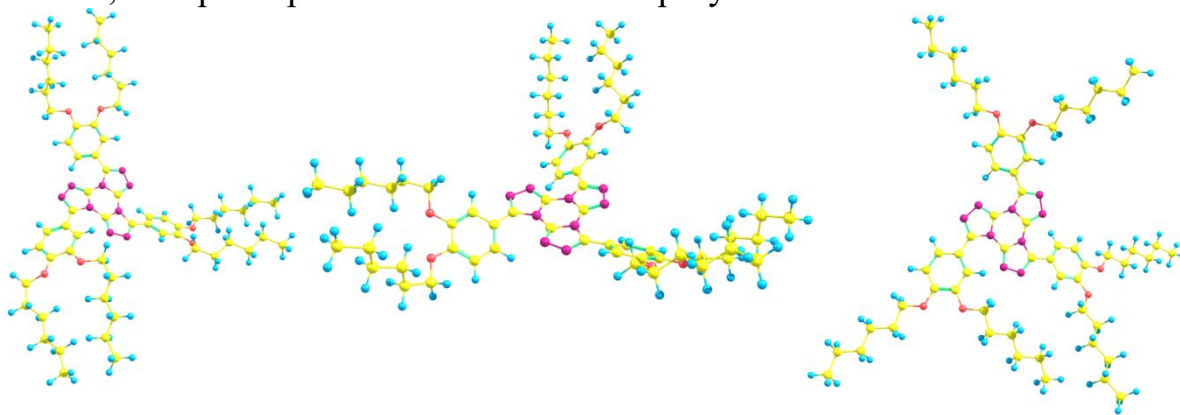


Рис. 1. Конформеры ТТТ (DFT/B97D/6–311G\*\*)

Рассматриваемые структуры обладают широким конформационным многообразием, связанным с разворотом фенильных колец (обуславливает наличие региоизомеров) и положением алкилокси–радикалов относительно –C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>–. Конформеры можно разделить на две группы, значительно отличающиеся по энергии. Энергетически выгодные конформеры характеризуются параллельным расположением –OC<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub> заместителей, выходящих из плоскости фенильного фрагмента (Ph развернуты примерно на 30° по отношению к жесткому остову ТТТ) и образуют открытую (конф. 1) и закрытую (конф. 2) «чашеобразные» структуры. Конформеры менее выгодные по энергии имеют V–образную ориентацию алкилоксизаместителей и располагаются в плоскости фенила. Отмеченная незначительная разница в энергии конформеров 1 и 2 позволяет предположить, что при самосборке возможно изменение конформационного состояния молекул. Такие изменения будут способствовать образованию ассоциатов упорядоченного строения типа «колонок», «лестницы» или других.

*Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (FZZM–2023–0009)  
Руководители: к.х.н., доц. Лапыкина Е. А., д.х.н., проф. Гиричева Н.И.*



# Н-КОМПЛЕКСЫ КОНФОРМЕРОВ ДАНСИЛОВОЙ КИСЛОТЫ С 4-ПИРИДИЛ-4'-ПРОПОКСИБЕНЗОАТОМ

Скворцова К.О. (4 курс)

Ивановский государственный университет

Ароматические сульфокислоты благодаря особенностям строения могут рассматриваться как доноры водородной связи в ЖК комплексах.

Свободная молекула дансильевой кислоты (ДК) по данным квантово-химических расчетов (DFT/B3LYP/сс-pVTZ) имеет девять конформеров, отличающихся взаимной ориентацией групп  $-\text{SO}_3\text{H}$  и  $-\text{N}(\text{CH}_3)_2$  относительно нафталинового остова, которые не оказывают стерического влияния друг на друга. Все конформеры можно разделить на две группы по разности энергии ( $\Delta E=0\div 2$ ,  $\Delta E=4.6\div 6.5$  ккал/моль), отметим, что в каждой группе наиболее выгодными будут структуры с ортогональным расположением связи S–O сульфогруппы по отношению к нафталиновому остову, а менее выгодными – с копланарным. Поэтому на следующем этапе нашей работы было выполнено квантово-химическое моделирование Н-комплексов между молекулами ДК с различным расположением  $-\text{SO}_3\text{H}$  группы и 4-пиридил-4'-пропилоксибензоатом (ПЭ). Выполнена оптимизация геометрических параметров и расчет частот колебаний. Стабилизация комплекса происходит за счет формирования водородной связи между азотом пиридинового фрагмента и водородом сульфогруппы. Проведен расчет энергии комплексообразования и межмолекулярного взаимодействия:  $\Delta E_{\text{компл}} = E_{\text{компл}} - E_{\text{ДК}} - E_{\text{ПЭ}}$  и  $E_{\text{ММВ}} = E_{\text{компл}} - E_{\text{ДК}}(\text{SP}) - E_{\text{ПЭ}}(\text{SP})$ .

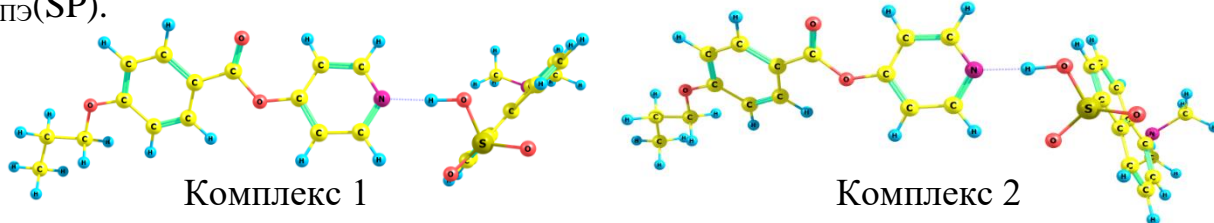


Рисунок. Строение Н-комплексов ДК с ПЭ

Таблица. Характеристики водородной связи в Н-комплексах с ДК

	$r(\text{O}-\text{H})$ , Å	$r(\text{H}\cdots\text{N})$ , Å	$\angle(\text{O}-\text{H}\cdots\text{N})$ , °	$\Delta E_{\text{компл.}}$ , ккал/моль	$\Delta E_{\text{ММВ.}}$ , ккал/моль
Компл.1	1.033	1.606	175.8	-14.04	-17.83
Компл.2	1.040	1.588	176.4	-14.67	-19.06

Анализ характеристик водородной связи показал (см. таблицу), что более устойчивым является Н-комплекс с менее энергетически выгодным конформером ДК.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00091, <https://rscf.ru/project/22-73-00091/>

Руководитель: к.х.н., доц. Лапыкина Е.А.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ СУБЛИМАЦИИ СПИРОПИРАНА ИНДОЛИНОВОГО РЯДА

Спиридонова Н.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Спиропираны – класс органических соединений, которые являются перспективными веществами в качестве материалов электронной техники. Они обладают фотохромными свойствами, то есть их молекулярная структура обратимо изменяется под воздействием ультрафиолетового или видимого излучения. Благодаря этой способности, спиропираны могут быть использованы в технологии производства фотопереклюкателей, детекторов и других устройств. Однако для успешного их применения необходимо иметь достаточную информацию о термодинамических свойствах данного класса соединений.

Работа посвящена изучению термодинамических свойств спиропирана индолинового ряда при помощи термического анализа, высокотемпературной масс-спектрометрии и квантовых расчётов. Объект исследования: 1,3,3-триметил-6'-этоксиг-8'-формил-спиро[индолин-2,2'-2H-хромен].

С помощью термического анализа (ДСК и ТГ) были определены температура плавления ( $T_m = 383$  К), разложения ( $T_d = 509$  К), а также энтальпия плавления ( $\Delta_m H^\circ = 18,2$  кДж·моль<sup>-1</sup>). На основе масс-спектрометрического исследования, анализа энергий появления ионов и температурных зависимостей ионных токов был сделан вывод о том, что единственным молекулярным предшественником зарегистрированных ионов является мономер.

На основании проведённого эксперимента Кнудсена была выполнена калибровка константы чувствительности масс-спектрометра и определено давление спиропирана. Температурная зависимость давления была измерена в интервале температур 310-370 К. Энтальпия сублимации при средней температуре эксперимента составила  $\Delta_s H^\circ(368 \text{ К}) = 122$  кДж·моль<sup>-1</sup> и была пересчитана на 298,15 К с использованием термодинамических функций, полученных в данной работе по температурной зависимости теплоемкости и методами квантовохимических расчётов. Полученная величина составила  $\Delta_s H^\circ(298,15 \text{ К}) = 129$  кДж/моль.

*Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках Государственного задания (проект № FZZW-2023-0010). Исследование выполнено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научной аппаратурой ИГХТУ (при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, проект № 075-15-2021-671)*

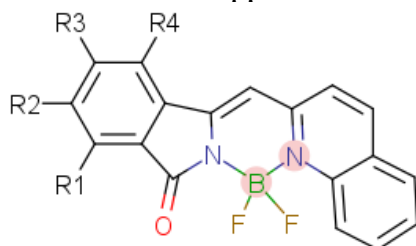
*Руководитель: к.х.н., доц. Дунаев А.М.*

# ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА И ПРИРОДЫ ГАЛОГЕНОВЫХ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ 3-(ХИНОЛИН-2-ИЛМЕТИЛЕН)ИЗОИНДОЛИН-1-ОН НА ЕГО СТРУКТУРНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Шатило А.Г. (2 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Флуоресцентные хелатные комплексы бора(III) с производными дипиррина (BODIPY и подобные) пользуются широкой популярностью в научной литературе благодаря своим уникальным фотофизическим характеристикам, в частности – высоким квантовым выходам флуоресценции и коэффициентам молярной экстинкции. Новым перспективным классом высокофлуоресцентных комплексов бора(III) являются борфторидные комплексы 3-(хинолин-2-илметилен)изоиндолин-1-она. Данное семейство соединений, ввиду ряда структурных и электронных особенностей несет в себе крайне высокий потенциал применения в сенсорике и фотонике. В настоящей работе методами теории функционала плотности исследован ряд галогенпроизводных борфторидных комплексов 3-(хинолин-2-илметилен)изоиндолин-1-она, различающихся количеством и природой атомов галогена в изоиндолиноновом фрагменте:



$R_1=R_2=R_3=R_4=H, F, Cl, Br$

$R_1=R_4=H, R_2=R_3=F, Cl, Br$

В работе рассмотрены эффекты замещения на геометрические параметры комплексов, а также на их электронную структуру в основном и возбужденном состоянии. Результаты проведенных исследований будут использованы для более глубокого описания сольватохромных свойств обсуждаемых соединений в дальнейших изысканиях.

Руководитель: Усольцев С.Д.

**Секция 9. Физико-химические методы  
исследования в органическом и неорганическом  
синтезе**

# АНАЛИЗ ОБМЕННЫХ КАТИОНОВ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА

Андрушойть Д.И., Курилович Е.В. (2 курс)

*Филиал БГТУ «Белорусский государственный колледж промышленности строительных материалов»*

В данной работе для определения катионов калия, натрия, кальция и магния в глинистом сырье использован метод капиллярного электрофореза (МКЭФ). Установлено, что данный метод позволяет определять концентрации ионов от 0,5 мг/дм<sup>3</sup> с погрешностью не более 15% при доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

Целью данного исследования являлось разработка методики определения обменных катионов и выявление оптимальной концентрации вводимого электролита для повышения ионообменной способности.

Водные вытяжки глинистого сырья готовили согласно метрологически аттестованным и стандартным методикам (Госты); вводили электролит в разных концентрациях, раствор оставляли для отстаивания, фильтровали через фильтр «синяя» лента, 1мл водной вытяжки разбавляли до 100 мл дистиллированной водой.

Для расчета количества и оптимальной концентрации вводимого электролита и воды, достаточного для перевода глинистого сырья в вязкотекучее состояние использовали раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$  следующих концентраций: 0,05 М, 0,1М, 0,5М и 1М и дистиллированную воду.

Таблица 1

Степень извлечения обменных катионов (мг/100г) Емкость поглощения глин

С электролита	0,05М $\text{NH}_4\text{Cl}$	0,1 М $\text{NH}_4\text{Cl}$	0,5 М $\text{NH}_4\text{Cl}$	1,0 М $\text{NH}_4\text{Cl}$	$\text{H}_2\text{O}$ (5+50)	$\text{H}_2\text{O}$ (5+150)	$\text{H}_2\text{O}$ (5+200)
Емкость обмена глин (мг/100г)							
$\text{NH}_4^+$	40413	69900	57480	125700	1,08	1,54	4,54
$\text{K}^+$	9720	8130	6360	14061	5,007	10,917	11,84
$\text{Na}^+$	2463	5658	7590	10500	11,795	12,8	30,45
$\text{Mg}^{2+}$	513	1230	2760	2400	10,078	9,696	11,8
$\text{Ca}^{2+}$	5505	8670	11040	5050	31,98	37,374	41,84

Выявлено, что при использовании в качестве электролита раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$  при малых концентрациях степень извлечения  $\text{Ca}^{2+}$  в 1,5 -2 раза больше степени извлечения  $\text{Na}^+$ , а при увеличении концентрации вводимого электролита отмечается увеличение степени поглощения  $\text{Na}^+$  по отношению к  $\text{Ca}^{2+}$  в 2 раза.

Литература:

1. Гост 21216.0-93. Сырье глинистое. Общие требования к методам анализа.

*Руководитель: магистр химических наук Гавриченко С.С.*

## ХИРАЛЬНЫЙ БИС(КАМФОРОЛИДЕН)-3-ФЕНИЛЕНДИАМИН КАК ИНДУКТОР ХИРАЛЬНОЙ НЕМАТИЧЕСКОЙ ФАЗЫ МББА: ЭББА

Батракова А.А. (3 курс), Матрохина А.Н., Новиков И.В., Бурмистров В.А., Александрийский В.В.

В работе изучено влияние хирального оптически активного бис(камфоролиден)-3-фенилендиамина (БК-3-ФДА) с удельным оптическим вращением  $[\alpha]^{25} = -23,19$  на мезоморфные, диэлектрические и оптические свойства нематической жидкокристаллической смеси ЖК-8 на основе N-(п-метоксибензилиден)-п-бутиланилина (МББА) и N-(п-метоксибензилиден)-п-бутиланилина (ЭББА), в соотношении 1:1.

Методом поляризационной термомикроскопии были определены температуры фазовых переходов, интервал существования мезофазы и текстуры исследуемых соединений. Температуры фазовых переходов исследуемых жидкокристаллических смесей свидетельствуют о снижении термостабильности мезофазы с увеличением концентрации допанта. При этом температурный интервал существования жидкого кристалла остается неизменным. С помощью полученных текстур были рассчитаны значения шага спирали при различных температурах и концентрациях допанта. Величина шага спирали в смесях при температурах существования мезофазы практически не меняется и возрастает вблизи нематико-изотропного фазового перехода.

Диэлькометрически получены температурные зависимости компонент диэлектрической проницаемости в хиральной нематической и изотропножидкой фазах. Введение допанта в жидкокристаллическую матрицу ЖК-8, которая обладает незначительной отрицательной диэлектрической анизотропией, приводит к повышению диэлектрической проницаемости  $\epsilon_{\perp}$  и  $\epsilon_{\parallel}$  как в мезофазе, так и в изотропной жидкости. Диэлектрическая анизотропия ( $\Delta\epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$ ), с увеличением концентрации допанта, падает почти до нуля.

Были получены температурные и концентрационные зависимости индексов рефракции и двулучепреломления ( $\Delta n$ ) растворов оптически активного БК-3-ФДА. Анализ этих данных показал, что увеличение концентрации допанта сопровождается незначительным уменьшением двулучепреломления, что связано в основном с падением параметра ориентационного порядка.

*Научный руководитель — д.х.н., проф. Бурмистров В. А.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНОГО КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ BODIPY R6G С СЫВОРОТОЧНЫМИ БЕЛКАМИ КРОВИ

Брызгалов И.И.<sup>1,2</sup>, Бочаров П.С.<sup>1</sup>, Ксенофонтов А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН,  
Иваново, Россия*

<sup>2</sup>*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Иваново, Россия*

*E-mail: [ivanbryz2003@gmail.com](mailto:ivanbryz2003@gmail.com)*

BODIPY (бор(III)дипиррометены) являются перспективным классом флуоресцентных красителей с ценными фотофизическими свойствами. Они имеют высокие молярный коэффициент поглощения и квантовый выход флуоресценции. Кроме того, BODIPY обладают гидрофобными свойствами, что делает их идеальными кандидатами для использования в качестве флуоресцентных зондов гидрофобных областей различных биомолекул.

Цель нашей работы заключалась в исследовании процессов взаимодействия коммерческого красителя BDP R6G с бычьим и человеческим сывороточными альбуминами (BSA и HSA, соответственно). Исследование их процесса супрамолекулярного комплексообразования проводилось с привлечением метода изомолярных серий для систем BDP R6G – SA (PBS, pH=7.42, ДМСО (2,5 об. %)). Тушение флуоресценции BDP с увеличением концентрации белка изучено в рамках теории Штерна-Фольмера при помощи стационарной и времязазрешенной флуоресцентной спектроскопии. Обнаружено, что в случае системы BDP R6G – BSA тушение флуоресценции имеет динамическую природу, в отличие от системы с HSA с доминирующим вкладом статического тушения. Информация о природе и энергетике межчастичных взаимодействий получена с привлечением молекулярного докинга.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения красителя BDP R6G в качестве зонда гидрофобных зон транспортных белков крови.

## СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ХЕЛАТНЫХ РАЗНОЛИГАНДНЫХ АМИНОКИСЛОТНЫХ N,O-КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Галимов М.Н. ( 4 курс ), Д.Р. Абдуллина ( 4 курс )  
Уфимский университет науки и технологий

На основе квантовохимического моделирования проведёно исследование структурных особенностей хелатных аминокислотных разнолигандных комплексов переходных металлов (Co(II), Cu(II), Ni(II), Zn(II)) с аминокислотами – AlaH, GlyH, PheH и ValH общей формулой  $[M(L-Phe)(L)]$ , где L – это Ala, Gly, Val.

Установлены закономерности в реализации структуры комплексов между металлами, а также закономерности в появлении конформации «ванна» или «кресло». Такая реализация структуры может быть связана с тремя факторами, возникающими у оптически активного атома углерода: тетраэдрической геометрией, абсолютной конфигурацией хирального центра (*R,S*), а также с пространственным расположением лигандов относительно комплексообразователя.

Известно, что при образовании разнолигандных аминокислотных комплексов переходных металлов, ионы металла связываются с лигандами путём N,O-хелатирования, образуя два пятичленных цикла [1-3].

Было установлено, что участие иона металла с координационным числом 4 (Cu(II)) или 6 (Co(II), Ni(II)) в комплексообразовании с N,O-лигандами приводит в основном к плоско-квадратной конфигурации [3] в независимости от *цис*-, *транс*-изомерии соединения. В такой структуре атом металла располагается в центре плоского квадрата, а атомы «N» и «O» – в его вершинах. В случае, когда координационное число металла равно 5, то каркас будет искажаться, и то, насколько сильно будет проявляться искажение, будет зависеть от *цис*- или *транс*-конфигурации образующегося комплекса.

### Литература:

1. Berestova T. V., Kuzina L. G., Amineva N. A., Faizrakhmanov I. S., Massalimov I. A., Mustafin A. G. // J. Mol. Struct. 2017. 1137. P. 260-266.
2. Berestova T. V., Khursan S. L., Mustafin A. G. // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular. 2020. V.229. 117950.
3. Berestova, T.V., Gizatov, R.R., Galimov, M.N., Mustafin, A.G. // J. Mol. Struct. 1236. 2021. 130303

*Научный руководитель: к.х.н., доцент Берестова Т.В.*



# **ПРЕДСКАЗАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ $^{11}\text{B}$ ХИМИЧЕСКОГО СДВИГА БОРСОДЕРЖАЩИХ КРАСИТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Исаев Я.И. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе показана модель на основе методов машинного обучения RFR/ALogPS, OEstate + Fragmentor + RDKit (AVALON), которая способна предсказывать значения  $^{11}\text{B}$  химического сдвига для борсодержащих красителей, таких как BODIPYs, boron(III)  $\beta$ -diketonates, ketoiminates и diiminates. Модель продемонстрировала высокую точность предсказаний  $^{11}\text{B}$  химического сдвига (RMSE, 5CV (FINALE training set) = 0.47 ppm, RMSE (TEST set) = 0.22 ppm). Также проведено сравнение модели с подходом DFT/GIAO и выяснено, что точность модели более чем в 3 раза выше, а также ее предсказания гораздо быстрее.

Модель представляет удобный инструмент и базу данных для всех исследователей, что позволит им прогнозировать значение  $^{11}\text{B}$  химического сдвига для указанных красителей. Это значительно упростит задачу исследователям при интерпретации экспериментально определенных  $^{11}\text{B}$  химических сдвигов.

*Руководитель: д.ф.-м.н., Ходов И.А.*

## КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ Fe(II) - МЕРКАЗОЛИЛ-Н<sub>2</sub>O МЕТОДОМ ОКСРЕДМЕТРИИ

Ёрмамадова С.Г., Камолова И.У (аспирантка), Раджабов У.Р  
*Таджикский национальный университета*

Целью исследования является исследование реакции комплексообразования Fe(II) с мерказолилом при 298,15K и ионной силе 0.25моль/л, определение устойчивости и областей доминирования образующихся комплексов в растворе.

Обсуждение результатов. В данной работе приведены данные оксрeдметрических измерений в системе Fe(II) – Merk – Н<sub>2</sub>O, при 298 К и ионной силе раствора 0.25 моль/л. Максимальное число координированных молекул мерказолила присоединённых к иону железа, определено по тангенсу угла наклона зависимости  $\varphi$  от  $\lg C_L$ . Форма кривых зависимости  $\Delta E$  от рН свидетельствует о ступенчатом характере комплексообразования между железом (II) и мерказолилом. Совместный анализ экспериментально полученных зависимостей окислительного потенциала системы ( $\varphi$ ) от рН, концентрации окисленной и восстановленной форм железа, мерказолила, создание стехиометрической матрицы (математической модели) существующих равновесий в растворе показали, что в системе образуются комплексы различного состава.

В результате проведенных исследований установлены состав и области доминирования образующихся комплексных соединений. На основании оксрeдметрических измерений исследуемой системы по предполагаемому составу комплексов была составлена стехиометрическая матрица, образующихся комплексных форм. Выявлено, что Fe(II) с мерказолилом образует пять комплексных форм составов  $[Fe(Merk)_2(H_2O)_2]^0$ ;  $[FeMerk(H_2O)_3]^+$ ;  $[FeMerk(H_2O)_2OH]^0$ ;  $[FeHMerк(H_2O)_2OH]^+$ ;  $[FeHMerк(H_2O)_3]^{2+}$ .

Вывод: С помощью окислительной функции были определены области существования и константа образования моноядерного мерказолилатного комплекса железа(II), имеющий наибольшее численное значения константы образования.

### Литература:

Камолова И.У. Комплексное соединение железа (II) с мерказолилом при 298 К и ионной силе 0,1 моль/л / И.У. Камолова С.Г. Ёрмамадова., У. Раджабов// Материалы юбилейной (70-ой) научно-практической конференции ГОУ «ТГМУ им. Абуали ибни Сино» «Современная медицина: традиции и инновации» с международным участием. 2022. Т. 2.- Стр. 195-196

*Руководитель: д.х.н., проф.Раджабов У. Р.*

## СТАНДАРТНЫЕ ЭНТАЛЬПИИ ОБРАЗОВАНИЯ ГЛИЦИЛ-L-ТИРОЗИНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ДИССОЦИАЦИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Киптикова Е.Е. (1курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Особый интерес представляет собой изучение термохимии биологически активных веществ. Глицил-L-тирозин входит в состав лекарственного препарата «Неонутрина» восполняющего дефицит аминокислот в организме. Это раствор незаменимых и заменимых аминокислот, необходимых для синтеза белка в организме и достижения положительного баланса азота при парентеральном питании и восполнении потерь аминокислот при диализе.

Калориметрические измерения проводили в ампульном калориметре с изотермической оболочкой, термисторным датчиком температуры КМТ-14 и автоматической записью изменения температуры во времени. Работа калориметрической установки была проверена по общепринятым калориметрическим стандартам – теплоте растворения кристаллического хлорида калия в воде. Определены энтальпии растворения кристаллического глицил-L-тирозина в воде при 298.15K прямым калориметрическим методом. Измерения проводили на калориметрической установке с автоматической записью кривой температура-время. Величины стандартных энтальпий сгорания и образования глицил- L-тирозина были рассчитаны по аддитивно групповому методу основанному на групповой систематике с классификацией фрагментов типа классификации Бенсона, которая учитывает влияние первоначального окружения для атомов. Рассчитаны стандартные энтальпии образования дипептида и продуктов его диссоциации в водном растворе.

*Руководитель: к.х.н., с.н.с. Крутова О.Н.*

## КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ПИРИДОКСИНА С ИОНАМИ Се (III) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Клименцов И.М. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Витамин В6 (пиридоксин) является коферментом белков, которые участвуют в переработке аминокислот и регулируют усвоение белка. Пиридоксин принимает участие в производстве кровяных телец и их красящего пигмента — гемоглобина и участвует в равномерном снабжении клеток глюкозой. Физико-химическое изучение процессов комплексообразования биологически активных лигандов, с ионами редкоземельных металлов представляет несомненный интерес, прежде всего для понимания и разработки новых комплексов на основе этих ионов.

Целью настоящей работы является определение констант устойчивости комплексов  $\text{Ce}^{3+}$  с пиридоксином при  $T=298.15\text{K}$  и  $I=0.2$  ( $\text{KNO}_3$ ) при различных мольных соотношениях  $[\text{M}^{3+}]:[\text{L}]$ .

В работе использовали метод потенциометрического титрования. Растворы пиридоксина фирмы “Sigma” чистотой 99.9 % готовили по точной навеске. Для приготовления растворов  $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3$  использовали препараты марки х.ч., концентрации устанавливали комплексонометрически. Заданное значение ионной силы поддерживали с помощью нитрата калия марки х.ч. Титрантом служил 0.1М бескарбонатный раствор КОН. Концентрация лиганда изменялась от  $6 \cdot 10^{-3}$  до  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Исследования проводили при соотношениях  $\text{M:L} = 1:1$  и  $1:2$ .

Потенциометрическое титрование проходило по стандартной методике. Измерения ЭДС цепи

$\text{Ag, AgCl, KCl}_{\text{нас}} \mid \text{HL}^{\pm}, \text{KNO}_3, \text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \mid \text{стеклян.эл-д}$   
проводили с помощью прибора «Мультитест» ИПЛ-311. Абсолютная погрешность измерения потенциала составляла не более 0,5 мВ. Равновесие считалось установившимся, если измеряемое значение ЭДС не изменялось в пределах 0,1 мВ в течение 5 минут. Температуру 298.15К потенциометрической ячейки, титранта и электрода поддерживали с точностью  $\pm 0,10\text{ K}$  с помощью термостата LOIP и воздушного.

Экспериментальные данные обрабатывали по универсальной программе «PHMETR», предназначенной для расчета констант равновесия с произвольным числом реакций по измеренной равновесной концентрации одной из частиц.

Расчеты показали, что в системе  $\text{Ce(III)}$  - пиридоксин образуются комплексы состава  $\text{CeL}^{2+}$ ,  $\text{CeOHL}^+$ ,  $\text{CeHL}^{3+}$  и  $\text{Ce(OH)}_2\text{L}$ .

*Руководитель: к.х.н., Бычкова С.А.*

**ТЕРМОХИМИЯ РАСТВОРЕНИЯ ТЕТРАХЛОРИДА 5,10,15,20-  
ТЕТРАКИС(1'-КАРБОКСИМЕТИЛ-ПИРИД-4-ИЛ) ПОРФИРИНА И  
5,10,15,20-ТЕТРАКИС(1'-КАРБОКСИМЕТИЛ-ПИРИД-4-ИЛ)  
ТЕТРАБРОМИД ПОРФИРИНА ПРИ 298.15 К**

П.Д. Крутов (аспирант 1курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Сложность и многообразие структур порфиринов определяет специфику их поведения в химических реакциях и физико-химических процессах, имеющих место в растворах. Применение термохимического метода к исследованию сольватационных свойств порфириновых молекул представляет большой практический и теоретический интерес, так как позволяет непосредственно охарактеризовать энергетику межчастичных взаимодействий в растворе.

Растворимые в воде производные тетрапиридилпорфина представляют собой соли галогенидов с многозарядными катионами со сложной ароматической структурой. Значения стандартных энтальпий образования соединений рассчитывали с использованием метода аддитивных групп, основанного на групповой систематике с классификацией фрагментов типа Бенсона, которая учитывает влияние первичного окружения для атомов. Тепловые эффекты растворения кристаллических тетрапиридилпорфинов в воде, и в водных растворах КОН при 298.15 К определяли прямым калориметрическим методом.

Замещенные в пиридинных фрагментах гидрофильными функциональными группами производные тетрапиридилпорфина являются наиболее удобными модельными соединениями порфиринов, представляющими существенный интерес для исследования состояния, сольватации и реакционной способности порфиринов в водных средах.

*Руководитель: д.х.н., проф. Базанов М.И.*

# **СОРБЦИОННЫЕ И СЕЛЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА СТАЦИОНАРНОЙ ФАЗЫ НА ОСНОВЕ СМЕСИ МЕЗОГЕННОГО 4- (2-ГИДРОКСИЭТОКСИ)-4'-ФОРМИЛАЗОБЕНЗОЛА – $\mu$ - ОКСОДИМЕРА ЖЕЛЕЗА 2,8,12,18-ТЕТРАМЕТИЛ-3,7,13,17-ТЕТРА- Н-АМИЛПОРФИНА**

Трохачевская А.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью данной работы является экспериментальное изучение закономерностей адсорбции из газовой фазы определенных структурных и оптических изомеров на диатомитовом адсорбенте, впоследствии модифицированном смесью: 4-(2-гидроксиэтоксигидрокси)-4'-формилазобензол (ГЭОФАБ) –  $\mu$ -оксодимер железа 2,8,12,18-тетраметил-3,7,13,17-тетра-н-амилпорфина ( $\mu$ -ОТМТАР-Fe), а также определение изомерных селективных и термодинамических свойств данного адсорбента в условиях газоадсорбционной хроматографии. Также дополнительной задачей являлось изучение влияния количества макрокомплекса в смешанной стационарной фазе на предмет селективности конечного сорбента.

Объекты исследования синтезировали по методикам [1, 2].

Наличие активных групп в ЖК-матрице, а также присутствие гетероатома и атомов железа в порфириновой молекуле делают предложенную смесь активной для комплексообразования и специфических взаимодействий.

Важное значение для практической хроматографии также имеет селективность разделения соединений, обладающих близкими температурами кипения, но относящихся к различным классам. В этом плане полученный адсорбент также показывает высокие показатели.

Таким образом смешанная неподвижная фаза ГЭОФАБ/ $\mu$ -ОТМТАР-Fe, нанесенная на широкопористый диатомитовый адсорбент Хроматон N-AW, обеспечивает благоприятные условия для сорбционного перераспределения ряда летучих органических веществ из газовой фазы.

Литература:

- 2) Кувшинова, С. А. Мезогенные 4-( $\omega$ -гидроксиалкокси)-4'-формилазобензолы / С. А. Кувшинова, А. В. Завьялов, О. И. Койфман, В. В. Александровский, В. А. Бурмистров // Журн. орг. хим. – 2004. – Т. 40, № 8. – С. 1161–1164.
- 3) Colomban, C. Synthesis and characterization of  $\mu$ -nitrido,  $\mu$ -carbido and  $\mu$ -oxo dimers of iron octapropylporphyrizine / C. Colomban, E. V. Kudrik, D. V. Tyurin, F. Albrieux, S. E. Nefedov, P. Afanasiev, A. B. Sorokin // Dalton Transactions. – 2015. – 44, 5. – P. 2240-2251. DOI: 10.1039/C4DT03207

*Руководитель: к.х.н., доц. Кувшинов Г.В.*

# ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГЛИКОЛИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПОРФИРИНА

Кулик Д.С. (1 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В работе представлены результаты спектрофотометрического исследования основных свойств гликолизированных замещенных производных 5,10,15,20-тетрафенилпорфирина (рисунок 1).

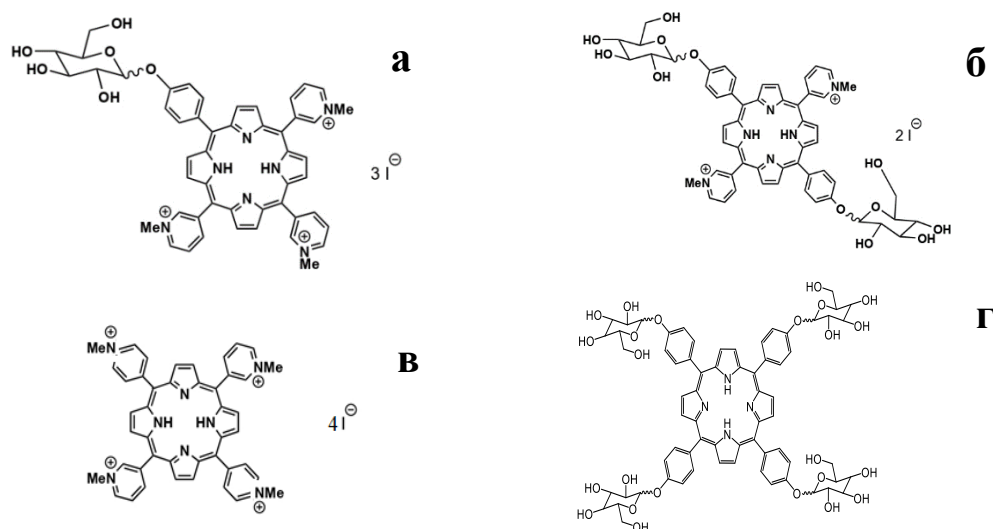


Рисунок 1. Объекты исследования

а - 5-(4'-О-галактозилфенил),10,15,20-три(N-метилпиридин-3-ил)порфин иодид(А3В)

б - 5,15-бис-(4'-О-галактозилфенил),10,20-бис(N-метилпиридин-3-ил)порфина иодид (А2В2)

в - 5,10,15,20-тетра(N-метилпиридин-3-ил)порфина иодид (А4)

г - 5,10,15,20-тетра(4-О-галактозил-фенил)порфин (В4)

Спектрофотометрическим методом изучены основные свойства лигандов (а-г) в ацетонитриле при 298К. Проанализировано влияние замещающих фрагментов, как составных частей макромолекулы на протолитические равновесия при кислотно-основных взаимодействиях лиганда в основных средах и изменение реакционной способности порфириновых лигандов при обменных реакциях.

Замещение на периферии молекулы изменяет свойства лиганда гораздо слабее, чем замещение в  $\beta$  – положение тетрафенилпорфина. Анализ значений суммарных констант основности для А3В, А2В2, А4, В4 в ацетонитриле показал уменьшение основности соединений в ряду:

В4 < Н2ТРР < А3В < А2В2 < А4.

Руководитель: д.х.н., проф. Пуховская С.Г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА (II) С МЕТИОНИНОМ

Мадиномов А., (соискатель), Раджабов У.Р.

*Таджикский государственный медицинский университет имени Абуали  
ибни Сино*

Целью исследования является синтез, определение растворимости и изучение молярной электрической проводимости комплексных соединений железа (II) с метионином.

Обсуждение результатов. Синтезированы комплексные соединения железа (II) с метионином в разных средах. В качестве растворителей при синтезе были использованы вода, ДМСО (Диметилсульфоксид) и этиловый спирт. Синтезированные координационные соединения сульфата железа (II) с метионином растворимы в воде, диметилформамиде и в диметилсульфоксиде.

Кондуктометрическим методом исследована молярная электрическая проводимость ( $\mu$ ) синтезированных координационных соединений железа (II) с метионином. В качестве растворителя использовали диметилформамид и диметилсульфоксид. Молярную электрическую проводимость координационных соединений измеряли при помощи моста переменного тока Р 5021. Исследовалась концентрационная зависимость молярной электрической проводимости растворов координационных соединений общих составов:  $[\text{FeMet}] \text{HSO}_4$ ,  $[\text{Fe}(\text{Met})_2]$ , конц. спирта 50%. Изучение концентрационной зависимости молярной электрической проводимости растворов комплексов дало возможность определить константы их диссоциации и по численным значениям  $K_{\text{дис.}}$  отнести их к сильным или слабым электролитам[1].

Вывод: Таким образом впервые синтезированы и выделены в твердом виде новых координационных соединений железа (II) с метионином. Показано, что ион сульфат в сульфатных комплексных соединениях железа (II) с метионином находится во внешней сфере комплексов. Показано, что среди координационных соединений железа (II) с метионином имеются как не электролиты, так и электролиты типа 1:1 и 1:2.

Литература:

Раджабов У.Р. Комплексные соединения железа с метионином/  
У.Р.Раджабов, А.Мадиномов// Материалы IX международной научно-практической конференции на тему «Проблемы и перспективы товарной химии и народной медицины». 2022 г. Андижан, 2022. Стр 40-42.

*Руководитель: д.х.н., проф.Раджабов У.Р.*



# ПРОЦЕСС ДЕСТРУКЦИИ ОКТАФЕНИЛПОРФИРАЗИНА ФОСФОРА(V): ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОЛИЗА В ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Мигаль Н.А. (2 курс), Лазовский Д.А. (3 курс аспирантуры)  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Макрогетероциклические комплексы фосфора (V), а именно порфиразины, фталоцианины, корролазины, проявляют уникальные свойства: интенсивное светопоглощение в видимой и ближней-ИК области спектра, способность генерировать синглетный кислород. В связи с указанными особенностями они представляют интерес для науки, так как наличие вышеперечисленных свойств позволяет применять макрогетероциклы фосфора (V) в фотодинамической терапии [1].

Однако, было обнаружено, что октафенилпорфиразин фосфора(V) начинает стремительно разлагаться в присутствии воды в растворителе (пиридин) предположительно до трёхзвенного комплекса (рис.1), светопоглощение которого в видимой области спектра значительно отличается от соответствующего порфиразина.

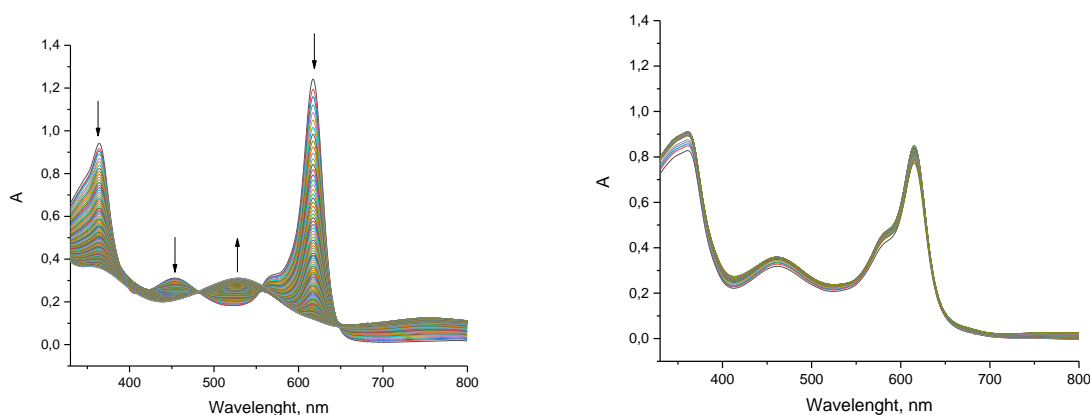


Рисунок 2. Спектральные изменения в процессе гидролиза в ацетоне: слева – в присутствии воды, справа – в сухом ацетоне.

Было проведено изучение процесса распада октафенилпорфиразина фосфора (V) на трёхзвенный комплекс в различных растворителях (пиридин, ацетон, толуол, дихлорметан) для изучения влияния примеси воды в растворителе на распад макроцикла.

Литература:

4) Safonova E. A. Tuning Photochemical and Photophysical Properties of P(V) Phthalocyanines / E. A. Safonova, F. M. Kolomeychuk, D. A. Gvozdev и др. // *Molecules*. – 2023. – №28(3). – №.1094

*Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П.А.*

## НОВЫЕ ДВУХКАНАЛЬНЫЕ КРАСИТЕЛИ НА ОСНОВЕ КОНЬЮГАТА BODIPY-ЦИАНИН

Милошевская О.В. (2 курс)

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук  
Ивановский государственный химико-технологический университет*

Дипиррометенаты бора(III) (BODIPY) – класс люминофоров, известный своими уникальными, легко настраиваемыми физико-химическими (в первую очередь спектральными) свойствами. Сейчас существует большое количество подходов к функционализации ядра BODIPY для применения в разных областях, одним из которых является конъюгация BODIPY с другими красителями. Соединения, получаемые таким способом, могут поглощать и испускать свет сразу в двух областях спектра. Это позволяет получать более полную информацию о биологических объектах и процессах, а также важно для мультиплексирования – одновременного обнаружения нескольких аналитов в образце.

В связи с этим главной задачей исследования стало получение нового конъюгата BODIPY-цианин 7.5 (BDP-Cy7.5) (Рис. 1) в качестве сенсора, обладающего спектральным сигналом в зеленой и ближней ИК областях спектра.

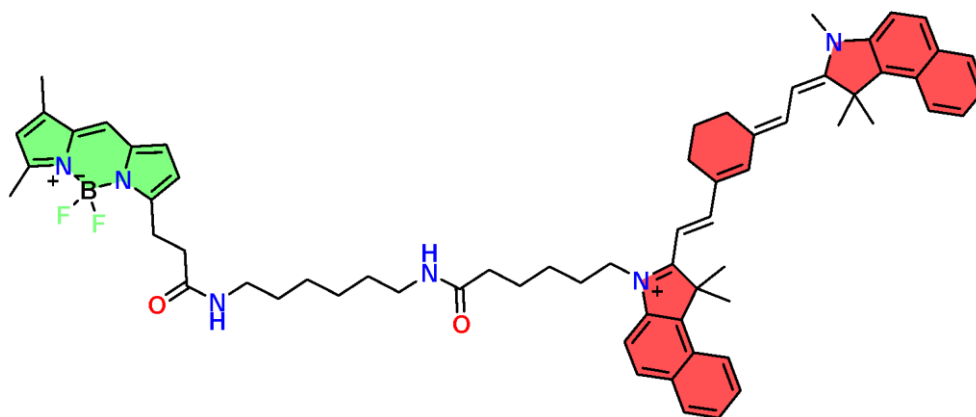


Рис. 1. Структура конъюгата BDP-Cy7.5.

В докладе обсуждаются результаты синтеза, идентификации, исследования спектральных свойств и биологической активности новых двухканальных конъюгатов BODIPY с цианином 7.5.

*Руководитель: к.х.н., с.н.с. ИХР РАН Ксенофонов А.А.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛЮБИЛИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ 2-ГИДРОКСИПРОПИЛ- $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНА И ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА НА ВОДНУЮ РАСТВОРИМОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ПРОИЗВОДНОГО 1,2,4-ТИАДИАЗОЛА

Московцева Е. Д. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

*E-mail: [zhirowaekaterina@yandex.ru](mailto:zhirowaekaterina@yandex.ru)*

Быстрый темп развития патологий нервной системы является глобальной проблемой современного общества. Ученые пытаются разработать новые соединения для лечения нейродегенеративных заболеваний, которые будут взаимодействовать с мишенями рецепторов, и обладать при этом хорошей растворимостью и минимальной токсичностью. В качестве объекта исследования было использовано новое производное 5-амино-3-(2-аминопропил)-1,2,4-тиадиазола с тетраметил-4-пиперидил-заместителем.

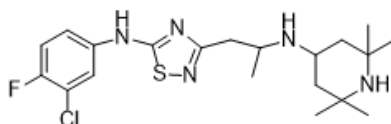


Рис. 1. Структурная формула исследуемого производного

Основной проблемой предклинического применения данного соединения является плохая биодоступность вследствие его низкой водной растворимости. Для улучшения его биодоступности было исследовано влияние 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрина и поливинилпирролдона (ПВП) как солюбилизирующих агентов на растворимость гидрофобного биоактивного производного тиадиазола в водном растворе в интервале температур 293 - 313 К.

Установлено, что присутствие в растворе 2ГП- $\beta$ -ЦД в количестве 0.096 моль/л способствует увеличению растворимости исследуемого соединения в 6.1 раз. При этом наблюдается линейное возрастание растворимости с ростом концентрации 2ГП- $\beta$ -ЦД, что указывает на формирование комплексов включения со стехиометрией 1:1. Показано, что процесс образования супрамолекулярных комплексов является экзотермическим и энтальпийно-определяемым.

Использование ПВП в качестве солюбилизатора в количестве 0.06 моль $\cdot$ л<sup>-1</sup> уменьшило гидрофобность производного тиадиазола в 5.8 раз при T = 298 К.. Однако, в системе с ПВП фазовая диаграмма растворимости исследуемого соединения нелинейна, и увеличение добавки гидрофильного полимера приводит к образованию плохорастворимых комплексов.

*Руководитель: к.х.н. Шарпова А. В.*

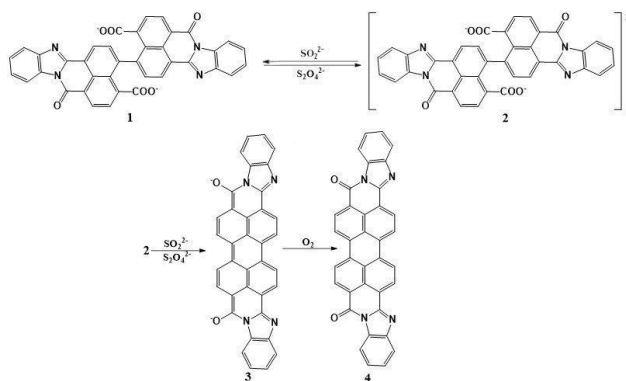
# ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ЦИКЛИЗАЦИЯ N,N'-ДИ(БЕНЗИМИДАЗОЛ)ДИИМИДА 1,1'-БИНАФТИЛ-4,4',8,8'-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ ДИТИОНИТОМ НАТРИЯ В ВОДНО-ЩЕЛОЧНОМ РАСТВОРЕ

Патрушева Д.А. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет  
[danekp997@gmail.com](mailto:danekp997@gmail.com)

Перилендиимиды обладают высокими квантовыми выходами флуоресценции, сильным поглощением в видимой области, фото- и термостабильностью. В виде тонких пленок они используются в электронных устройствах – преобразователях световой энергии в электрическую и различного рода химических сенсорах.

В настоящей работе представлены результаты исследования стадийного механизма реакции взаимодействия N,N'-ди(бензимидазол)диимида 1,1'-бинафтил-4,4',8,8'-дикарбонической кислоты с другим восстановительным агентом – дитионитом натрия. Анализ электронных спектров поглощения, полученных в ходе указанных реакций при различных условиях, показал, что первичной стадией для всех соединений является обратимое образование промежуточного продукта – тетрааниона соответствующего бинафтильного производного (2), который в дальнейшем либо переходит в исходное состояние (1) при малых концентрациях восстановителя, либо в продукт циклизации – производное перилендиимида (3) при больших концентрациях согласно следующей схеме:



Возможность обратимого образования тетрааниона (2) за счет двухэлектронной реакции на углесталловом электроде в щелочном растворе показано также при обработке данных циклической вольтамперометрии.

Руководитель д.х.н., профессор Поленов Юрий Владимирович

# **СТАНДАРТНЫЕ ЭНТАЛЬПИИ ОБРАЗОВАНИЯ РЯДА БИОЛИГАНДОВ (ЛОРНОКСИКАМ, ГЛИЦИЛ-D-ФЕНИЛАЛАНИН И ТЕТРА-4-СУЛЬФОФТАЛОЦИАНИНАТА НИКЕЛЯ)**

Романов Р.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Физико-химическое изучение растворов, выбранных нами в качестве объектов исследования биолигандов (лорноксикама, глицил-D-фенилаланина и тетра-4-сульфофталоцианината никеля) интересно тем, что их можно использовать в качестве модельных соединений более сложных биомолекул. Так, лорноксикам представляет собой производное тиенотиазина амид монокарбоновой кислоты. Используется для лечения болей, в первую очередь возникающих при воспалительных заболеваниях суставов. Сульфофталоцианины (Рс) используются, как красители, эффективные катализаторы различных окислительно-восстановительных реакций, модели при изучении некоторых биологических процессов, а также в медицине. Дипептиды используются в системах адресной доставки лекарственных средств, когда доставка лекарств в очаг заболевания, позволяет увеличить концентрацию доставляемого вещества в нужном месте и блокировать его накопление в здоровых органах и тканях.

Калориметрическим методом определены тепловые эффекты растворения лорноксикама и тетра-4-сульфофталоцианината никеля в растворах щелочи, а кристаллического дипептида в воде и в растворах гидроксида калия. Эксперимент осуществлялся при температуре 298,15К. Измерения теплот растворения исследуемых веществ проводили на калориметре с изотермической оболочкой и автоматической записью температуры-время. Работа калориметрической установки была проверена по общепринятым калориметрическим стандартам – теплоте растворения кристаллического хлорида калия в воде. Величины стандартных энтальпий сгорания и образования объектов исследования. Они были рассчитаны по аддитивно групповому методу, основанному на групповой систематике с классификацией фрагментов типа классификации Бенсона, которая учитывает влияние первоначального окружения для атомов.

Рассчитаны стандартные энтальпии образования лорноксикама, Рс, глицил-D-фенилаланина и продуктов их диссоциации в водном растворе, они являются ключевыми величинами в термохимии данных соединений, открывают возможности проведения строгих термодинамических расчетов в растворах этих соединений.

*Руководитель: к.х.н., с.н.с. Крутова О.Н.*

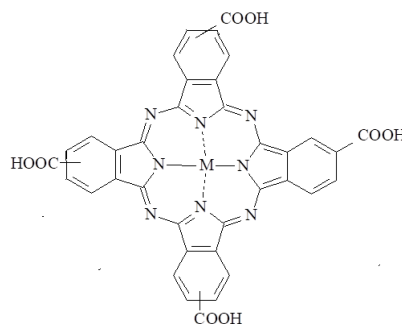
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭНТАЛЬПИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕТРА-4-КАРБОКСИМЕТАЛЛФТАЛОЦИАНИНА ЦИНКА И МЕДИ

Фащевский К.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Исследования фталоцианинов (Pc) и их производных интенсивно развиваются в настоящее время. Одним из направлений модификации Pc является введение различных заместителей в бензольные кольца соединений. Среди замещенных фталоцианинов особое место занимают их карбоксизамещенные. Они обладают растворимостью в слабощелочной среде и могут быть использованы в различных областях науки и техники, например, в качестве красителей, катализаторов различных реакций, исходных соединений для синтеза термостойких полимеров, а также для получения карбоновых производных Pc. В данной работе в качестве объекта исследования были выбраны комплексы тетра-4-карбоксифталоцианина с медью и цинком.

Нами были рассчитаны стандартные энтальпии образования тетра-4-карбоксиметаллофталоцианина цинка и меди в растворе KOH при различных концентрациях и  $T = 298.15$  K и продуктов его диссоциации. Эти величины являются ключевыми в термохимии, открывают возможности проведения строгих термодинамических расчетов в системах этих соединения.



*Рис 1.*

Хотя тетра-4-карбоксиметаллофталоцианины широко известны, однако термохимия их растворения в водных растворах щелочей не изучена. Эти соединения представляют большой научный и практический интерес, поскольку они содержат координационные центры  $H_2N_4$  (координационные центры  $MN_4$  и  $R-COOH$ ), обладающие высокой электроноакцепторной способностью, сильно дифференцированной по электронной природе катионов металлов.

*Руководитель: к.х.н. Крутова О.Н.*

# ПОИСК, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НОВЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ФОРМ ПРОТИВОГРИБКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ КЕТОКОНАЗОЛА

Шалафан Д.Р.<sup>1,2</sup> (4 курс)

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

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

Одной из наиболее актуальных проблем современной медицинской химии является разработка лекарственных соединений. Медицинские препараты, полученные в последние десятилетия, обладают высокой биологической активностью, но при этом практически нерастворимы в водных средах. Одними из наиболее эффективных подходов к решению проблемы повышения растворимости являются методы солеобразования/сокристаллизации и аморфизации. Препараты, полученные путем сокристаллизации, характеризуются более длительным сроком хранения, улучшенной растворимостью и биодоступностью. Переход кристаллического лекарственного средства в аморфную форму обеспечивает повышенную растворимость в первые часы после приёма, а также способен усилить противомикробный, антиоксидантный и противоопухолевый эффект препарата.

В рамках данной работы мы работали над получением новых растворимых форм кетоконазола (КТЗ) — противогрибкового лекарственного препарата, производного имидазола. На первой стадии исследования был проведен поиск известных многокомпонентных форм КТЗ в статьях и патентах. В результате исследования литературы было выявлено, что КТЗ склонен к образованию как сокристаллов, так и соаморфов с различными карбоновыми кислотами. В ходе экспериментальной работы мы применяли методы ультразвуковой обработки суспензии, лиофильной сушки и перемола с добавлением растворителя с целью получения многокомпонентных форм КТЗ с различными органическими кислотами. Скрининг полученных соединений выполнялся при помощи методов дифракционной сканирующей калориметрии (ДСК), рентгенофазового анализа (РФА), термомикроскопии и ИК-спектроскопии.

В ходе исследований были получены новые многокомпонентные формы КТЗ с салициловой, 4-гидроксibenзойной и терефталевой кислотами и определены условия получения чистых кристаллических форм [КТЗ + TRP] и [КТЗ + 4ОНВА]. Чистота кристаллических форм также была подтверждена при помощи термомикроскопии. Результаты ДСК и РФА подтвердили, что система [КТЗ + SA] является аморфной. Результаты ИК-спектроскопии показали, что в данной системе образуется ионная жидкость.

*Руководитель: к.х.н., н.с.отр. Воронин А.П.*

# СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АГРЕГАЦИИ ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Шиловская М.В., Новиков И.В. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Фталоцианин и его производные представляют собой многочисленный класс функциональных органических соединений. Особый интерес представляют металлические комплексы, которые находят своё применение в различных областях, в том числе в фотодинамической терапии. Однако свойства фталоцианинов в растворах зачастую подвержены изменениям в результате их агрегации.

В работе было изучено влияние на агрегацию сульфированных и крабоксилированных производных кобальтовых и никелевых комплексов фталоцианина ряда имидазолиевых ионных жидкостей (ИЖ): 1-этил-3-метилимидазолий бромид ( $[C_2mim]Br$ ), 1-додецил-3-метилимидазолий бромид ( $[C_{12mim}Br]$ ) и хлорид ( $[C_{12mim}Cl]$ ), 1-тетрадецил-3-метилимидазолий хлорид ( $[C_{14mim}Cl]$ ).

С целью изучения агрегации замещённых металлофталоцианинов (МРс) в водных растворах имидазолиевых ИЖ было проведено спектральное исследование этих систем. Для этого применялся метод электронной спектроскопии в УФ, видимой и ближней ИК областях.

В результате проведения экспериментов обнаружено, что агрегация металлофталоцианинов в водных растворах имидазолиевых ионных жидкостей прежде всего зависит от концентрации и структуры ИЖ. В растворе ионной жидкости  $[C_2mim]Br$  агрегация ни сульфо-производных, ни карбоксил-содержащих металлофталоцианинов не наблюдается, в то время как с остальными ИЖ в определённых концентрационных пределах выражена в значительной степени. Причём для растворов  $[C_{12mim}Br]$  и  $[C_{12mim}Cl]$  эти концентрационные пределы практически одинаковы.

Из полученных данных можно сделать вывод, что длина углеводородного хвостика у имидазоливых ИЖ оказывает наиболее существенное влияние на агрегационное поведение МРс в водных растворах, нежели природа катиона в координационном центре фталоцианина. С целью установления основных закономерностей образования агрегатов металлофталоцианинов в водных растворах в присутствии ионных жидкостей планируется расширить круг замещённых фталоцианинов и их металлокомплексов и определить влияние этих процессов на функциональную активность металлокомплексов.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ (грант № 22-23-01076).

*Руководители: мл.н.с. Матис М.Е., к.х.н., доц. Агеева Т.А.*



## **Секция 10. Химия и технология пищевых продуктов**

# РАЗРАБОТКА БИОРАЗЛАГАЕМОЙ ПЛЕНКИ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Андреева А.С. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Упаковка пищевых продуктов является одним из важнейших направлений в пищевой промышленности. Синтетические материалы на сегодняшний день наиболее часто используются для упаковки пищевых продуктов из-за удобства обработки, высокой влагостойкости, малого веса и стоимостных характеристик. Однако растущий спрос на пластмассы привел к глобальному кризису утилизации отходов. Поэтому в настоящее время активно проводятся исследования по разработке технологии получения биоразлагаемых полимерных композиций и изделий на их основе.

Цель работы состояла в разработке биоразлагаемой пленки для упаковки пищевых продуктов на основе природных полимеров.

Разработка и создание композиционных полимерных материалов – одно из наиболее перспективных направлений современного полимерного материаловедения. Свойства композитных пленок можно варьировать в широких пределах в зависимости от используемой основы, типа наполнителя, его дисперсности, концентрации и сочетания нескольких наполнителей.

В качестве основы для изготовления пленки были выбраны два биополимера: хитозан и крахмал. Для получения образцов биоразлагаемой пленки использовался метод литья в чашку Петри. Процесс приготовления состоял из нескольких этапов, таких как получение растворов хитозана и модифицированного крахмала, смешивание полученных растворов, заполнение чашки Петри и сушка формовочной смеси для получения пленки.

Были исследованы возможные биополимеры, подходящие для изготовления пленок. Также обосновано применение определенного соотношения компонентов для разработки биоразлагаемой пленки на основе композиций биополимеров крахмала и хитозана.

*Руководитель: д.х.н., профессор Никифорова Т.Е.*

## ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕДА РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Гордеева А.И. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Мед – это ценный природный продукт, содержащий важные питательные вещества, такие как углеводы, белки, минеральные соли, витамины, ферменты и другие, всего около 300 составляющих. Мед характеризуется антибактериальными, фармакологическими, иммунологическими свойствами.

Мед хорошо известен и популярен во многих странах. Его широко используют не только в качестве пищевого продукта, но и в медицине, косметологии и производстве. Повсеместное распространение меда рождает интерес к его составу.

Увеличение производства мёда влечёт за собой увеличение количества фальсификатов на рынке. Способы фальсификации могут носить различный характер, а также иметь различную меру выраженности. Поэтому исследование качества мёда актуально на сегодняшний день.

В данной работе были проанализированы четыре образца меда, приобретенных как в точках розничной торговли, так и у частных производителей. Были определены следующие физико-химические показатели: влажность - рефрактометрическим методом; содержание сахарозы и редуцирующих веществ – титриметрическим (феррицианидным) методом; диастазное число, характеризующее активность амилалитических ферментов меда, и наличие гидроксиметилфурфурола, отсутствие которого является критерием свежести меда и его натурального происхождения, были оценены визуально после проведения соответствующих качественных реакций. По совокупности органолептических и физико-химических показателей установлено, что ни один из образцов полностью не удовлетворяет всем требованиям, однако выявленные отклонения не являются существенными. Исключение составил образец липового меда (Новгородская обл.), в случае которого завышены влажность и содержание сахарозы в несколько раз, а содержание моносахаридов и активность ферментов наоборот занижены, что наряду с неестественно ярко выраженным ароматом говорит о его ненатуральном происхождении.

*Руководитель: к.х.н., доцент Иванова С.С..*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛЬЦИЙ- И МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ КАРКАСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕРАФИНИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Грачева А.А. (2 курс магистратуры), Савичева Т.С. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Масла в натуральном виде из-за наличия примесей часто не соответствуют предъявляемым к ним требованиям. Адсорбционная рафинация является одной из главных стадий в технологическом процессе очистки масла. Для очистки растительных масел часто применяют природные сорбенты –глинистые материалы, угли, торф, цеолиты. Однако удельная площадь поверхности таких сорбентов невелика и, зачастую, они обладают недостаточной сорбционной способностью в отношении примесей, имеют малый размер пор. Металлосодержащие каркасные структуры (МОКС) имеют высокие удельную поверхность и адсорбционную активность, большой размер и объем пор; интенсивно исследуются в связи с перспективами их широкого использования в качестве катализаторов, сорбентов, для производства лекарств.

В настоящей работе изучена сорбционная активность кальций- и магнийсодержащих каркасных соединений (Ca- и Mg-МОКС соответственно) в отношении примесных ингредиентов: свободных жирных кислот (СЖК), перекисных соединений (ПС) и красящих веществ (КВ), присутствующих в значительном количестве в нерафинированных растительных маслах (подсолнечном, оливковом, рыжиковом), как натуральных, так и подвергнутых высокотемпературной обработке.

Установлено, что исследуемые сорбенты проявляют высокую эффективность, как при очистке исходных масел, так и подвергнутых высокотемпературной обработке. Последние после очистки пригодны к повторному использованию. Показано, что с увеличением времени контакта масла с сорбентом и концентрации последнего, степень сорбции указанных выше примесей увеличивается. Обнаружено, что оба МОКС проявляют более высокую сорбционную активность в отношении СЖК, ПС и КВ, содержащихся в рыжиковом масле. Данный факт обусловлен, по-видимому, наличием в указанном масле более высокого содержания ненасыщенных жирных кислот, легко окисляющихся на свету. Из литературы также известно, что рыжиковое масло наиболее богато красящими соединениями, в частности, пигментами группы хлорофилла.

Результаты работы свидетельствуют о перспективности использования каркасных структур в качестве эффективных и легко регенерируемых сорбентов для очистки растительных масел.

*Руководитель: к.х.н., доц. Власова Е.А.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕСТРУКЦИИ РАЗРАБОТАННЫХ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОМПОСТЕ И В ПОЧВЕ

Гузенко О.А. (1 курс магистратуры), Титова И.И. (10 класс, профильные классы при ИГХТУ)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В наши дни проблема загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами приобрела глобальные масштабы. Тихий океан бороздит «Мусорный» остров, площадь которого сопоставима с площадью Франции. Проанализировав проблему и пути ее решения, можно сделать вывод о том, что наиболее перспективным способом снижения нагрузки, оказываемой отходами пластика на окружающую среду, является частичный переход с полиэтиленовых упаковочных материалов на биоразлагаемую упаковку.

Целью данной работы является подтверждение биоразлагаемости упаковочных материалов, полученных нами по запатентованной технологии, благодаря исследованию их деструкции в компосте и в почве.

Проведение исследования заключалось в следующем. В две стеклянные емкости засыпали компост и садовую землю на высоту 5 см. Готовили образцы пленок путем получения квадратиков площадью 2х2 см. Квадратики взвешивали и закапывали в компост и в почву на глубину 2 см. Емкости с исследуемыми образцами хранили при температуре окружающей среды ( $22 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Влажность компоста и почвы поддерживали опрыскиванием водой один раз в день. Разложение образцов фиксировали через равные промежутки времени (20, 40, 60, 80 дней), осторожно снимая образцы пленок и удаляя налипший грунт фильтровальной бумагой с последующим определением массы очищенных образцов. Вес образцов уменьшался с течением времени. Визуальные наблюдения фиксировали с помощью фотосъемки.

В процессе эксперимента было установлено, что пленки способны к деструкции и в компосте, и в почве. По нашему мнению объяснимо это тем, что полученные упаковочные материалы являются биоразлагаемыми макромолекулярными полимерами гидрофильной природы, поэтому почвенная и компостная влага легко проникает в полимерную сеть, ослабляя полимерные цепи и гидролизуясь почвенными микроорганизмами. Полная деструкция пленок в компосте составила 40 дней, в почве – 60 дней. Деструкция пленок в почве происходит медленнее, чем в компосте. Это можно объяснить различной природой микроорганизмов в компосте и в почве.

*Руководитель: д.х.н., проф. Кузнецов В.В.*

## **ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА И ЦИАНОКОБАЛАМИНА**

Земляной И.С. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Крахмал является наиболее известным полисахаридом. В частности, он используется в пищевой промышленности в качестве загустителя и гелеобразователя. Натуральный крахмал не всегда пригоден для использования в промышленности, поэтому его подвергают химической и физической модификации. Одним из распространенных методов модификации крахмала является окисление, в результате которой гидроксильные группы в цепи крахмала превращаются в карбонильные и карбоксильные. Окисление крахмала приводит к уменьшению вязкости крахмального клейстера и повышению его стабильности.

Для получения окисленной формы крахмала часто используют гипохлорит натрия. Однако он образует токсичные побочные продукты, которые загрязняют окружающую среду. В качестве окислителя можно использовать пероксид водорода, однако его применение требует присутствия в системе катализатора. В качестве катализатора используют сульфат железа, однако он способен проникать внутрь гранулы крахмала, вызывая его окрашивание.

В настоящей работе для получения модифицированных крахмалов предложено использовать пероксид водорода в сочетании с цианокобаламином (витамином В<sub>12</sub>).

Установлено, что данный способ позволяет получить окисленный крахмал, содержащий карбоксильные группы. Установлено, что, варьируя количество цианокобаламина при постоянном количестве пероксида водорода, можно получать крахмал с разным содержанием карбоксильных групп и, следовательно, изменять вязкость клейстера, приготовленного из модифицированного крахмала.

*Руководитель: к.х.н., доц. Найденко Е.В.*

# **ОЦЕНКА ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА КОЗИНАК НА ОСНОВЕ МАСЛИЧНЫХ И ОРЕХОПЛОДНЫХ КУЛЬТУР, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ РЫНКЕ**

Кротова И.М. (2 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе определен жирно-кислотный состав ряда образцов козинак, реализуемых на потребительском рынке.

Жирно-кислотный состав был определен методом газовой хроматографии по ГОСТ 31663-2012 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот».

Оценка образцов козинак проводилась по соотношению полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3.

Жирно-кислотный состав исследуемых образцов характеризуется наличием большого количества полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) (более 54 %), среди которых можно выделить линолевую  $C_{18:2}$  (семейство  $\omega$ -6) и линоленовую  $C_{18:3}$  (семейство  $\omega$ -3) кислоты.

Установлено, что все анализируемые образцы козинак имеют несбалансированное соотношение по содержанию ПНЖК семейств  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6.

Согласно нормативному документу МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" оптимальное соотношение полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3 должно составлять 5-10:1.

Как показал анализ экспериментальных данных, соотношение ПНЖК семейств  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 в образцах козинак далеко от оптимального соотношения и варьируется в пределах (100-550):1, что говорит о повышенном содержании линолевой ( $\omega$ -6) кислоты в составе жировой фазы козинак.

На втором этапе проведена оценка образцов козинак на соответствие функциональному продукту согласно ГОСТ Р 55577-2013 "Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности".

По полученным расчетным данным было установлено, что все образцы козинак на основе подсолнечника, кунжута и арахиса имеют малое количество  $\omega$ -3 жирных кислот и не могут быть отнесены к функциональным продуктам питания.

*Руководитель: к.х.н., доцент Степычева Н.В.*

# **ВЛИЯНИЕ ГАЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ И ГИДРОКСИМЕТАНСУЛЬФИНАТА НАТРИЯ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ВИТАМИНА В<sub>12</sub> В КОКОСОВОЙ ВОДЕ**

Кудряшова Л. А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Традиционными источниками витамина В<sub>12</sub> в питании являются продукты животного происхождения (печень, почки, мясо, рыба, молочные продукты). При исключении данных продуктов из рациона по различным соображениям (например, при вегетарианстве) или при их недостаточном потреблении возрастают риски развития гипо- и авитаминоза. Недостаток витамина В<sub>12</sub> приводит к развитию частичной или вторичной недостаточности фолатов, а также В<sub>12</sub>-дефицитной анемии, лейкопении, тромбоцитопении. Один из способов решения данной проблемы - обогащение различных продуктов, в том числе напитков, витамином В<sub>12</sub> в форме цианокобаламина. В связи с этим актуальной задачей является изучение влияния различных факторов (температуры нагрева, кислорода, состава растительного сырья) на стабильность цианокобаламина.

Цель работы – определение кинетических параметров процессов взаимодействия цианокобаламина с галловой кислотой и гидроксиметансульфинатом натрия в кокосовой воде в аэробных условиях при 50 и 60 °С.

Галловая кислота относится к природным полифенолам, содержащимся в растительном сырье. Известно, что галловая кислота и родственные ей полифенолы какао способны привести к потерям витамина В<sub>12</sub> в молочном шоколаде. Гидроксиметансульфинат натрия (ронгалит) запрещен в производстве продуктов питания, однако известны случаи его добавления в пищу для придания необходимой окраски продукту (например, в Китае выявлены факты добавления ронгалита в палочки из сыра тофу, чтобы сделать их более белыми и плотными).

Концентрацию цианокобаламина определяли спектрофотометрически путем отбора проб в ходе его взаимодействия с галловой кислотой и гидроксиметансульфинатом натрия в кокосовой воде (опыты проводились по отдельности для данных соединений) при 50 и 60 °С в аэробных условиях. Предварительно был проведен контрольный опыт, без добавок. В докладе обсуждается влияние температуры и природы соединения на стабильность цианокобаламина в исследуемом напитке.

*Руководитель: к.х.н. Киселёва А.Г.*



## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕЛЕНОЦИСТИНА С СУЛЬФИНАТАМИ

Кузовлев Н.А. (4 курс), Молодцов П.А., Макаров С.В.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В пищевых продуктах присутствуют многие органические и неорганические соединения селена, однако наибольшую роль играет селеноцистеин. Селеноцистеин (Sec) является 21-й протеиногенной аминокислотой, входящей в состав белков живых организмов. Данная аминокислота активно участвует в окислительно-восстановительных процессах, в том числе, в составе фермента глутатионпероксидаза, а также других ферментов антиоксидантной системы человека. Селеноцистеин является более сильным нуклеофилом при физиологических условиях, чем цистеин, его серосодержащий аналог. Селеноцистеин редко встречается в природе в свободном виде из-за его высокой реакционной способности, более распространенным является окисленное производное селеноцистеина – селеноцистин, которое имеет в своей структуре связь Se-Se.

Известно, что восстановление селеноцистина до селеноцистеина протекает в присутствии тиолов, дитиотреитола, боргидрида натрия и др. В настоящей работе спектрофотометрическим методом изучена реакция селеноцистина с серосодержащими восстановителями – гидроксиметансульфинатом натрия (ГМС) и диоксидом тиомочевины (ДОТМ) – в водных растворах различной кислотности. Установлено, что взаимодействие селеноцистина с указанными сульфидатами сопровождается спектральными изменениями в ультрафиолетовой области спектра, продуктом реакции является селеноцистеин. Восстановление селеноцистина гидроксиметансульфинатом натрия протекает в слабокислых, нейтральных и щелочных средах, реакция с диоксидом тиомочевины протекает только в щелочной среде, что свидетельствует об участии в реакции с селеноцистином продукта распада ДОТМ – сульфоксилата. Определены кинетические параметры реакции селеноцистина с сульфидатами и предложен ее механизм.

*Руководитель: Молодцов П.А., д.х.н., Макаров С.В.*

## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ДЕТСКОГО ПЮРЕ «КАБАЧКИ»

Курганова С.В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Пищевой рацион детей должен быть сбалансированным и полноценным; удовлетворять потребности организма, связанные с бурным ростом и физическим развитием. Достаточная обеспеченность ребенка всеми пищевыми ингредиентами, витаминами и минералами улучшает состояние иммунной системы, положительно влияет на развитие центральной нервной системы, повышает сопротивляемость организма к отрицательным факторам окружающей среды. В настоящее время предлагается широкий ассортимент детского питания для детей до года. Овощные пюре рекомендованы для кормления детей с четырехмесячного возраста. Овощи практически никогда не вызывают аллергии и содержат много полезных нутриентов.

В настоящей работе проведена оценка пищевой ценности детского пюре «Кабачки» расчетным методом с учетом рецептурного состава и рекомендуемых норм физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для детей [1].

Результаты расчетов по макронутриентам показывают, что продукт является сбалансированным по белкам за счет кукурузной муки (7,2 % белка) в составе рецептуры; жиров мало; усвояемых углеводов – в избытке (в муке 72,1 %) [2]. Важно отметить отличие кукурузной муки – она не содержит глютен. Анализируя витаминный состав можно отметить большое содержание витамина В1 (благодаря кукурузной муке – 0,35 мг%) и ниацина (в кабачках – 0,7 мг%, в муке – 3 мг%). Среди минералов в пюре большое содержание калия (в кабачках – 238 мг%) и магния (в муке – 30 мг%) [2]. Калий важен для регуляции водного, кислотного и электролитного баланса; процессов проведения нервных импульсов. Магний является кофактором многих ферментов, участвует в синтезе белков, нуклеиновых кислот, обладает стабилизирующим действием для мембран [1].

### Литература:

5) Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. МР 2.3.1.0253 – Москва, 2021.

6) 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.

*Руководитель: к.х.н., доц. Петрова С.Н.*

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОБАЛАМИНОВ С ПРИРОДНЫМИ АНТИОКСИДАНТАМИ

Логачева О. И. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Витамин В<sub>12</sub> (кобаламины, Cbls) является важнейшим водорастворимым витамином, участвующим во многих биохимических процессах [1]. Стабильность кобаламинов существенно зависит от природы и концентраций присутствующих одновременно с ними в водных растворах окислителей и восстановителей.

В настоящем докладе будут кратко рассмотрены результаты исследований реакций аква- и цианокобаламинов с природными антиоксидантами - аскорбиновой кислотой, глутатионом и полифенолами, выполненных в последние годы в лабораториях кафедры технологии пищевых продуктов и биотехнологии ИГХТУ и других лабораториях. Особое внимание будет уделено обсуждению новых данных о кинетике реакций кобаламинов с двухатомными фенолами – гидрохиноном, резорцином и пирокатехином в аэробных и анаэробных условиях, полученных с использованием спектрофотометрического метода. Показано, что при взаимодействии аквакобаламина с указанными фенолами в анаэробных условиях  $\text{Co}^{3+}$  восстанавливается до  $\text{Co}^{2+}$ , при этом корриновый лиганд не подвергается модификации. Определены кинетические параметры указанной реакции. В присутствии кислорода и особенно пероксида водорода стабильность аквакобаламина в нейтральных средах существенно снижается, наблюдается модификация корринового лиганда. Показано, что для модификации (окисления) лиганда необходимо совместное присутствие окислителя и восстановителя, т.е. необходимой предпосылкой окисления лиганда является образование восстановленного кобаламина (Cbl(II)).

### Литература

- 1) Dereven'kov, I.A., Salnikov, D.S., Silaghi-Dumitrescu, R., Makarov, S.V., Koifman, O.I. Redox chemistry of cobalamin and its derivatives, Coord. Chem. Rev., 2016, 309, 68-83.

*Руководитель: д.х.н., проф. С.В. Макаров.*

## **РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ФОРМ РЕТИНОИДОВ**

Лосева Е.А. (магистрант)

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
ООО «Лаборатория АНГИОФАРМ»*

Еще не так давно рынок изобиловал разными брендами иностранных производителей и у косметологов был широкий выбор прекрасных современных средств, способных эффективно справляться с теми или иными косметическими запросами. Однако в настоящее время большинство иностранных брендов прекратили поставлять свою продукцию на российский рынок, и возникла острая потребность заполнения освободившейся ниши российскими разработками.

Одним из наиболее трендовых и эффективных компонентов в области косметологии на протяжении длительного времени является ретинол и его производные.

Разработана линейка косметических средств, получившая название RETISOLVE, в нее вошли шесть средств, призванные решать две основные косметологические проблемы - это anti-age и anti-acne.

В качестве ведущих активов в омолаживающую серию определили сочетание активов Hydroxypinacolone Retinoate в концентрациях 0,05-0,2% и Retinyl Retinoate в концентрациях 0,06-0,18%, для серии анти-акне был выбран Retinal в концентрациях 0,06-0,18% в пересчете на чистое вещество.

Для усиления основного заявленного действия препаратов и для поддержки эпидермиса в период использования средств рецептуры дополнены растительными ретинолоподобными веществами, увлажняющими компонентами, антиоксидантами, витаминами, биологически активными липидами.

Важным в процессе разработки было с одной стороны обеспечение высоких органолептических свойств продуктов, а с другой - сохранение качества и стабильность препаратов в течение всего срока годности.

Изучена стабильность и установлен срок годности продуктов, определены критические точки производства.

Исследовано омолаживающее действие *in vivo* косметических средств RETISOLVE ANTI AGE посредством применения препаратов на фокус-группе с фиксацией результатов до/после при помощи Antera 3D - аппарата для 3D-визуализации и диагностики кожи. Показано, что все средства линейки глубоко увлажняют и способствуют регенерации кожи. Заметно сокращают морщины

*Руководитель: к.х.н. Романенко Ю. В.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОБАЛАМИНОВ В КАЧЕСТВЕ АНТИДОТОВ

Макарова А. И. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Создание эффективных антидотов – важная задача, которую необходимо решать технологам, поскольку до сих пор во многих производственных процессах приходится использовать вредные вещества, либо они могут выделяться в результате аварий или стихийных бедствий. Одними из самых известных ядовитых веществ являются цианиды. Проблема защиты от цианидов особенно актуальна для гидрометаллургии, в которой они применяются для извлечения золота и серебра из руд методом цианирования, а также для разработки эффективных методов защиты от последствий террористических атак.

В прошлом году показано, что эффективными антидотами на цианид, а также сероводород и метантиол являются системы кобаламин (Cbl, витамин B<sub>12</sub>)-тетразол и особенно кобинамид (Cbi)-тетразол [1]. Однако взаимодействие Cbl и Cbi с тетразолами подробно не изучено.

В настоящем докладе рассмотрены результаты исследований реакций аквакобаламина и диаквакобинамида с 5-аминотетразолом в водных растворах различной кислотности. Показано, что в результате указанных реакций образуются комплексы Cbl - 5-аминотетразол и Cbi - (5-аминотетразол)<sub>2</sub>; с использованием спектрофотометрического метода определены кинетические параметры процессов комплексообразования. Изучено влияние pH на указанные процессы. Исследовано также влияние бычьего сывороточного альбумина (БСА) на комплексообразование в системе Cbi - 5-аминотетразол. Показано, что добавки 5-аминотетразола ингибируют реакцию Cbi-БСА, что важно для эффективного использования кобинамида в качестве антидота.

### Литература

- 1) S. Bhadra et al., Analysis of bisaminotetrazole cobinamide, a next-generation antidote for cyanide, hydrogen sulfide and methanethiol poisoning, in swine plasma by liquid chromatography-tandem mass spectrometry, Journal of Chromatography B 1208 (2022) 123392.

*Руководитель: д.х.н., проф. С.В. Макаров.*

## **ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЙОГУРТОВ**

Савичева Т.С. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Йогурт – самый широко потребляемый на сегодняшний день кисломолочный продукт, соединяющий в себе отличный вкус и лекарственные свойства. Это низкокалорийный продукт (68 ккал/100 г), но, в тоже время, способствует быстрому насыщению организма. Польза йогурта обусловлена наличием живых культур кисломолочных бактерий, количество которых с возрастом в организме человека уменьшается. Использование различных добавок и наполнителей, богатых витаминами и/или пищевыми волокнами, позволит придать йогуртам дополнительные функциональные свойства.

В настоящей работе произведен йогурт 2,5% жирности, а также изучено влияние разных полезных натуральных растительных добавок (спирулины, стевии, геркулеса) на органолептические и физико-химические показатели качества полученного продукта. По мнению дегустаторов (комиссия состояла из 14 человек), по органолептическим свойствам лучшим стал образец йогурта, изготовленный с использованием заменителя сахара - стевии и геркулеса.

Определены физико-химические показатели качества полученных йогуртов (кислотность, массовая доля сухих веществ и белка, pH). Выявлено, что все образцы продукта по данным показателям соответствуют требованиям государственного стандарта. Показано, что в йогуртах с добавкой геркулеса из цельного зерна содержание сухих веществ на 15-20 % больше по сравнению с таковым в остальных образцах продукта. А, следовательно, они более богаты необходимыми полезными веществами и пищевыми волокнами. Массовая доля белка в йогуртах с добавкой спирулины по сравнению с продуктом без этого компонента выше на 19-23 %.

Таким образом, разработанные йогурты позволяют расширить ассортимент продуктов функционального назначения. Использование стевии, имеющей нулевую калорийность, позволит расширить круг потребителей за счет привлечения больных сахарным диабетом. Геркулес – продукт, богатый минералами: Ca, K, P, Fe, Mg, витаминами: B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, E, PP и пищевыми волокнами, поддерживает микрофлору кишечника и стабильный уровень сахара в крови, улучшает общее самочувствие, укрепляет иммунитет и помогает поддерживать здоровый вес.

*Руководитель: к.х.н., доц. Власова Е.А.*

# ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДИОКСИДА ТИОМОЧЕВИНЫ: НОВЫЕ ДАННЫЕ

Филатова Ю.И.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Диоксид тиомочевина ( $(\text{NH}_2)_2\text{CSO}_2$  (ДОТМ)) широко используется в качестве восстановителя в целлюлозно-бумажной и текстильной промышленности, синтезе сульфонов, в процессах полимеризации [1]. Сильные восстановительные свойства диоксид тиомочевина проявляет только в щелочных средах ( $\text{pH} > 9$ ), что обусловлено образованием при его разложении эффективного восстановителя – сульфоксилата  $\text{SO}_2\text{H}^-$ . В кислых водных растворах восстановительные свойства ДОТМ значительно менее выражены. Недавно нами показано, что в реакции с L-цистеином и цистеамином он выступает в роли окислителя, восстанавливаясь до монооксида тиомочевина ( $(\text{NH}_2)_2\text{CSO}$  [2].

В настоящей работе с использованием потенциометрического и спектрофотометрического методов впервые изучена кинетика реакции диоксида тиомочевина и борогидрида натрия в близких к нейтральным водных растворах. Показано, что взаимодействие указанных соединений протекает значительно быстрее, чем реакция ДОТМ с L-цистеином в тех же условиях, причем, в отличие от процесса с участием L-цистеина, наблюдается также быстрое восстановление монооксида тиомочевина. Предложен механизм процесса, определены кинетические параметры указанной реакции при различных  $\text{pH}$  и температурах. Выявлено влияние добавок борогидрида натрия на процесс восстановления красителя кислотного оранжевого (Orange II). Результаты исследований реакции ДОТМ с борогидридом сопоставлены с данными, полученными при изучении процессов взаимодействия диоксида тиомочевина с серосодержащими аминокислотами.

## Литература

- 1) Makarov S.V., Horváth A.K., Silaghi-Dumitrescu R., Gao Q. Sodium Dithionite, Rongalite and Thiourea Oxides. Chemistry and Application. Singapore: World Scientific. 2016. 219 p.
- 2) Макаров С.В., Покровская Е.А., Сальников Д.С., Аманова А.В. Влияние L-цистеина и N-ацетил-L-цистеина на восстановительную активность диоксида тиомочевина в водных растворах. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2020. Т. 63. Вып. 10. С. 4-10.

*Руководитель: к.т.н., доц. Макарова А.С.*

# РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ АМИНОЦИАНОКОБАЛАМИНА

Фугина Д.О. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Витамины играют в жизни человека огромную роль, являясь незаменимыми факторами питания [1]. Они необходимы для всех систем нашего организма. Уникальным является витамин В<sub>12</sub> (кобаламин). Он имеет большое значение в жизнедеятельности человека: возобновляет запасы железа в организме, регулирует основные обменные процессы, способствует повышению иммунного статуса, участвует в делении клеток, синтезе дезоксирибонуклеиновой и рибонуклеиновой кислот, регулировании жирового и аминокислотного обмена, улучшает качество крови.

Витамин В<sub>12</sub> содержится, в основном, в продуктах животного происхождения (мясо, печень, почки, морепродукты, рыба), поэтому его дефицит с высокой частотой выявляется среди вегетарианцев. В случае несбалансированного рациона питания велик риск возникновения В<sub>12</sub>-дефицитной анемии (малокровия).

Одним из направлений химии витамина В<sub>12</sub> является изучение свойств его модифицированных форм. В настоящей работе по реакции цианокобаламина с азотной кислотой с последующим восстановлением нитрогруппы до аминогруппы борогидридом натрия получен С10-аминоцианокобаламин. Синтезированный продукт очищен с помощью колоночной хроматографии. Изучена кинетика реакции полученного комплекса с глутатионом в анаэробных условиях (рН 7.4). Показано, что при взаимодействии С10-аминоцианокобаламина с глутатионом Со<sup>3+</sup> восстанавливается до Со<sup>2+</sup>. Определены кинетические параметры указанной реакции.

## Литература

1) Rakusa, Z.T. Vitamin B<sub>12</sub> in foods, food supplements, and medicines - a review of its role and properties with a focus on its stability / Z.T. Rakusa, R. Roskar, N. Hickey, S. Geremia // Molecules. – 2023. – № 1. – P. 240-270.

*Руководитель: к.х.н., доц. Власова Е.А.*



## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОБАЛАМИНОВ С НИТРОКСИЛОМ

Черевина Е.А. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Нитроксил (HNO) представляет собой продукт одноэлектронного восстановления оксида азота (II). HNO является сигнальной молекулой, обладающей высокой реакционной способностью по отношению ко многим биологическим соединениям. Биологические свойства молекулы HNO позволяют рассматривать ее доноров в качестве медицинских препаратов, благоприятно влияющих на сердечно-сосудистую систему. Одним из наиболее часто используемых доноров HNO является соль Анджели (оксогипонитрит натрия;  $\text{Na}_2(\text{ONNO}_2)$ ).

Кобаламины (витамин  $\text{B}_{12}$ ; Cbls) представляют собой одну из наиболее распространенных в природе групп кофакторов. Известно, что аквакобаламин способен реагировать как с HNO, так и с солью Анджели [1] с образованием нитрозилкобаламина. Однако реакции других форм кобаламинов с HNO остаются неизученными. Целью данной работы являлось изучение реакций циано- (CNCbl), метил- (MeCbl), глутатионил- (GSCbl) и сульфитокобаламинов ( $\text{SO}_3\text{Cbl}$ ) с HNO, генерируемым при разложении соли Анджели.

Установлено, что MeCbl не реагирует с HNO. Реакция CNCbl с HNO протекает с низкой скоростью и приводит к образованию нитрозилкобаламина. Реакции  $\text{SO}_3\text{Cbl}$  и GSCbl с HNO характеризуются более высокими скоростями, чем реакция с CNCbl, и также приводят к образованию нитрозилкобаламина в нейтральной и щелочной средах. Показано, что в слабокислой среде продуктом реакции GSCbl с HNO является нитрокобаламин. Предложен механизм реакции с участием GSCbl, включающий связывание HNO с атомом серы GSCbl. Последующее разложение комплекса до нитро- или нитрозилкобаламинов определяется кислотно-основным равновесием с участием комплекса GSCbl-HNO.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 21-73-10057).

### Литература:

7) Subedi, H. Kinetic and Mechanistic Studies on the Reaction of the Vitamin  $\text{B}_{12}$  Complex Aquacobalamin with the HNO Donor Angeli's Salt: Angeli's Salt and HNO React with Aquacobalamin / H. Subedi, H.A. Hassanin, N.E. Brasch // Inorg. Chem. – 2014. – Vol. 53. – P. 1570–1577.

*Руководитель: к.т.н., доц. Макарова А.С.*

## **Секция 11. Функциональные полимерные материалы**

# СОЛЮБИЛИЗАЦИЯ БАРИЦИТИНИБА ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯМИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Алексеев П.С.<sup>1,2</sup> (2 курс), Гарибян А.А.<sup>2</sup>, Делягина Е.С.<sup>2,3</sup>

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

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

<sup>3</sup>Ивановский государственный университет, Иваново, Россия

Одним из основных направлений фармацевтической химии на данный момент является модификация свойств уже существующих лекарственных соединений (ЛС), проявляющих токсичность из-за низкой растворимости и мембранной проницаемости. Одним из таких ЛС является барицитиниб (BCN, рис. 1) – это селективный иммуномодулирующий препарат нового поколения, который также проявляет противовоспалительный и противоопухолевый эффекты. В 2017 году BCN был одобрен в качестве терапии ревматоидного артрита, а в дальнейшем и для лечения COVID-19.

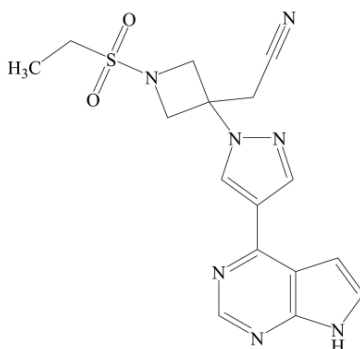


Рис. 1. Структурная формула барицитиниба.

В данной работе, для улучшения биофармацевтических свойств BCN предложено использование полиэтиленгликолей (PEGs), которые могут формировать обратимые комплексы с активными субстанциями, в том числе и с различными ЛС, повышая их растворимость и биодоступность.

В настоящей работе исследовано влияние PEGs различной молекулярной массы на растворимость и коэффициенты мембранной проницаемости BCN в буферных растворах с физиологическим значением pH. На основе полученных фазовых диаграмм растворимости рассчитаны константы связывания BCN с PEGs, рассмотрено влияние температуры и степени полимеризации на проявление солюбилизирующего эффекта и изменение коэффициентов мембранной проницаемости.

*Руководитель: д.х.н., доцент Терехова И. В.*

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 21-73-00119.*

## МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ СОЛИ АГ И ПОЛИАМИДА-6,6

Артамонов А.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Полиамид-6,6 был впервые синтезирован в 1935 г Карозерсом, его производство было начато в 1938 г. Данный полимер является одним из многотонажных полимеров, применяемых для производства синтетических нитей и волокон, также применяется в автомобильной, машиностроительной промышленности, электротехники.

Полиамид-6,6 (анид, найлон-6,6) - гетероцепной полимер, получаемый поликонденсацией адипиновой кислоты и гексаметилендиамина (соли АГ).

$$n\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 + n\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} \rightarrow \text{H}[\text{HN}-(\text{CH}_2)_6-\text{NHCO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}]_n\text{OH} + (2n-1)\text{H}_2\text{O}$$

Образование полиамида-6,6 протекает с выделением воды. Реакция является обратимой и имеет равновесный характер. Равновесие можно сдвинуть в сторону образования полимера, удаляя из сферы реакции побочный продукт- воду. Молекулярная масса полиамида-6,6 определяется временем и температурой реакции.

Исходным продуктом для получения полиамида-6,6 является соль АГ. Качество соли АГ очень важно, так как оно влияет на свойства полученного полимера. Разработанный нами лабораторный метод получения соли АГ, связанный с эквимолярным соотношением исходных компонентов (0,25 молей адипиновой кислоты на 0,25 молей гексаметилендиамина).

Для получения полиамида-6,6 проводят процесс поликонденсации соли АГ. На производстве его проводят при высоких температурах (270-280 °С) и высоких давлениях (16-17 атм.). Нами был разработан лабораторный метод получения полимера при более низкой температуре (265°С) и без давления, проводя первую часть процесса под током инертного газа - азота (N<sub>2</sub>), а вторую часть - под вакуумом. В процессе синтеза были рассмотрены особенности проведения процесса, связанные с временем (весь процесс протекает 4 часа), с током инертного газа (интенсивность тока 2-3 пузырька в секунду) и проведением процесса вакуумирования.

Полиамид-6,6 является очень важным полимером для производства парашютных систем, авиационных шин, текстильных текстурированных нитей.

*Руководитель: д.т.н., доц. Базаров Ю.М.*

## **ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПИГМЕНТНОЙ ПАСТЫ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА**

Астафьева А.А. (3 курс магистратура), Зимарёва П.А. (3 курс бакалавриат)  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Водно-дисперсионные краски в настоящее время являются очень популярным, качественным и перспективным лакокрасочным материалом. Они относятся к числу наиболее экономичных и экологически безопасных, хорошо колеруются и наносятся на очищенные поверхности.

В состав водно-дисперсионных красок кроме пленкообразующих веществ входят пигменты в виде паст, наполнители, вода и вспомогательные функциональные вещества. Основным пигментом, используемый в данном виде красок является диоксид титана, а его количество в пасте достигает порядка 70%(масс.). Диоксид титана является одним из самых эффективных светорассеивающих пигментов, используемых для придания белизны и укрывистости. Однако его высокая стоимость, сокращающиеся ресурсы, энергоёмкость и токсичность его производства обусловило необходимость в замене диоксида титана.

В качестве заменителей диоксида титана в монопигментной пасте в данной работе был предложен ряд белых наполнителей: Omyacarb, Мибари, ПК-пигмент в количестве от 5 до 30% (масс.). Выбор наполнителей был обусловлен природой, размерами и формой частиц наполнителя, а также его стоимостью.

Введение наполнителей в пигментную пасту приводит к незначительному снижению рН системы, вязкости, белизны и светлоты. Наряду с этим наблюдается повышение плотности пасты и значительное изменение укрывистости покрытия. Для Omyacarb и Мибари укрывистость паст имеет экстремальную зависимость.

При введении 30%(масс.) Omyacarb и Мибари в пасту, её технологические параметры будут приближены к значениям монопигментной пасты, а себестоимость можно будет значительно сократить. Замена диоксида титана на Мибари соответствующим количеством приведёт к возрастанию укрывистости пасты до 1,5 раз по сравнению с монопигментной, и тем самым, увеличит расход сырья.

Исходя из вышеописанных результатов можно сделать вывод, что наполнители Omyacarb и Мибари будут более эффективной заменой диоксида титана по сравнению с ПК-пигментом.

*Руководитель: к.х.н., доц. Ларина Ю.Н.*

## **РАЗРАБОТКА ДВУХУПАКОВОЧНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОГО ОЛИГОМЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ ПРИКЛАДНОГО ТВОРЧЕСТВА**

Бойко Н.Ю. (1 курс бакалавриата), Еналиев А.А. (2 курс магистратуры)  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью данной работы была разработка двухупаковочного состава на основе промышленного образца низкомолекулярной эпоксидной смолы, марки YD - 128, обладающей высокой вязкостью, с применением активных разбавителей и отвердителей для получения творческих изделий.

Связующее должно обладать необходимыми параметрами вязкости для использования при комнатной температуре, кроме того отвержденные композиты также должны иметь заданный комплекс свойств.

Для подтверждения структуры исходных веществ (эпоксиды, отвердителей) были сняты ИК-спектры этих соединений.

Вязкость образцов измеряли методом определения текучести по Даниэлю, который адаптировали под наши объекты.

Рассчитаны средние скорости течения неотвержденных составов и реакционных масс с отвердителем для систем с различным содержанием активного разбавителя.

В результате исследований по снижению вязкости системы предложено использовать трехфункциональный активный разбавитель в количестве 10 %. Этого количества достаточно для эффективного снижения вязкости и сохранения свойств отвержденного материала, что подтверждено исследованием покрытий, полученных из систем с различным содержанием разбавителя, на относительную твердость и адгезию к подложке.

По итогам работы предложен эпоксидный состав с применением активного разбавителя линейки Лапроксидов, отвердителя Iroh EN 2042, рассчитана себестоимость состава на единицу продукции. Изготовлены декоративные изделия на основе предложенного композиционного материала. Предложен высокотемпературный способ отверждения композитов с целью получения готовых изделий за более короткий промежуток времени.

*Руководитель: к.х.н. Константинова Е.П.*

# **МОДИФИЦИРОВАНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ОТНОШЕНИИ d-МЕТАЛЛОВ**

Габрин В.А. (2 курс аспирантуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Сорбенты, получаемые из возобновляемого биоразлагаемого сырья, обладающие повышенными сорбционными характеристиками, поддающиеся многократной регенерации и безопасной утилизации, являются ценными и привлекательными для масштабного использования их в процессах очистки водных сред различного происхождения от ионов «тяжелых металлов». В настоящее время остаются актуальными разработка подходов к получению и описание сорбционных характеристик биосорбентов на основе хитозана, обладающих потенциалом обеспечения высокоэффективной очистки различных водных сред от катионов металлов с целью совершенствования сорбционных технологий.

Целью данной работы являлось модифицирование состава гидрогелевых сорбентов на основе хитозана с последующим изучением их сорбционных характеристик по отношению к ионам d-металлов.

С помощью методов поверхностной модификации, объемного наполнения гидрогелевой полимерной сетки, прививки и молекулярной сшивки были получены модифицированные сорбенты на основе хитозана с привлечением основного биополимера и модифицирующих компонентов: додецилсульфат натрия, додецилдиметиламин-N-оксид, 2-этилимидазолат никеля, высокодисперсный диоксид кремния. Рассчитаны основные сорбционные величины модифицированных сорбентов и сопоставлены с таковыми, полученными для исходного не модифицированного сорбента. Главным результатом модифицирования природного биополимера является кратное возрастание величины адсорбции по сорбируемым катионам. Представлена динамика изменения величин адсорбции в зависимости от pH среды. Полученные сорбенты на основе хитозана могут быть предложены в качестве альтернативы промышленным катионитам для доочистки водных растворов от ионов тяжелых металлов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010).*

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

*Руководитель: д.х.н., проф. Никифорова Т.Е.*

## ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ – СШИВАЮЩИЕ АГЕНТЫ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

Дьяков Я.С. (3 курс) Оськин П.В. (1 курс магистратуры)  
*Тульский государственный университет г. Тула, Россия*

Одним из наиболее перспективных материалов для укрепления и обогащения почв органическим веществом являются гуминовые кислоты (ГК). Актуальным является разработка гидрогелей способных одновременно связывать частицы грунта и обладать повышенной влагоудерживающей способностью. В связи с этим перспективным представляется получение композитов на основе сшитого поливинилового спирта (ПВС), где в качестве сшивающего агента выступают природные полимеры – гуминовые кислоты, способные вступать в реакции по радикальному механизму.

В настоящей работе ПВС сшивали в присутствии ГК под действием УФ-излучения. Гуминовые кислоты выделяли щелочной экстракцией из торфов: сфагнового верхового (ГК СВТ), сфагнового переходного (ГК СПТ), черноольхового низинного (ГК ЧНТ) и тростникового низинного (ГК ТНТ). Для получения сшитого полимера 7% раствор ПВС марки 16/1 готовили в присутствии ГК в диапазоне концентраций 1-0,25 г/дм<sup>3</sup>, помещали 5 см<sup>3</sup> полученного раствора в чашки Петри и облучали УФ в течение 1 часа в присутствии кислорода воздуха. Пленки сушили в шкафу при температуре 50 °С. Степень сшивки определяли по массе полимера, растворившегося в воде при 60 °С после сшивки.

Таблица 1 – Влияние концентрации ГК на долю сшитого ПВС

Концентрация ГК, г/дм <sup>3</sup>	Степень сшивки ПВС, %				Влагоемкость, %			
	ГК СВТ	ГК СПТ	ГК ЧНТ	ГК ТНТ	ГК СВТ	ГК СПТ	ГК ЧНТ	ГК ТНТ
1,00	85±4	91±2	82±4	82±6	87±4	83±4	88±1	91±3
0,50	81±2	70±4	44±2	68±8	89±3	91±2	94±4	93±3
0,25	57±2	75±2	–	73±3	96±6	93±1	–	94±2

Показано, что с ростом концентрации ГК в растворе степень сшивки полимера возрастает. Использование ГК в качестве сшивающего агента способствует росту влагоемкости. Наибольшей влагоемкостью обладает полимер при использовании концентрации ГК 0,25 г/дм<sup>3</sup>.

*Руководитель: к.х.н. доц. Дмитриева Е.Д.*



# ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ПИГМЕНТОВ САЖА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИГМЕНТНЫХ ПАСТ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Корпусова М.И. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Технический углерод (сажа) – это аморфный углерод, продукт неполного сгорания или термического разложения углеводородов в неконтролируемых условиях. В больших количествах сажу используют для получения пигментных паст в лакокрасочной и электротехнической промышленности, косметических средствах, в чёрной металлургии.

Основными видами сажи являются канальная, газовая, печная, термическая – из природного газа. Основная составная часть сажи – углерод, количество которого колеблется в различных видах от 88,00 до 99,9%. Кроме углерода в состав сажи входят кислород и водород, присутствующие в саже вследствие адсорбции их частицами сажи из продуктов сгорания сырья.

Качество сажи определяется ее физическими и химическими свойствами, в первую очередь дисперсностью и химическими свойствами поверхности частиц. Оказывает влияние на качество сажи характер вторичных структур, которые образуются из первичных частиц, а также метод производства пигмента. Именно поэтому, различные марки пигмента сажа в одних и тех же составах могут давать расхождения по цветовым характеристикам конечных продуктов.

В рамках выполнения НИОКР нами были исследованы косметические пигментные пасты (ПП) и осуществлен поиск аналогов импортных марок пигментов. Для чего были изучены составы, указанные на этикетках импортных ПП, и проведена серия экспериментов:

- анализ ИК-спектров ПП, полученных на инфракрасном спектрометре Фурье Avatar 360 FT-IR-ESP,
- анализ на массовую долю нелетучих веществ,
- гель-золь анализ высушенных сухих остатков,
- анализ разбелов,
- анализ pH составов,
- анализ дисперсности ПП.

Комплекс проведенных исследований позволил определить состав импортных ПП и качество дисперсной фазы. Предприняты попытки изучить различные марки пигмента сажи на оборудовании ЦКП ИГХТУ.

*Руководитель: к.х.н., доцент Константинова Е.П.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА В ПРИСУТСТВИИ ИНИЦИИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ БИК-СПЕКТРОСКОПИИ

Медведева А.С.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время актуальным является не только создание новых функциональных полимерных материалов с заданным комплексом свойств, но и подбор методов для их исследования.

В настоящей работе показана возможность применения спектрального метода в видимой и ближней ИК-области (БИК-области) для контроля процесса полимеризации метилметакрилата (ММА) в присутствии иницирующей системы на основе тетра-бутоксифенилпорфирина кобальта ( $\text{CoTP}(\text{BuO})\text{P}$ ) и пероксида бензоила (ПБ). Исследование проводили на спектрофотометре Shimadzu UV-3600 Plus. Установлено, что в ходе полимеризации порфирират кобальта окисляется до изопорфирина – появляется пик поглощения на 900 нм, а также происходит уменьшение интенсивности полос поглощения мономера в области 1150 и 1400 нм, что вероятно связано с образованием полимера (рис. 1). Исследовано влияние температуры, соотношения компонентов иницирующей системы на процесс полимеризации.

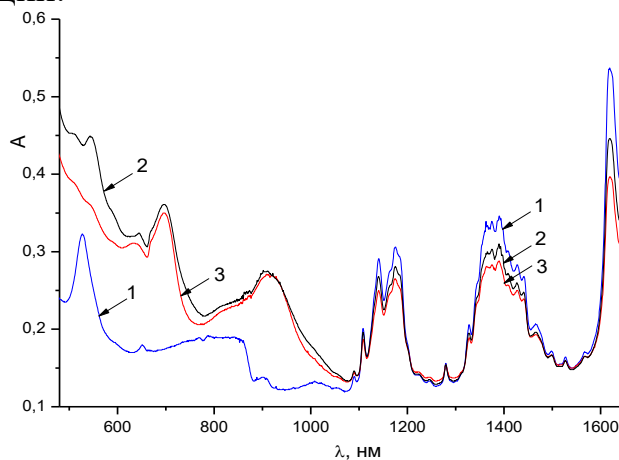


Рис. 1. Электронные спектры поглощения: 1 -  $\text{CoTP}(\text{BuO})\text{P}$  в ММА при 50 °С; 2 -  $\text{CoTP}(\text{BuO})\text{P}$  + ПБ в ММА при 50 °С; 3 -  $\text{CoTP}(\text{BuO})\text{P}$  + ПБ в ММА через 6 суток

Таким образом, применение спектроскопии в видимой и БИК-области позволяет одновременно получить информацию как о состоянии порфирина кобальта в процессе полимеризации, так и проконтролировать переход мономера в полимер.

Исследование выполнено в рамках Государственного задания (проект FZZW-2023-0009) с использованием ресурсов ЦКП ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

*Руководитель: м.н.с. Матис М.Е., к.х.н., доц. Агеева Т.А.*

# ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИЭФИРСУЛЬФОНОВЫХ МЕМБРАН

Пичурова А. А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Мембранные фильтры используются для проведения промышленных и лабораторных процессов, в частности, в медицине для гемодиализа крови и фильтрации биологических жидкостей. Для наибольшей эффективности использования мембраны должны отвечать таким требованиям как: биологическая инертность, быстрая смачиваемость, жёсткость, прочность при растяжении и твёрдость в широком диапазоне рабочих температур, химическая стойкость к воздействию воды, спиртов, растворов кислот и щелочей, жиров. Они должны обладать изотропной структурой без градиента плотности со стабильностью размеров пор и регулярностью их расположения в объёме системы.

Наиболее полному соблюдению всех требований соответствует полисульфон - термопластичный поликонденсационный полимер на базе двухосновных ароматических фенолов и дигалоидариленов, содержащих группу  $-SO_2-$ .

Единственным недостатком использования полисульфона, является его гидрофобность и низкая смачиваемость. Решением этой проблемы является внесение в композицию модифицирующей гидрофиллизирующей добавки поливинилпирролидона ПВП. Были проведены сравнительных испытания образцов полиэфирсульфоновых мембран и определены следующие показатели: производительность по воде, краевые углы смачивания, коэффициенты диффузии паров и проницаемости по методу Дейнеса-Баррера.

Таблица Параметры переноса влаги пористых ПЭС мембран толщиной 105 мкм при 25°C

Марка мембраны	$\Theta$ , мин	$D \cdot 10^{12}$ , $m^2/c$	$P \cdot 10^7$ , $\frac{mg \cdot mm}{cm^2 \cdot c \cdot torr}$	$P \cdot 10^{17}$ , $\frac{m^4}{c \cdot H}$	$\sigma \cdot 10^5$ , $\frac{m^2}{H}$
ПЭС+ПВП1	0,57	51,5	3,82	29,58	0,6
ПЭС+ПВП2	2,26	13,4	2,31	18,15	1,4
ПЭС	3,51	9,6	2,64	21,83	2,3

Низкомолекулярный поливинилпирролидон ПВП1 уменьшает краевой угол смачивания мембран и увеличивает их производительность по воде и газам по сравнению с высокомолекулярным ПВП2.

*Руководитель: д.х.н., проф. Бурмистров В.А.*

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ВОДОРАЗБАВЛЯЕМОЙ ГРУНТОВКИ ВКФ-093 НА ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Плахов А.С. (1 курс маг.), Сурикова М.И.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

С начала использования водоразбавляемых лакокрасочных материалов для электроосаждения и до настоящего времени ощущается острый недостаток в таких материалах.

Окрашивание водоразбавляемой грунтовкой на цветные металлы исследовано недостаточно хорошо и полно. Поэтому в настоящее время, когда снова остро встает вопрос выпуска отечественных изделий микроэлектроники, где требуется высокая адгезия к поверхности и максимальная равномерность по толщине покрытия на изделиях сложной конфигурации, эта разработка может представлять существенный интерес и оказаться востребованной.

Задачей исследования является оптимизация процесса электроосаждения на такие металлы, как алюминий и нейзильбер (сплав никеля и цинка). Известно, что в процессе электроосаждения протекают два типа реакций: электролиз воды и ионизация металла. В связи с этим электроосажденная пленка состоит из двух форм пленкообразователя – кислотной и солевой. В зависимости от доли той или иной формы свойства покрытий могут значительно различаться. В свое время было установлено, что ионизация металла возрастает в ряду Fe, Al, Zn, Ni. Следовательно, доля солевой формы на алюминии и нейзильбере будут разными, что скажется и на их свойствах. Поэтому для каждого вида металлов может варьироваться степень нейтрализации исходных карбоксильных групп пленкообразователя и соответственно условия нанесения грунтовки на поверхность металла (напряжение и продолжительность процесса).



Рис. Влияние степени нейтрализации пленкообразователя на удельную массу и качество покрытий А) на нейзильбере Б) на алюминии.

Результаты исследований показали, что действительно значение удельных масс осажденных покрытий ( $m_{уд}$ ) и их качество значительно различаются на разных видах металлов. Причем с увеличением степени нейтрализации пленкообразователя при определенных значениях напряжения при окрашивании наблюдается достаточно резкое снижение  $m_{уд}$ , что, по-видимому, связано с возрастанием удельной электропроводности водной композиции и смещению равновесия «осаждение-растворение» в сторону последнего процесса.

*Руководитель: к.т.н., доц. Беспалова Г.Н.*

# СТАБИЛИЗАЦИЯ СОСТАВА И МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ВСПУЧИВАЮЩЕЙСЯ КРАСКИ ОЛИГОМЕРНЫМИ ПАВ

Д.А. Птицын (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Экологически безопасные водно-дисперсионные пигментированные лакокрасочные материалы (ПЛКМ) находят в настоящее время широкое применение в строительстве. Для их получения часто используют синтетические и искусственные дисперсии олигомеров и полимеров. Как правило, рецептура огнезащитной краски содержит не менее 15 компонентов, которые должны совмещаться между собой и формировать отвержденное покрытие, обладающее хорошей адгезией и способностью к эффективному вспучиванию в условиях пожара.

Кроме того, очень важно сохранить свойства пигментированного материала в течение длительного срока хранения и предотвратить коагуляцию частиц дисперсной фазы с образованием более крупных агрегатов, следствием чего является расслоение краски.

Анализ рецептуры огнезащитной вспучивающейся краски производителя ООО «Полимер Экспорт» показал необходимость замены некоторых компонентов для улучшения качества состава.

Нами предложено ввести в рецептуру олигомерные поверхностноактивные вещества на основе олигоэфирфосфатов, синтезированных из эпоксидных олигомеров и ортофосфорной кислоты в среде различных растворителей. За счет пространственной стабилизации ПЛКМ олигомерными ПАВ обеспечивается направленная дефлокуляция диспергированных пигментов.

Недостаточное загущение системы, либо не подходящий загуститель может также привести к седиментации частиц дисперсной фазы. Метилгидроксиэтилцеллюлоза (НЕМС) – это загуститель, который активизируется в составе моментально и сразу изменяет его вязкость и вызывает ряд трудностей при дальнейшем введении пигментной части. НЕМС предложено заменить на загуститель пролонгированного действия (QD3000A). Загущение в воднодисперсионных ПЛКМ таком случае происходит в течение всего времени изготовления состава. Проблему воздухововлечения в системе предложено решить применением деаэратров и пеногасителей.

Нами предложены рабочие рецептуры модифицированных огнезащитных воднодисперсионных красок, на основании которых получены огнезащитные составы и исследованы свойства полученных ПЛКМ и покрытий на их основе.

*Руководитель: к.х.н., доц. Константинова Е.П.*

## ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА СШИВКУ ГЕЛЕЙ АЛЬГИНАТА КАЛЬЦИЯ

Селиверстов В.С. (3 курс), Оськин П.В. (1 курс магистратуры)  
*Тульский государственный университет г. Тула, Россия*

Альгинат кальция представляет собой перспективный материал для иммобилизации микроорганизмов, и получения лекарственных препаратов на его основе. Гуминовые кислоты, являясь продуктами биodeградации органических останков, обладают высокой биологической активностью, поэтому разработка композитов на основе альгината кальция и гуминовых кислот представляет большой интерес.

В данной работе исследовали влияние концентрации гуминовых кислот, выделенных из черноольхового низинного торфа и хлорида кальция на степень сшивки гелей альгината. Для этого в 2% раствор альгината натрия вносили различные концентрации (0,05 и 0,1 г/дм<sup>3</sup>) гуминовых кислот. Далее полученный раствор по каплям при активном перемешивании вносили в раствор хлорида кальция различной концентрации (0,025; 0,05; 0,1; 0,2 моль/дм<sup>3</sup>). Полученные шарики альгинатного геля промывали водой и сушили при комнатной температуре до постоянной массы. Для определения степени сшивки полимер промывали водой 60 °С, высушивали при комнатной температуре и взвешивали (таблица 1).

Таблица 1 – степень сшивки гелей альгината кальция в зависимости от концентрации гуминовых кислот и хлорида кальция

Концентрация гуминовых кислот, г/дм <sup>3</sup>	Концентрация хлорида кальция, моль/дм <sup>3</sup>			
	0,025	0,05	0,1	0,2
0,05	7,0	48,1	52,5	77,3
0,1	28,6	55,4	60,3	71,1

Показано, что при увеличении концентрации как гуминовых кислот, так и хлорида кальция степень сшивки альгината возрастает. Таким образом можно констатировать, что гуминовые кислоты являются сшивающим агентом для альгинатных гелей. Максимальная степень сшивки достигается при концентрации хлорида кальция 0,2 моль/дм<sup>3</sup> и не зависит от концентрации гуминовых кислот.

*Руководитель: к.х.н. доц. Дмитриева Е.Д.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ АКРИЛАМИДНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ

Смирнов А.С. (2 курс магистратуры), Коробова В.Д.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В качестве альтернативы традиционным растворителям, а также для увеличения скорости реакции полимеризации, выхода полимеров могут быть использованы ионные жидкости (ИЖ) [1]. Помимо этого, ИЖ применяются для получения ионогелей, что обеспечивает уникальное сочетание свойств, таких как термостабильность, высокая электропроводность и негорючесть [2].

Методом радикальной полимеризации в растворе были получены гидрогели на основе акриламида в присутствии имидазолиевых ИЖ с длиной цепи C<sub>4</sub>-C<sub>8</sub>, а также при различных соотношениях растворитель : ИЖ. Реакцию полимеризации проводили в 1,4-диоксане. В качестве инициатора процесса радикальной полимеризации использовали динитрил азобисизмасляной кислоты, а сшивающего агента – N,N'-метилен-бис-акриламид.

Было установлено, что на значение гель-фракции и сорбционные характеристики гидрогелей влияет длина алкильной цепи используемой ИЖ, с увеличением которой от C<sub>4</sub> до C<sub>8</sub> в большей степени образуются растворимые в воде соединения. Также на растворимость в воде получаемых соединений оказывает влияние количество введенной ИЖ. При увеличении содержания ионной жидкости в реакционной смеси значение гель-фракции уменьшается. Кроме того, соотношение растворитель : ИЖ будет определять сорбционные характеристики акриламидных гидрогелей.

Таким образом, варьирование природы и количества используемой в реакции полимеризации ИЖ позволит получить гидрогели с различной степенью сшивки и сорбционными характеристиками.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (проект № 22-23-01076).

## Литература:

- 1) Выгодский Я.С. Синтез полимеров в ионных жидкостях / Я.С. Выгодский, Е.И. Лозинская, А.С. Шаплов // Рос. Хим. Ж. – 2004. – № 6. – С. 40–50.
- 2) Marr P. C. Ionic liquid gel materials: applications in green and sustainable chemistry / P.C. Marr, A. C. Marr // Green Chemistry. – 2016. – № 18. – С. 105–128.

*Руководитель: к.х.н., н.с. Печникова Н.Л.*

## **МОДИФИКАЦИЯ L-АРГИНИНОМ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА И ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ Cu(II)**

Софронов А.Р. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе исследованы свойства нативного и модифицированного L-аргинином льняного волокна. В результате проведения синтеза диальдегидцеллюлозы путем окисления льняного волокна метапериодатом натрия и присоединения L-аргинина получен новый сорбент, который может быть использован для очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов. Исходя из значений предельной сорбционной емкости, полученных в результате исследования сорбции ионов меди (II), можно сказать, что модифицированное льняное волокно проявляет более высокие сорбционные свойства по сравнению с нативным.

Модифицирование льняного волокна. С целью повышения сорбционной емкости льняного волокна была проведена его модификация L-аргинином. Данный способ включает окисление целлюлозы льна метапериодатом натрия с образованием диальдегидцеллюлозы и последующую обработку L-аргинином.

Для определения и сравнения максимальной сорбционной емкости исходного и модифицированного льна были получены изотермы сорбции ионов Cu(II) из водного раствора.

### **Выводы**

Получен сорбент для очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов обработкой льняного волокна L-аргинином и исследована его сорбционная емкость по отношению к ионам Cu(II).

Модифицированное льняное волокно обладает более высокими равновесно-кинетическими свойствами и может быть использовано в качестве сорбента для очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов.

### **Литература:**

1. Никифорова, Т.Е. Извлечение ионов меди сорбентом на основе льняного волокна, модифицированного L-аргинином / Т.Е. Никифорова, Д.А. Вокурова, А.Р. Софронов // От химии к технологии шаг за шагом – 2022. Т. 3, вып. 3. С. 17-26.

*Руководитель: д.х.н., проф. Никифорова Т.Е.*



**Секция 12. Макрогетероциклические соединения  
для органической электроники, катализа и  
медицины**

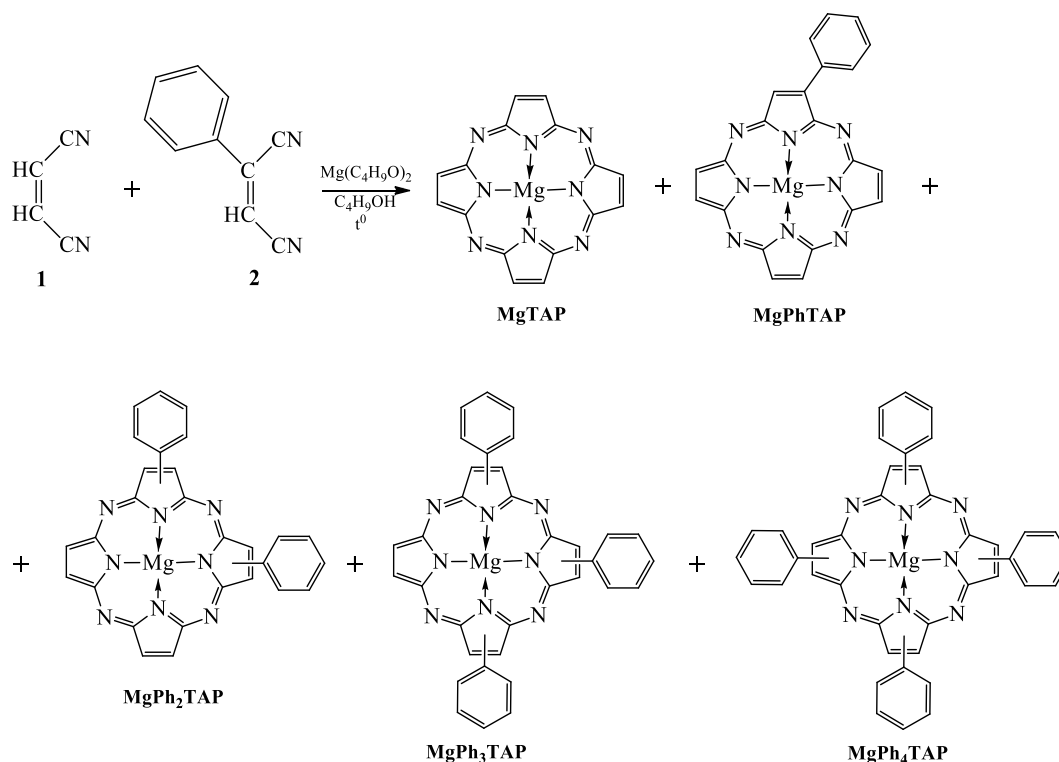
# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ФЕНИЛПОРФИРАЗИНОВ

Абиева Ф.А. (3 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Методом темплатной соконденсации малеодинитрила (1) и монофенилмалеодинитрила (2) в присутствии бутилата магния в бутаноле при температуре кипения спирта была получена смесь Mg(II) комплексов тетраазапорфиринов, содержащих различное количество фенильных колец.

Схема



Разделение комплексов тетраазапорфиринов проводили методом колоночной хроматографии на  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , в качестве элюента использовали смесь  $\text{CHCl}_3$ - $\text{CH}_3\text{OH}$  (1-30 %). Полученные соединения охарактеризованы методами элементного анализа, масс-спектрометрии, ИК-,  $^1\text{H}$  ЯМР- и электронной абсорбционной спектроскопии. Свободные лиганды получали обработкой комплексов 100%-ной  $\text{CF}_3\text{COOH}$ .

Исследована реакция кислотно-основного взаимодействия фенилпроизводных тетраазапорфирина в среде  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ - $\text{CF}_3\text{COOH}$ . Показано, что последовательное введение фенильных колец увеличивает основность макроцикла.

Руководитель: к.х.н. Малясова А.С.

# КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПОЛИПОРФИРИНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АМИНОЗАМЕЩЕННЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРОВ

Балдина А.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Интерес к созданию новых функциональных материалов на основе порфиринов возрастает с каждым годом, благодаря их уникальным оптическим, электронным и химическим свойствам. Порфирины представляют собой природные пигменты, находящие множество применений в различных областях: оптоэлектронике, нанотехнологиях, в качестве сенсоров и запоминающих устройств, в качестве электрокатализаторов, в качестве агентов фотодинамической терапии для лечения рака в медицине, и это лишь некоторые из возможных направлений применения. Для использования порфиринов во многих выше перечисленных областях наиболее пригодны полипорфириновые пленки, в которых с одной стороны сохраняются уникальные свойства порфиринов-мономеров, а с другой — обеспечивается прочный контакт с электропроводящей подложкой.

В настоящей работе электрохимическим методом получены полипорфириновые пленки поли-5,15-ди(4-аминофенил)-10,20-дифенилпорфирина и поли-5,10,15-три(4-аминофенил)-20-фенилпорфирина. Осаждение проводили методом циклической вольтамперометрии из растворов в дихлорметане. Для определения химического состава и установления новых связей в полипорфиринах использовали спектральные методы: электронные спектры поглощения и ИК-спектры. Морфологию поверхности полипорфириновых пленок изучали при помощи сканирующего электронного микроскопа.

Установлено, что формирование полипорфиринов происходит через амино-группы фенильных заместителей, с образованием феназиновых и дигидрофеназиновых фрагментов, при этом порфириновая платформа в полипорфирине сохраняется. Поверхность пленки на основе 5,10,15-три(4-аминофенил)-20-фенилпорфирина более развитая, а образования на поверхности объемные и разветвленные.

Электроосажденные полипорфириновые пленки исследованы на каталитическую активность в реакции электровосстановления кислорода. Определено, что исследованные полипорфирины проявляют каталитическую активность. Наиболее эффективным катализатором в реакции электровосстановления кислорода является поли-5,10,15-три(4-аминофенил)-20-фенилпорфирин.

*Руководитель: к. т. н. с. ИХР РАН, Тесакова М.В.*

# **АГРЕГАЦИЯ ХЛОРИНОВЫХ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ С ЗАРЯЖЕННЫМИ ГРУППАМИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С МИЦЕЛЛАМИ НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ**

Бондарева Т.В. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

В последние годы широкое развитие и повсеместное использование в медицинской практике имеет метод фотодинамической терапии (ФДТ), подходящий для лечения как опухолевых заболеваний, так и устойчивых бактериальных инфекций. Одним из важнейших факторов, определяющих эффективность действия фотосенсибилизаторов (ФС), является их способность преодолевать липидные мембраны и накапливаться в клетке [1], для чего перспективный ФС должен обладать оптимальным гидрофильно – липофильным балансом. Главным недостатком фотосенсибилизаторов (ФС) хлоринового и порфиринового типа, даже содержащих в структуре гидрофильные группы, является склонность молекул образовывать агрегированные формы при терапевтических концентрациях, что существенно снижает эффективность метода. ФС третьего поколения, применяемые в настоящее время в клинической практике, представляют собой комбинации лекарственного препарата со средствами доставки, в частности, мицеллярными либо полимерными носителями, что решает также проблему агрегированности и низкой растворимости ФС в водных растворах.

В работе представлено исследование ряда потенциальных ФС порфиринового и хлоринового типа. Методом фотонной корреляционной спектроскопии были зафиксированы агрегированные формы в воде и в водных растворах в присутствии неионогенных или полимерных ПАВ (Твин 80, ПВП). Согласно предложенной ранее математической модели [2] спектрофотометрически рассчитаны константы связывания ФС-ПАВ (Твин 80, ПВП, Pluronic P123). Представлены результаты экспериментов по тушению флуоресценции ФС, солюбилизированных Твин 80, в водных растворах KI.

## **Литература**

- 1) A. V. Kustov, M. A. Krestyaninov, S. O. Kruchin, O. V. Shukhto, T. V. Kustova, D. V. Belykh, I. S. Khudyaeva, M. O. Koifman, P. B. Razgovorov, D. B. Berezin// Mendeleev Communications - 2021.- № 31, 1.- С.65-672.
- 2) D.B. Berezin, A.V. Kustov, M.A. Krest'yaninov, O.V. Shukhto, D.V. Batov, N.V. Kukushkina, J. Mol. Liq. -2019.- № 263. - С.49

*Руководитель: доцент Шухто О.В*

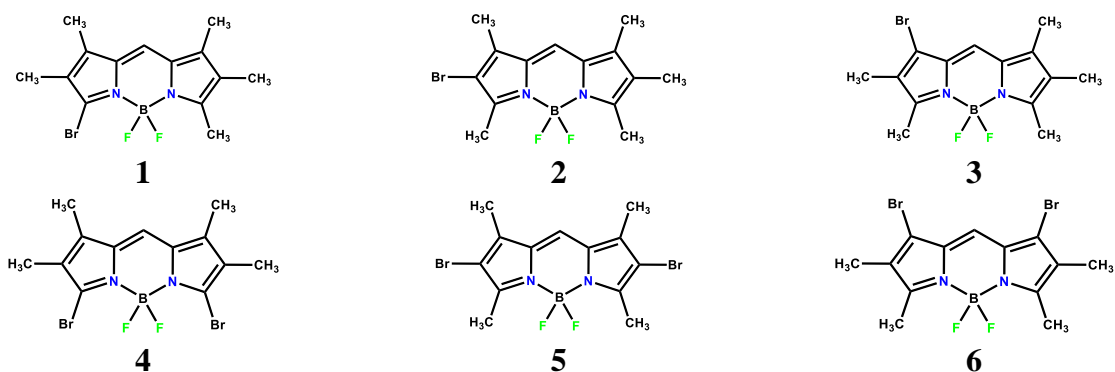
# МОНО- И ДИ-БРОМ-ВODIPY: СПЕКТРАЛЬНЫЕ, ГЕНЕРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И АГРЕГАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ В РАСТВОРАХ

Догадаева С.А. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время, в связи с ростом числа онкологических заболеваний и применения методик ФДТ для их диагностики и лечения, возникает потребность в биосовместимых тераностических агентах с функциями люминесцентных биомаркеров и генераторов синглетного кислорода. Перспективными ФДТ-агентами показали себя галоген-замещенные дипиррометенаты бора(III) (BODIPY), однако, у большинства из них, при высоком квантовом выходе генерации синглетного кислорода, флуоресценция почти полностью потушена. Другой проблемой практического применения BODIPY, в том числе в ФДТ рака, являются высокая гидрофобность, склонность к агрегации в физиологических средах.

В связи с этим цель работы заключалась в получении новых моно- и дибром-BODIPY, изучении их спектральных свойств в растворах органических растворителей и агрегационного поведения в водно-органических средах.



Из полученных результатов следует, что хромофоры **1-3** проявляют двойную фотоактивность, сочетая оптимальные значения квантового выхода флуоресценции ( $\phi^f=0.48-0.63$ ) и генерации синглетного кислорода ( $\Phi_{\Delta}^1O_2=0.32-0.51$ ), которые слабо зависят от позиции атома брома в молекуле BODIPY, но чувствительны к свойствам среды. Введение второго атома брома в молекулу (соединения **4-6**) приводит к тушению флуоресценции до 0.1 и увеличению интенсивности генерации синглетного кислорода до 0.8. Отмечена склонность исследованных люминофоров к агрегации в водно-органических средах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Ивановской области в рамках научного проекта № [20-43-370011](#).

*Руководитель: д.х.н., проф. Березин М.Б.*

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ ХЛОРИНОВОГО ТИПА С ТРАНСПОРТНЫМИ БЕЛКАМИ КРОВИ

Э.А. Дрондель (3 курс), Ф.К. Моршнев

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Рост числа онкологических заболеваний – одна из основных проблем современного здравоохранения. С целью повышения эффективности лечения онкологических заболеваний, снижения инвазивности и рецидивности развивается целый ряд инновационных методов лечения рака. Одним из таких эффективных методов является фотодинамическая терапия (ФДТ). Она включает в себя три неактивных и нетоксичных по отдельности компонента: фотосенсибилизатор (ФС), видимый свет и молекулярный кислород. Вводимый в организм ФС за счёт связывания с транспортными белками крови переносится и селективно накапливается в опухолевой ткани и при облучении видимым светом генерирует активные формы кислорода, что приводит к гибели опухолевых клеток. В сосудистой системе ФС транспортируются к клеткам-мишеням в виде комплексов с различными транспортными белками и, таким образом, время и селективность накопления отличающихся по структуре ФС в новообразованиях также значительно различаются.

Метод гель-фильтрации (гель-хроматографии) позволяет оценить степень связывания транспортных белков сыворотки с ФС различной природы в условиях, максимально приближенных к условиям *in vivo*. Принцип метода гель-хроматографии основан на разделении отличающихся по размеру молекул, например, белков сыворотки крови, на хроматографической колонке, заполненной частицами геля, который имеет поры определённой величины. В ходе эксперимента на колонку наносили разбавленный раствор ФС в 70% сыворотке крови. Белки, размер которых составлял меньшую величину по сравнению с размером пор геля, задерживались на колонке, проникая в поры, а более объёмные частицы свободно элюировались растворителем. Связывание ФС с определённым типом белка контролировали на выходе с колонки спектрофотометрическим методом путем построения зависимостей «оптическая плотность – время выхода» и анализа хроматографических пиков.

В докладе представлены результаты исследования связывания хлориновых ФС с белками сыворотки методом гель-фильтрации. Показано, что анионные ФС на основе хлорина  $e_6$  почти полностью переносятся сывороточным альбумином, в то время как монокатионные ФС связываются преимущественно с липопroteинами низкой и высокой плотности. Описание методики исследования и количественные результаты будут подробно представлены в докладе.

*Руководители: д.х.н.проф. Кустов А.В. д.х.н.проф. Березин Д.Б.*

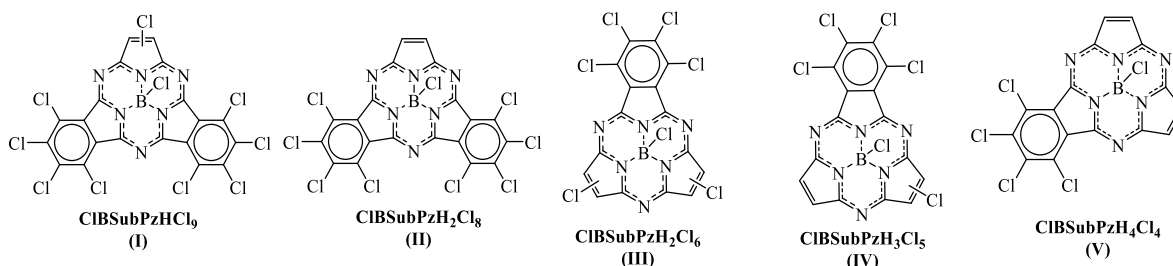
# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОСИММЕТРИЧНЫХ СУБПОРФИРАЗИНОВ НА ОСНОВЕ ФУМАРОНИТРИЛА И ТЕТРАХЛОРФТАЛИДИНИТРИЛА

А.С. Дудина<sup>1</sup>, М. Хамдуш<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Иваново, пр. Шереметевский, 7

Субфталоцианины (SubPcs)- класс тетрапиррольных макроциклов, состоящих из трех изоиндольных групп, N-связанных вокруг центрального атома бора. Эти ароматические макроциклы обладают уникальной электронной структурой, характеризуются наличием интенсивных полос в электронном спектре поглощения, полосы Core (~300 нм) и Q-полосы (> 500 нм). Оптические свойства SubPcs привлекли внимание для их применения в нелинейной оптике, светоизлучающих диодах, фотовольтаике, фотодинамической терапии и в качестве флуоресцентных красителей для маркировки клеток. Так же субфталоцианины бора - макроциклы, обладающие комбинацией физических и оптических свойств, которые делают их отличными кандидатами для применения в качестве флуоресцентных зондов для визуализации тканей.

В данной работе были получены субпорфиразины с одним или двумя тетрахлоризоиндольными фрагментами и их галогенированные производные: ClBSubHCl<sub>9</sub> (I), ClBSubH<sub>2</sub>Cl<sub>8</sub> (II), ClBSubH<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub> (III), ClBSubH<sub>3</sub>Cl<sub>5</sub> (IV), ClBSubH<sub>4</sub>Cl<sub>4</sub> (V). Данные макроциклы были охарактеризованы с помощью электронной спектроскопии поглощения, а состав подтвержден с помощью масс-спектрометрии MALDI TOF.



	m/z	$\lambda_{\max}$ nm in DCM			
I	690	324	475	516	532
II	656	342	500	548	
III	536	318	501	545	563
IV	502	319	473	516	527
V	468	294	473	516	

Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П.А.

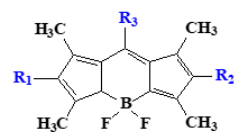
# ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ И СОЛЬВАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ, ГЕНЕРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ФОТОСТАБИЛЬНОСТЬ И ЛИПОФИЛЬНОСТЬ 1,3,5,7-ТЕТРАМЕТИЛ-ВODIPY КРАСИТЕЛЯ И ЕГО АЛКИЛ-, ИОДЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

Дудина В.С.<sup>1,2</sup> (4 курс), Нуранеева Е.Н.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук

В условиях глобального роста антибиотикорезистентности патогенных микроорганизмов активно развивается метод фотодинамической инактивации, основанный на использовании фотосенсибилизаторов (ФС). С целью разработки новых эффективных ФС на платформе галогензамещенных ВODIPY изучено влияние введения атомов иода, метильной, этильной групп в 2,6-позиции пиррольных колец ВODIPY и мезо-(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>COOH производного, а также свойств среды на спектральные, генерационные характеристики, фотостабильность и липофильность BDP1–BDP7 люминофоров.



BDP1: R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=R<sub>3</sub>=H;  
BDP2: R<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, R<sub>2</sub>=R<sub>3</sub>=H;  
BDP3: R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=H, R<sub>3</sub>=(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>COOCH<sub>3</sub>;  
BDP4: R<sub>1</sub>=I, R<sub>2</sub>=R<sub>3</sub>=H;  
BDP5: R<sub>1</sub>=I, R<sub>2</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>, R<sub>3</sub>=H;  
BDP6: R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=I, R<sub>3</sub>=H;  
BDP7: R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=I, R<sub>3</sub>=(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>COOCH<sub>3</sub>

Все изученные красители BDP1–BDP7 наделены интенсивными хромофорными свойствами с  $\lg \epsilon \sim 4.52\text{--}5.15$  л/моль·см в максимуме интенсивной полосы поглощения при  $\lambda^{abs} = 497\text{--}546$  нм. Алкил-BDP1–BDP3 интенсивно флуоресцируют при  $\lambda^{fl} = 512\text{--}534$  нм с квантовым выходом флуоресценции  $\sim 40\text{--}100\%$ , но, практически, не генерируют синглетный кислород  $^1\text{O}_2$ . Эффект тяжелого атома иода проявляется в красном сдвиге интенсивных полос поглощения и испускания (до 37 и 46 нм, соответственно), а также в тушении флуоресценции BDP4–BDP7 ( $\phi^fl \sim 2\text{--}28\%$ ) в сравнении с BDP1–BDP3. При этом BDP4–BDP7 эффективно генерируют  $^1\text{O}_2$  ( $\Phi\Delta$  0.73–0.98) независимо от природы растворителя. Введение  $-(\text{CH}_2)_3\text{COOCH}_3$  заместителя в мезо-позицию остова алкил- и иодзамещенных BDP3 и BDP7 позволяет до  $\sim 3$  раз повысить фотостабильность комплексов к воздействию УФ излучения вследствие экранирования атома углерода метинового мезо-мостика, как одного из наиболее фотоактивных центров дипиррометеновых красителей. Показано, что мезо-замещение почти в  $\sim 1.5$  раза увеличивает липофильность BDP3 и BDP7 в сравнении с мезо-незамещенными аналогами.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (№ 20-63-47026), <https://rscf.ru/en/project/20-63-47026/>

Руководитель: к.х.н. Гусева Г.Б.



# **СИНТЕЗ МЕЗО-КАРБОКСИФЕНИЛПОРФИРИНОВ ИЗ ПИРРОЛЬНЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И АЦИЛИРОВАНИЕ ИМИ СПИРТОВ, ФЕНОЛОВ И АМИНОВ**

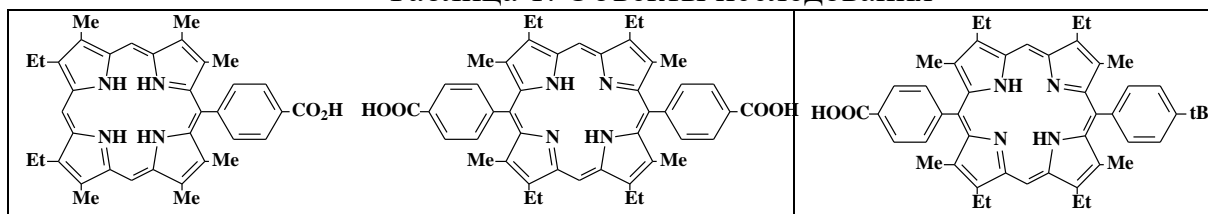
Забалуева С.В. (4 курс), Любимова Т.В., Семейкин А.С.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Разработано достаточно много мягких методов получения амидных и сложноэфирных групп конденсацией карбоновых кислот порфиринов с аминами и спиртами (фенолами), которые позволяют получать конъюгаты природных активных и веществ с порфиринами.

Нами разработаны методы синтеза порфиринов с карбоксигруппами в мезо-фенильных кольцах и опробованы методы привязки к ним спиртов и аминов (Таблица 1).

Таблица 1. Объекты исследования



Привязка активных групп осуществлялась конденсацией к активированной карбокси-группе спиртов и аминов через хлорангидриды, либо с использованием дициклогексил-карбодиимида (Схема 1).

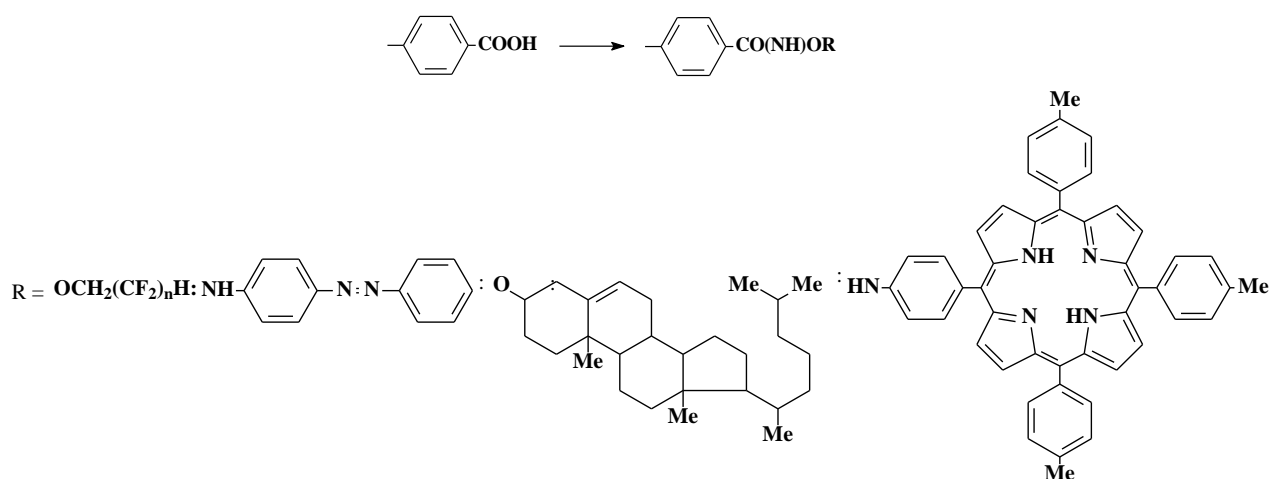


Схема 1. Привязка активных групп

Структура полученные конъюгатов была полностью доказана их спектральными характеристиками.

*Руководитель: д.х.н., проф., гл.н.с. Семейкин А.С.*

# НИЗКОСИММЕТРИЧНЫЕ СУБФТАЛОЦИАНИНЫ С АННЕЛИРОВАННЫМ И РАСКРЫТЫМ 5,7-ДИФЕНИЛ-6H-1,4- ДИАЗЕПИНОВЫМ ФРАГМЕНТОМ

Зайцев М.В. (2 курс) Чуфарин А.Е. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

Введение заместителей в молекулы субфталоцианинов (sPc) [1] или замена бензольных колец на гетероциклы (пиразин, 1,2,5-тиадизол) [2] позволяет настраивать их физико-химические свойства для различных применений. До сих пор аналоги субфталоцианинов с аннелированными диазепиновыми фрагментами были неизвестны.

Нами была впервые реализована циклотримеризация тетрафторфталодинитрила и 5,7-дифенил-6H-1,4-диазепин-2,3-дикарбонитрила с хлоридом бора (III) (схема 1).

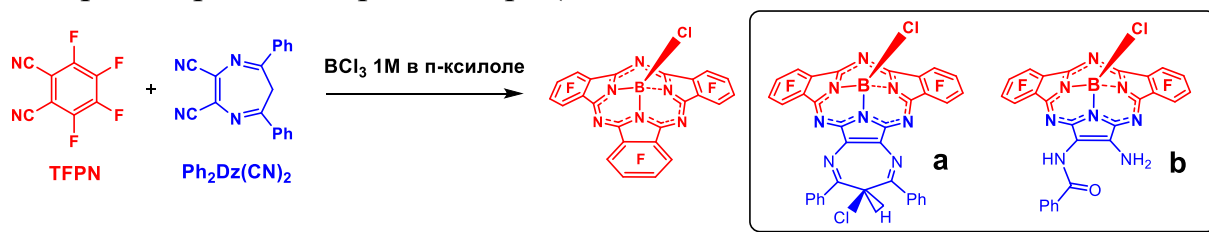


Схема 1

Установлено, что во время соконденсации нитрилов в присутствии BCl<sub>3</sub> произошло электрофильное замещение одного из атомов водорода на хлор в метиленовой группе 1,4-диазепина. С помощью колоночной хроматографии были выделены: симметричный додекафторированный субфталоцианин и субпорфиразины с одним хлорированным гетероциклическим фрагментом (a) и продукт раскрытия 1,4-диазепина (b) – бензамидное производное. Состав и структура полученных соединений был подтвержден методами ИК, УФ-видимой, MALDI TOF и ЯМР спектроскопии, а также проведены квантово-химические расчёты.

## Литература:

1. C.G. Claessens. et al. Subphthalocyanines, Subporphyrazines, and Subporphyrins: Singular Nonplanar Aromatic Systems / Chem Rev. – 2014. – V. 114. – N. 4. – P. 2192–2277.
2. M. Hamdoush, K. Nikitin, I. Skvortsov, N. Somov, Y. Zhabanov, and P. A. Stuzhin, “Influence of heteroatom substitution in benzene rings on structural features and spectral properties of subphthalocyanine dyes,” Dyes and Pigments, vol. 170, 2019, doi: 10.1016/j.dyepig.2019.107584.

*Руководители: д.х.н., проф. Стужин П.А., к.х.н., ст.н. Скворцов И.А.*

# ХЛОРИНОВЫЕ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРЫ С АНИОННЫМИ И НЕИОНОГЕННЫМИ ГРУППАМИ: АГРЕГАЦИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МИЦЕЛЛЯРНЫМИ И ПОЛИМЕРНЫМИ НОСИТЕЛЯМИ В РАСТВОРАХ

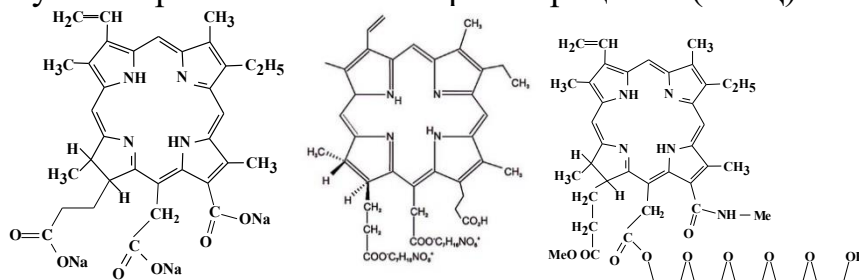
С.М. Золоткова (4 курс)

ФГБОУ ВО ИГХТУ, г. Иваново; E-mail: [svetlana.zolotkova21@yandex.ru](mailto:svetlana.zolotkova21@yandex.ru)

В течение нескольких десятилетий малоинвазивный метод фотодинамической терапии получил широкое распространение в лечении антибиотико-резистентных бактериальных инфекций и ряда опухолевых заболеваний. ФДТ подразумевает введение локализуемого в опухоли фотосенсибилизатора с последующим локальным освещением малигнизированных клеток светом определенной длины волны для активации ФС.

В настоящее время наибольшее внимание уделяется ФС III поколения, так как возможность селективной доставки препарата к опухоли без последующего повреждения здоровых тканей в ходе облучения – одно из самых необходимых качеств, которым должен обладать ФС. Поиск новых фотосенсибилизаторов направлен не только на усовершенствование химической структуры предполагаемых препаратов с оптимальным гидрофильно – липофильным балансом, но и оптимизацию их взаимодействия с носителями, обеспечивающими адресную доставку в пораженные органы и ткани. Существует два способа соединения в одну лекарственную композицию самого ФС с дополнительным оптимизирующим его компонентом – химическое присоединение (конъюгация) или включение ФС в транспортные системы, преимущественно, в наночастицы.

В настоящей работе изучено состояние в водных растворах и взаимодействие потенциальных ФС хлоринового типа, содержащих анионные функциональные группы либо конъюгированный фрагмент пентаэтиленгликоля, обеспечивающий значительное сродство к полярным средам, с Твин 80 и Pluronic P123; рассчитаны константы связывания ПАВ-ФС; оценена глубина проникновения макрогетероцикла (МГЦ) в мицеллу.



Руководитель: Шухто О.В., к. х. н., доц. каф. органической химии

# СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ТЕТРА НАТРИЕВОЙ СОЛИ ТЕТРАКИС[4-(1H-ТЕТРАЗОЛ-5-ИЛ)ФЕНОКСИ]ФТАЛОЦИАНИНА ИНДИЯ

Иванова М.А. (4 курс)

Санкт-Петербургский Государственный Технологический  
Институт (Технический Университет)

Фталоцианины и их металлкомплексы широко применяются в качестве красителей, фотокатализаторов и фотополупроводников, а также в качестве фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии рака [1]. Из всего многообразия азотсодержащих замещенных фталоцианинов информация о них с тетразольным заместителем практически отсутствует. В связи с этим представляется необходимость в поиске методов синтеза этих соединений.

Замещенный фталоцианин индия был получен тетрамеризацией соответствующего фталонитрила в пентаноле с каталитической добавкой ДБУ по схеме представленной на рисунке 1.

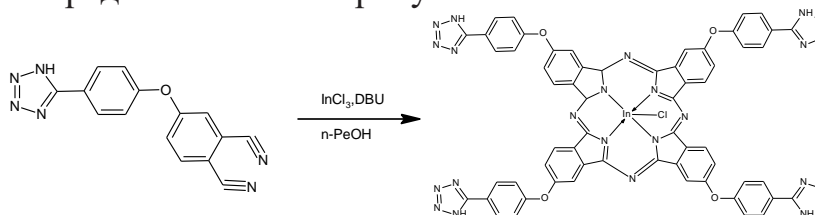


Рисунок 1-реакция получения тетраксис-(4-(1H-тетразол-5-ил)фенокси)фталоцианина индия.

Один из критериев выбора фотосенсибилизатора — растворимость в воде. Поэтому фталоцианин, который является пигментом, мы обработали водным раствором щелочи и перевели в водорастворимую форму в виде натриевой соли.

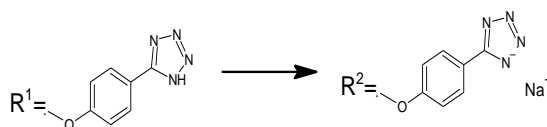


Рисунок 2-реакция получения тетра натриевой соли тетраксис(4-(1H-тетразол-5-ил)фенокси)фталоцианина индия.

В докладе будет обсуждаться методология синтеза целевой натриевой соли фталоцианина индия (строение будет подтверждено современными методами ФХМА) и будут рассмотрены свойства этой соли, как фотосенсибилизатора.

Литература:

1. Ziminov, A.V. Synthesis of 4-(4-hydrazinylphenoxy)phthalonitrile and phthalonitriles on its basis containing N-heterocycles / A.V. Ziminov, D.I. Pudova, A.I. Kolganova, M.A. Stretovich, M.A. Furman, S.M. Ramsh // Macroheterocycles, - 2015. – Vol. 8. – P. 26-31.

Руководитель: доцент Зиминов А.В.

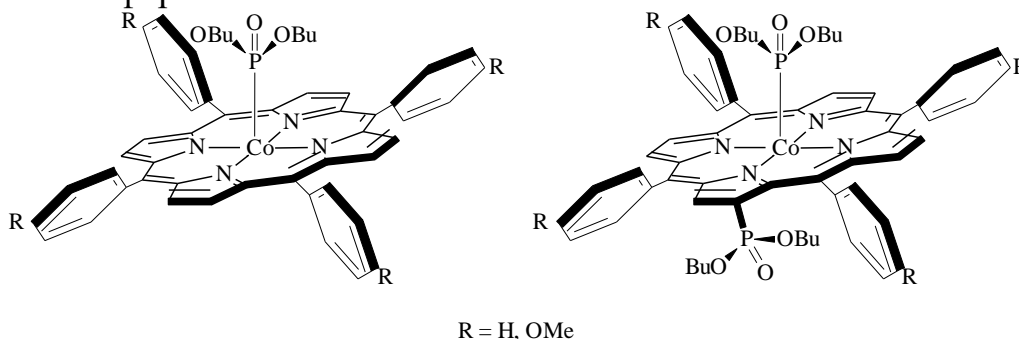
# Н-БУТОКСИФОСФОРИЛПОРФИРИНАТЫ КОБАЛЬТА: ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Камышан А.А. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В работе исследованы реакции 5,10,15,20-тетрафенилпорфирилатокобальта ди-н-бутоксифосфита и 5,10,15,20-тетракис(2'-метоксифенил)порфирилатокобальта ди-н-бутоксифосфита с перекисными соединениями в дихлорметане. Рассчитаны константы скоростей процессов. Изучено влияние структуры порфиринового лиганда на скорость процесса.

Окислительно-восстановительные свойства ([2-(ди-н-бутоксифосфорил)]-5,10,15,20-тетрафенилпорфирилато)кобальта ди-н-бутоксифосфита, 5,10,15,20-тетрафенилпорфирилатокобальта ди-н-бутоксифосфита, 5,10,15,20-тетракис(2'-метоксифенил)порфирилатокобальта(II) ди-н-бутоксифосфита и ([2-(ди-н-бутоксифосфорил)]-5,10,15,20-тетракис(2'-метоксифенил)порфирилато)кобальта ди-н-бутоксифосфита были исследованы с помощью метода циклической вольтамперометрии. Определены значения редокс-потенциалов исходных соединений и их окисленных форм.



**Рис. 1.** Структура фосфорилпорфирилатов кобальта

Изучение каталитической активности ([2-(ди-н-бутоксифосфорил)]-5,10,15,20-тетрафенилпорфирилато)кобальта ди-н-бутоксифосфита и ([2-(ди-н-бутоксифосфорил)]-5,10,15,20-тетракис(2'-метоксифенил)порфирилато)кобальта ди-н-бутоксифосфита проводилось на примере реакции окисления бета-каротина трет-бутилгидропероксидом. На основании полученных результатов, были определены параметры процесса деструкции субстрата. Установлено, что наибольшей каталитической активностью обладает ([2-(ди-н-бутоксифосфорил)]-5,10,15,20-тетракис(2'-метоксифенил)порфирилато)кобальта ди-н-бутоксифосфит.

Руководитель: к.х.н. Зданович С.А. (ИХР РАН)

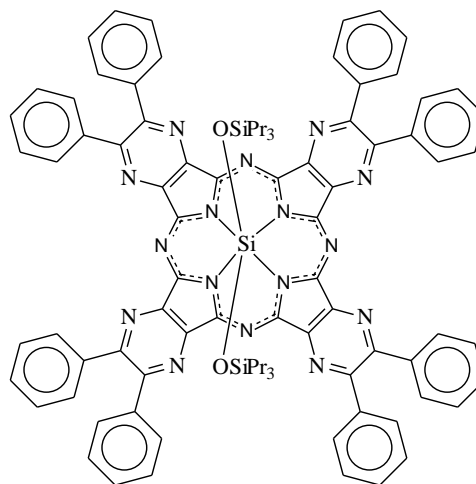
# КОМПЛЕКС ОКТАФЕНИЛТЕТРАПИРАЗИНОПОРФИРАЗИНА С Si(IV): СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Каянова К.А. (2 курс магистратуры), Рычихина Е.Д. (аспирант)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Тетрапиразинопорфиразины ( $\text{Pyz}_4\text{Pz}$ ) – аналоги фталоцианина (тетрабензопорфиразина), в котором бензольные кольца замещены на пиразиновые, благодаря чему увеличивается электронодефицитный характер макроцикла. Это существенно влияет на каталитические, фотофизические и сенсорные свойства порфиразинов [1]. Интересными представляются комплексы тетрапиразинопорфиразинов с кремнием(IV) ( $\text{Pyz}_4\text{PzSi}^{\text{IV}}\text{L}_2$ ), для которого возможна дополнительная координация двух аксиальных лигандов L. Их модификация, с учетом сильно электронодефицитного характера макроцикла, должна существенно влиять на процессы фотоиндуцированного переноса электрона (PET эффект) и, как следствие, на эффективность этих молекул как флуоресцентных сенсоров или фотосенсибилизаторов.

В этой работе проведена апробация различных синтетических подходов (комплексобразования и темплатных способов) и впервые получен Si(IV) комплекс октафенилтетрапиразинопорфиразина с двумя трипропилсилокси группами в качестве аксиальных лигандов,  $\text{Ph}_8\text{Pyz}_4\text{PzSi}(\text{OSiPr}_3)_2$ . Соединение было охарактеризовано спектральными методами (масс-спектрометрии, электронной и ИК спектроскопии), изучены его кислотно-основные, фотофизические и фотохимические свойства.



## Литература:

1. V. Novakova, M.P. Donzello, C. Ercolani, P. Zimcik, P.A. Stuzhin *Coord. Chem. Rev.* 2018, 361, 1-73.

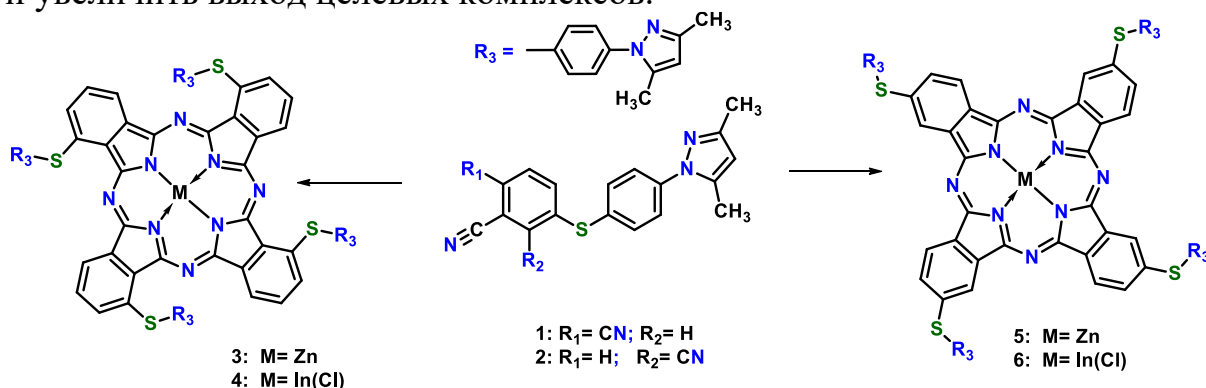
Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-53-26004 Чехия\_a  
Руководитель: к.х.н., доц. Иванова С.С.

## СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ПЕРИФЕРИЙНО И НЕПЕРИФЕРИЙНО ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ

Зиминов А. В., Киселева А. Ю. (1 курс магистратуры)

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)

Комплексы металлофталочиаанинов с гетероциклическими биологически активными заместителями представляют интерес, так как могут являться перспективными фотосенсибилизаторам [1]. В связи с этим, представляется актуальным изучение фото-физико-химических свойств таких комплексов. Металлофталочиаанины **3-6** получали в микроволновом реакторе из соответствующих периферийно (**1**) и непериферийно (**2**) замещенных фталонитрилов в присутствии ДБУ и солей соответствующих металлов в течение 2 часов при температуре 143°C. Использование микроволнового излучения позволило значительно сократить время синтеза и увеличить выход целевых комплексов.



Было показано, что полоса поглощения непериферийно замещенного фталочиаанина цинка (**3**,  $\lambda_{\text{макс}} = 709$  нм) батохромно сдвинута на 21 нм по сравнению с периферийно замещенным изомером (**5**,  $\lambda_{\text{макс}} = 688$  нм), и на 28 нм для индиевых комплексов (**4**,  $\lambda_{\text{макс}} = 730$  нм и **6**,  $\lambda_{\text{макс}} = 702$  нм). Замена металла в свою очередь приводит к батохромному сдвигу на 21 нм для  $\alpha$ -замещенных комплексов (**3**, **4**) и на 14 нм для  $\beta$ -замещенных (**5**, **6**).

### Литература:

1) Зиминов, А. В. Синтез 4-(4-гидразинилфеноксифталонитрила и фталонитрилов на его основе, содержащих N-гетероциклы / А. В. Зиминов, Д. И. Пудова, А. И. Колганова, М. А. Стретович, М. А. Фурман, С. М. Рамш // Макрогетероциклы. – 2015. – Т. 8, № 1. – С. 26-31.

Руководитель: к.х.н., доцент Зиминов А. В.

## ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ АКСИАЛЬНО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСО- МОЛИБДЕН(V)ПОРФИРИНОВ.

Климова И.А., (3 курс).

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Комплексы  $O=Mo(X)TPP$  синтезированы по реакции 0.02 г ( $3.25 \times 10^{-5}$  моль)  $H_2TPP$  с 0.024 г. ( $1.67 \times 10^{-4}$  моль)  $MoO_3$  в 0.4 г фенола при температуре кипения смеси в течение 1 ч. В качестве растворителя, для более легкого комплексообразования был использован фенол. После синтеза фенол из реакционной смеси легко удаляли многократной промывкой горячей дистиллированной водой. Для эффективного разделения реакционной смеси использовали метод колоночной хроматографии. Оригинальность методики заключается в правильном подборе фаз сорбент - элюент. В качестве неподвижной фазы использовали нейтральный  $Al_2O_3$  активности II по Брокману, в качестве подвижной фазы – химически чистый  $CH_2Cl_2$ , стабилизированный этанолом. Три последовательно идущие зоны содержали: 1 – розовая  $H_2TPP$ , 2 – ярко зеленая  $O=Mo(OH)TPP$ , 3 – буро-зеленая  $O=Mo(OEt)TPP$ . Химическое строение комплексов подтверждено с помощью электронных спектров поглощения ЭСП, ИК- и  $^1H$  ЯМР – спектроскопии, а также масс-спектрометрии.

Реакционную способность порфириновых оксо-комплексов молибдена(V) по отношению к замещённому фуллеро[60]пирролидину ( $PuC_{60}$ ) исследовали методом время-зависимого спектрофотометрического титрования путем сравнения их ЭСП до и после добавления оснований различной концентрации. Было установлено, что в реагирующих системах  $O=Mo(X)TPP - PuC_{60}$  имеет место быстро устанавливающееся равновесие и медленный односторонний процесс. Для равновесий определена стехиометрия 1 : 1 ( $O=Mo(X)TPP$  :  $PuC_{60}$ ) и константы комплексообразования. Для медленных реакций определены порядки реакций и константы скорости. Полученные данные позволяют рекомендовать порфириновые оксо-комплексы молибдена(V) для использования в качестве эффективных оптических хемосенсоров N-оснований и электронодонорных платформ для создания систем со свойствами PET.

*Работа выполнена на оборудовании Центра коллективного  
пользования научным оборудованием «Верхневолжский региональный  
центр физико-химических исследований».*

*Руководитель: к.х.н., Моторина Е.В. (ИХР РАН)*

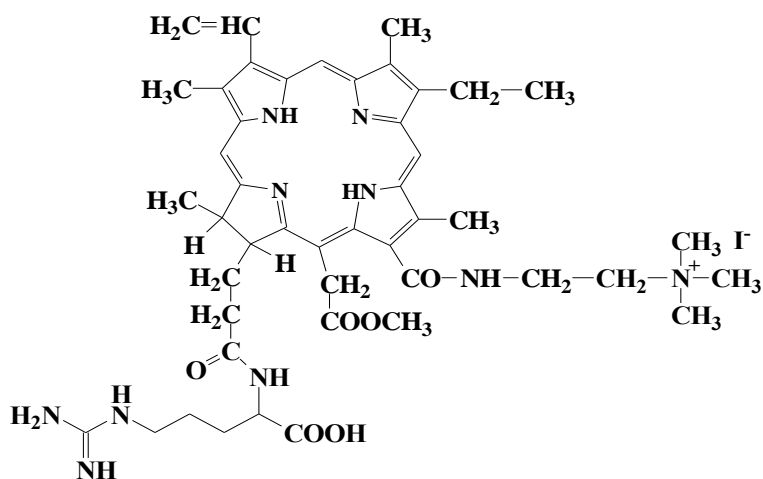


# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОНЬЮГАТОВ ХЛОРИНА $e_6$ С L-АРГИНИНОМ

Ковалев А.Е. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Фотодинамическая терапия (ФДТ) – один из наиболее перспективных и бурно развивающихся малоинвазивных методов лечения онкологических заболеваний. Метод предполагает использование окрашенных веществ – фотосенсибилизаторов, избирательно накапливающихся в опухоли и способных при облучении светом определённой длины волны приводить к её гибели. Условно выделяют три поколения фотосенсибилизаторов. К фотосенсибилизаторам первого поколения относят производные гематопорфирина и некоторых других природных порфиринов, а также синтетические производные тетрафенилпорфина ( $\lambda_1 = 620 - 650$  нм), второго поколения – природные хлорофиллы и их модифицированные производные, а также синтетические бензопорфирины, хлорины, фталоцианины, различные аналоги порфиринов ( $\lambda_1 = 660 - 820$  нм). К фотосенсибилизаторам третьего поколения обычно относят препараты предыдущих поколений, в которых действующее вещество связано с подходящими средствами доставки, повышающими селективность накопления фотосенсибилизатора в опухолях.



Известно, что опухолевые клетки имеют тенденцию неограниченно аккумулировать целый ряд веществ, необходимых для их быстрого роста. Одним из таких соединений является аминокислота аргинин. Объединение в одной молекуле ядра хлорина  $e_6$  и остатка аминокислоты может позволить получить

фотосенсибилизатор с повышенной избирательностью накопления в опухолевых клетках.

В работе обсуждается оптимальный путь синтеза конъюгатов хлорина  $e_6$  с L-аргинином и рассматриваются перспективы их применения в качестве фотосенсибилизаторов.

Руководитель: д.х.н., проф. Березин Д.Б.

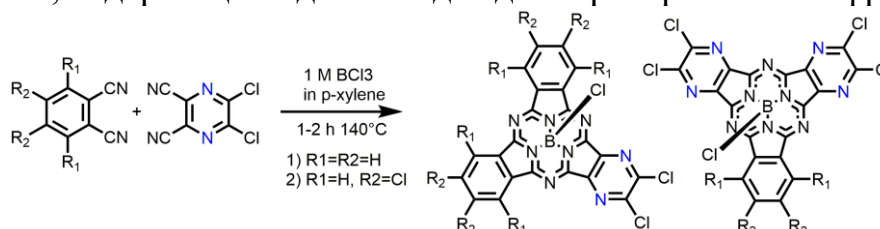
# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОСИММЕТРИЧНЫХ СУБПОРФИРАЗИНОВ С АННЕЛИРОВАННЫМИ ДИХЛОРПИРАЗИНОВЫМИ ФРАГМЕНТАМИ

Ковкова У.П. (2 курс магистратуры), Скворцов И.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Субфталоцианины (sPc) – молекулы с широким спектром применения в качестве фотоактивных компонентов различных материалов [1]. Они могут быть применены практически в любой области, связанной с преобразованием энергии солнечного света, в частности, в органической «зеленой» электронике. Соответственно, глубокое понимание взаимосвязи структуры и свойств sPc является ключевым аспектом для их внедрения в различные устройства.

Существует множество способов синтетической модификации молекулы sPc, позволяющих настроить свойства макроцикла желаемым образом. Кроме того, всё больше возрастает интерес к несимметричным структурам, благодаря их уникальным оптическим и фотофизическим свойствам, которые можно использовать в органической электронике [2]. В нашей работе мы сочетали два метода модификации – галогенирование и азамещение с целью увеличения электроноакцепторных свойств макроцикла. В ходе синтеза были получены две серии несимметричных аналогов sPc, содержащих один или два дихлор-пиразиновых фрагмента.



Строение молекул полученных субпорфиразинов было охарактеризовано с помощью MALDI-TOF масс-спектроскопии и  $^1\text{H}$  ЯМР-спектроскопии. Изучены спектрально-люминесцентные свойства. Рассмотрены окислительно-восстановительные свойства в сравнении с фторированными аналогами. Представлены и проанализированы результаты квантово-химического моделирования.

## Литература:

1) Lavarda Giulia Recent advances in subphthalocyanines and related subporphyrinoids / Lavarda Giulia, Labella Jorge, M. Salomé Rodríguez-Morgade и др. // Chemical Society Reviews – 2022. – Т. 51 – № 23 – С.9482–919.

2) Farac N.F. Cs-Symmetric, Peripherally Fluorinated Boron Subphthalocyanine-Subnaphthalocyanine Hybrids: Shedding New Light on Their Fundamental Photophysical Properties and Their Functionality as Optoelectronic Materials / Farac N.F., Tetreault A.R., Bender T.P. // Journal of Physical Chemistry C – 2023. – Т. 127 – № 1 – С.702–727.

Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П.А.

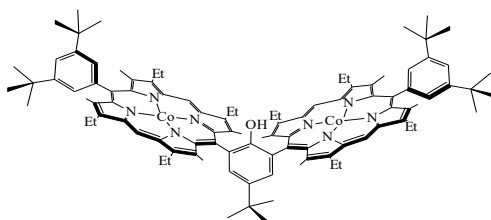
# АКТИВАЦИЯ ТРЕТ-БУТИЛГИДРОПЕРОКСИДА ДИМЕРНЫМ КОБАЛЬТ ПОРФИРИНОМ: ГЕНЕРАЦИЯ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ВЫСОКООКИСЛЕННЫХ ФОРМ

Кречуняк Н.В. (2 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Поскольку простетическая группа гемовых ферментов использует каркас порфирина, синтетические металлопорфириновые комплексы и их аналоги оказались эффективными моделями для изучения факторов, контролирующих и регулирующих реакцию способностью активного центра природных редокс систем. Путем точной настройки стерических эффектов и электронных свойств через модификацию первичной и вторичной координационных сфер соединений порфиринового типа можно создавать миметики с высоким потенциалом практического использования.

Новый биоинспирированный подход к разработке катализаторов окисления основан на использовании, в качестве молекулярной платформы, димерных комплексов переходных металлов с тетрапиррольными макроциклическими лигандами. Переход к биядерным комплексам позволяет увеличить число реакционных центров в молекуле, а природа связывающего мостика может способствовать образованию  $\pi$ -катион-радикальных димеров с полностью сопряженной или несопряженной электронной системой, характеризующихся высокой каталитической активностью [1]. В связи с этим, для детализации механизма процесса активации перекисных соединений, в данной работе изучена реакция 2,6-бис[кобальт-15'-(3'',5''-ди-трет-бутилфенил)-3',7',13',17'-тетраметил-2',8',12',18'-тетраэтилпорфин-5'-ил]-4-трет-бутилфенола с трет-бутилгидропероксидом (ТБГП) в ацетонитриле, дихлорметане и бензоле при 295К.



**Схема 1.** 2,6-бис[кобальт-15'-(3'',5''-ди-трет-бутилфенил)-3',7',13',17'-тетраметил-2',8',12',18'-тетраэтилпорфин-5'-ил]-4-трет-бутилфенол ((CoP)<sub>2</sub>Ph)

Получены кинетические характеристики и предложен возможный механизм генерирования высокоокисленных форм (CoP)<sub>2</sub>Ph (катион радикал и изопорфирин). Показана реакционная способность активных интермедиатов при окислении метиленового голубого и  $\beta$ -каротина. Выявлены условия, влияющие на скорость процесса, редокс-состояние и активность интермедиатов.

Руководитель: ст.н.с. ИХР РАН Зайцева С. В.

# ЗАВИСИМОСТЬ АКТИВНОСТИ ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ КАРБОКСИЗАМЕЩЁННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАТОВ КОБАЛЬТА И МЕДИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕАКЦИОННОЙ СРЕДЫ

Кулёв В.А. (аспирант 3 г.о.)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Катализ широко распространён в живой природе, где основными катализаторами являются белковые структуры – ферменты. Некоторые ферменты содержат не белковую часть. Так гем и хлорофилл являются активными каталитическими центрами в организмах животных и растениях соответственно и имеют схожую порфириновую структуру. Аналоги таких соединений могут быть с лёгкостью получены синтетическими методами и использованы в качестве материалов для проведения каталитических превращений исследуемых объектов.

Гетерогенные катализаторы обладают некоторыми преимуществами по отношению к гомогенным, а именно: их легко удалить из реакционной массы, регенерировать и использовать повторно; имеется возможность создание каталитической ячейки проточного типа. За упрощение операции отделения катализатора приходится жертвовать их активностью. Не смотря на более низкую активность, зачастую проведение длительного процесса катализа в пользу сохранения катализатора очень оправдано.

Основной целью нашего исследования является получение гетерогенных катализаторов с наибольшей активностью на основе металлоорганических каркасных структур (МОКС), содержащих в качестве активных центров карбоксизамещённые фталоцианинаты d-элементов.

Нами была изучена реакция окисления 4-третбутилпирокатехина кислородом воздуха в присутствии МОКС в среде этанола.

В ходе работы было выяснено, что максимальная скорость реакции наблюдается при температуре 50°C. Данный факт может быть объяснён тем, что с ростом температуры происходит ускорением процессов диффузии и сорбции субстрата, приводящее к увеличению скорости процесса. С другой стороны, увеличение температуры реакционной среды приводит к снижению растворимости и как следствие концентрации кислорода в растворе, что снижает скорость катализа.

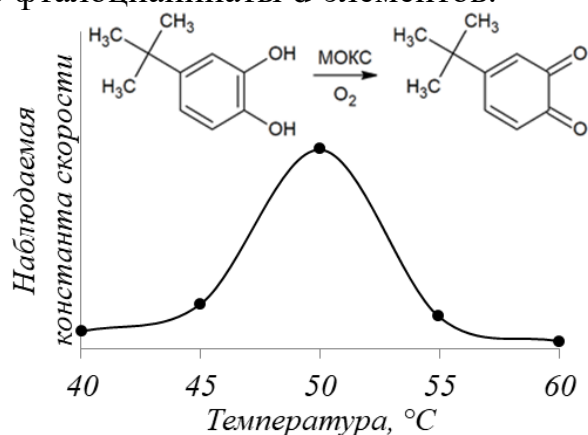


Рис. 1. Зависимость каталитической активности от температуры среды

*Руководитель: д.х.н., проф. Койфман О.И.*

# **ПРОЦЕСС ДЕСТРУКЦИИ ОКТАФЕНИЛПОРФИРАЗИНА ФОСФОРА(V): НЕОБЫЧНЫЙ ТРЕХЗВЕННЫЙ ПРОДУКТ И КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА**

Лазовский Д.А. (3 курс аспирантуры), Мигаль Н.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Макрогетероциклические комплексы фосфора (V) привлекают внимание исследователей широким спектром необычных свойств. Фталоцианины фосфора (V) обладают рекордными квантовыми выходами синглетного кислорода и способны поглощать свет в ближней ИК-области [1-2], корролазины фосфора (V) являются очень устойчивыми фотосенсибилизаторами с флуоресцентным откликом на условия среды [3], корролы фосфора способны участвовать в процессе фоторасщепления ДНК. Эти свойства открывают перспективы для использования комплексов фосфора (V) в самых различных отраслях медицины, таких как химиотерапия раковых заболеваний, фотодинамическая терапия, флуоресцентная диагностика и другие.

Октафенилпорфиразин фосфора (V) является первым из планируемых нами комплексов фосфора порфиразинового типа для придания переключаемых фотосенсибилизационных свойств с помощью аксиальной модификации. Однако, в данной работе будет представлено нетипичное для порфиразинов поведение данного комплекса в растворах, приводящее к образованию трехзвенного незамкнутого гетероциклического комплекса фосфора.

Выделенный трехзвенный продукт был полностью охарактеризован методами MALDI-TOF масс-спектрометрии, ЯМР и ИК спектроскопии, квантово-химических методов. Кроме того, проведена попытка раскрыть механизм процесса распада порфиразиона фосфора на трехзвенный комплекс методами квантовой химии.

## **Литература:**

8) Safonova E. A. Tuning Photochemical and Photophysical Properties of P(V) Phthalocyanines / E. A. Safonova, F. M. Kolomeychuk, D. A. Gvozdev и др. // *Molecules* .– 2023 .– №28(3) .– №.1094

9) Furuyama T. Azaporphyrin phosphorus(v) complexes: synthesis, structure, and modification of optical properties / T. Furuyama, N. Kobayashi // *Phys. Chem. Chem. Phys.* .– 2017 .– №19.– С.15596-15612

10) Lazovskiy D. A. Phosphorus(v) tetrapyrazinocorrolazines bearing axial aryloxy groups as pH-sensitive fluorophores and photosensitizers / D. A. Lazovskiy, I. A. Skvortsov, V. Novakova и др. // *Dalton Transactions* .– 2022 .– №51 .– С. 5687-5698

*Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П.А.*

# СИНТЕЗ НЕПЕРИФЕРИЙНО-ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ В УСЛОВИЯХ МИКРОВОЛНОВОЙ АКТИВАЦИИ

Моисеева И.И. (1 курс магистратуры)

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет), г. Санкт-Петербург, Россия

Среди всех существующих работ о синтезе и исследовании замещенных металлофталочиаанинов только малая часть из них посвящена металлофталочиаанинам с фармакофорными фрагментами, содержащими пиразольные гетероциклы [1]. В последнее время наибольший интерес представляют индиевые и цинковые комплексы фталочиаанинов. Например, наиболее стерически напряженные изомеры, такие как *орто*-(3,5-диметил-1*H*-пиразол-1-ил)фенокси непериферийно-замещенные металлофталочиаанины, должны быть менее подвергнуты агрегации. Следовательно, данные соединения будут иметь высокие квантовые выходы синглетного кислорода, за счет чего они могут представлять собой весьма перспективные фотосенсибилизаторы для фотодинамической терапии рака. Помимо этого, фталочиаанин индия (III) менее склонен к агрегации в связи с наличием аксиального лиганда в комплексе.

Непериферийно-замещенные фталочиаанины индия и цинка, с пиразольными гетероциклами в *орто*-положениях были получены впервые из соответствующего фталонитрила в присутствии ДБУ и соли металла. Использование микроволновой активации в процессе синтеза способствовало сокращению времени реакции, и, более того, увеличению выхода продукта.

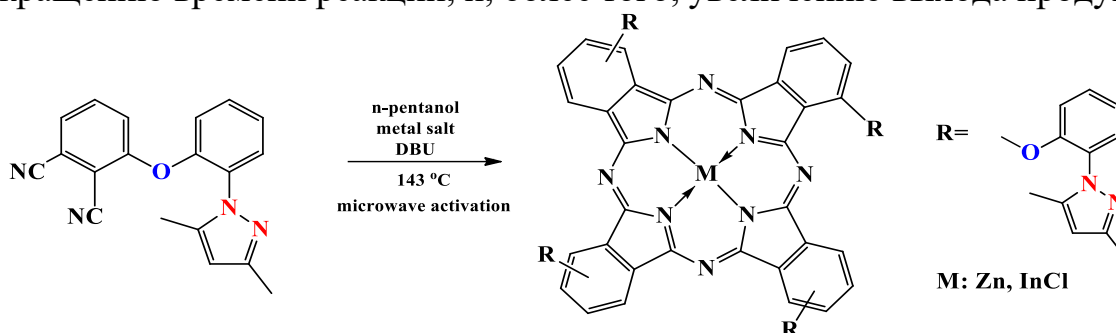


Рисунок – Схема синтеза исследуемых металлофталочиаанинов

1) Ziminov, A.V. Synthesis, characterization, and investigation of photochemical properties of tetra-substituted zinc phthalocyanines bearing 4-(3,5-dimethyl-1*H*-pyrazol-1-yl)phenyl moiety with different linker heteroatoms. / A.V. Ziminov, Y.A. Sidunets, V.S. Fundamensky, V.V. Gurzhiy, S.M. Ramsh // *Inorganica Chimica Acta*. – 2020. – 501.

Руководитель: к.х.н., доцент, Зиминов А.В.

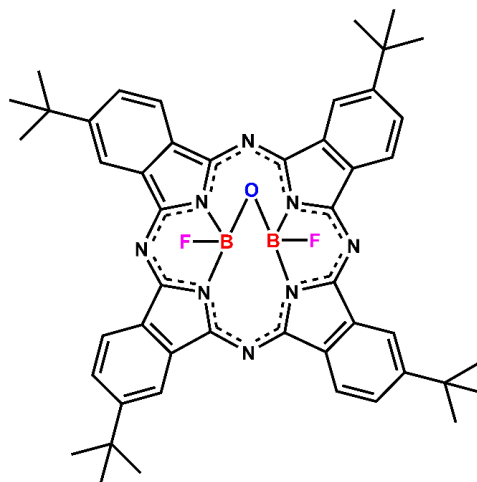
## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ БОРА(III) С ФТАЛОЦИАНИНОМ И ЕГО АНАЛОГАМИ

Никитин И.А. (2 курс магистратуры), Попков А.Д.

Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет

E-mail: [ivan.nickitin-15@yandex.ru](mailto:ivan.nickitin-15@yandex.ru)

Координационная химия порфиринов и других тетрапиррольных макроциклов охватывает большинство элементов периодической таблицы, которые образуют комплексы с координационным узлом  $MN_4$ . В отличие от всех остальных элементов атом бора В вследствие малого ионного радиуса и склонности к тетраэдрической координации не может образовывать связи со всеми четырьмя пиррольными атомами азота порфиринового макроцикла и для него характерно образование оксодиборных комплексов [1]. В их составе каждый из двух атомов бора, соединенных оксо-мостиком, образует связи с двумя соседними пиррольными атомами азота и фтора в аксиальном положении (либо другим анионным лигандом). Такие комплексы с координационным узлом  $(N_2B(F))_2O$  могут существовать в виде изомеров с устойчивой цисоидной и трансоидной конформацией. О получении оксодиборного комплекса тетра-*трет*-бутилфталоцианина ( $B_2OF_2$  t-Bu Pc) сообщалось в статье Бразерс [2].



Целью настоящей работы было изучение спектральных свойств  $B_2OF_2$  t-Bu Pc, а также попытки получения подобных комплексов фталоцианина с другими заместителями.

В докладе будут представлены результаты исследования спектрально-люминесцентных и фотофизических свойств оксодиборного комплекса тетра-*трет*-бутилфталоцианина.

Литература:

[1] Penelope J. Brothers / J. Chem. Commun. – 2008. – P. 2090 – 2102.

[2] Penelope J. Brothers, Aaron Chin Yit Tay. / J. Chem. Commun. – 2018. – P. 1-6.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований 20-53-26004.

Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П.А.



# СТАБИЛЬНОСТЬ ПЛАВАЮЩЕГО СЛОЯ И ПЛЕНОК ЛЕНГМЮРА-ШЕФФЕРА 5,15-БИС(2,6- БИС(ДОДЕЦИЛОКСИ)ФЕНИЛ)ПОРФИРИНА

Никитин К.С.<sup>1</sup>, Мамардашвили Н.Ж.<sup>1</sup>, Казак А.В.<sup>2</sup>, Марченкова М.А.<sup>3</sup>,  
Усольцева Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

<sup>2</sup>НИИ наноматериалов, Ивановский государственный университет

<sup>3</sup>ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к пленкам Ленгмюра-Шеффера (ЛШ-пленки) на основе макроциклических соединений, обладающих сенсорными и/или рецепторными свойствами.

Задача данной работы – изучить процесс формирования плавающего слоя и стабильность во времени ЛШ-пленок 5,15-бис(2,6-бис(додецилокси)фенил)порфирина (соединение 1, Рис. 1а).

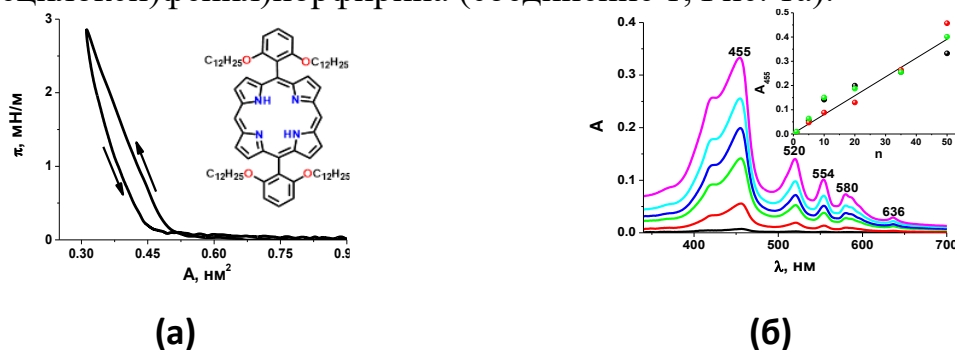


Рисунок 1. Цикл компрессии-декомпрессии плавающего слоя соединения 1 (а) и UV-vis спектры ЛШ-пленок с различным числом переносов (б,  $n = 1-50$ ). Вставка –  $A_{455} = f(n)$ : черные точки – данные в день эксперимента, красные – через неделю, зеленые – через две недели. Начальные параметры: растворитель  $\text{CHCl}_3$ ,  $C = 10^{-4}$  М,  $r = 55$   $\text{см}^2/\text{мин}$ .

Впервые получен цикл компрессии-декомпрессии плавающего слоя данного соединения (Рис. 1а) с начальной степенью покрытия поверхности 69 %. Характер петли гистерезиса указывает на высокую стабильность плавающего слоя изученного соединения. ЛШ-пленки соединения 1 с различным числом переносов плавающих слоев со степенью покрытия поверхности 100 % получены на стеклянных подложках. Для подтверждения стабильности этих пленок проанализированы UV-vis спектры в день эксперимента, через неделю и через две недели (Рис. 1б, вставка,  $R^2 = 0.97$ ). Линейная зависимость  $A_{455} = f(n)$  указывает на сохранение структуры ЛШ-пленок.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках Государственного задания ИХР РАН (№ 122040500043-7) и ИвГУ (№ FZZM-2023-0009) с привлечением оборудования Верхневолжского регионального центра физико-химических исследований.



# ИССЛЕДОВАНИЕ СО-АМОΡФНЫХ ФОРМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФЛЮБЕНДАЗОЛА

Пискарева А.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН*

Одной из наиболее актуальных проблем в разработке новых лекарственных соединений является их плохая растворимость в водных средах. Низкая растворимость активного соединения в воде снижает эффективность препарата и вызывает потребность в увеличении дозировки. Поэтому из-за длительной растворимости препарату необходимо больше времени для активного воздействия на организм. Увеличивая растворимость, мы ускоряем действие препарата. Следовательно, необходимо обнаружить новые формы и методы, которые будут обладать наилучшей растворимостью в воде. Одним из наиболее эффективных способов является получение со-аморфных форм. Со-аморфы это многокомпонентные однофазные аморфные твердые системы, не имеющие дальнего порядка и состоящие из двух или более мелких молекул, которые могут представлять собой комбинацию лекарственных средств или лекарств и вспомогательных веществ.

В работе приведены методы, с помощью которых можно получить данную форму, используя активное вещество флюбендазол(FluBZ) и ряд вспомогательных соединений-аминокислот, которые привели к образованию твердой со-аморфной системы.

В ходе исследования были получены две такие системы: флюбендазол-L-триптофан(Trp) и флюбендазол-L-фенилаланин(Phe). Для проверки свойств данных форм были использованы различные физико-химические методы, например, порошковая рентгенография, ИК, ДСК. Результаты показали, что совместная аморфизация приводит к образованию стабильной формы, обладающей более высокими показателями растворимости.

*Руководитель: к.х.н., с.н.с. Суров А.О.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОКСОДИБОРНОГО КОМПЛЕКСА ТЕТРА-*ТРЕТ*-БУТИЛФТАЛОЦИАНИНА

Попков А.Д. (2 курс), Никитин И.А.

Ивановский Государственный Химико-Технологический Университет

E-mail: [artempopkov39447@gmail.com](mailto:artempopkov39447@gmail.com)

Фталоцианины — тетрабензопорфиразины, высшие гетероциклические соединения, состоящие из изодольных колец, соединённые между собой через  $sp^2$ -гибридный мезо атом азота, структурно родственны порфиринам. Фталоцианины (Pc) и их структурные аналоги находят широкое применение в качестве как красителей и пигментов, так и материалов органической электроники, элементов супрамолекулярной химии, а комплексы с цинком применимы в фотодинамической терапии рака. Фталоцианины образуют комплексы почти со всеми металлами периодической системы. В последнее десятилетие было показано, что макроцикл тетрапиролов является эффективным лигандом для небольшого атома бора В. При этом в центральную полость встраивается 2 атома бора В через кислородный мостик. О получении оксодиборного комплекса тетра-*трет*-бутилфталоцианина ( $B_2OF_2$  t-Bu Pc) (Рис. 1) сообщалось в статье Brothers [1].

Целью настоящей работы был синтез по методике из статьи и изучение спектральных и основных свойств  $B_2OF_2$  t-Bu Pc.

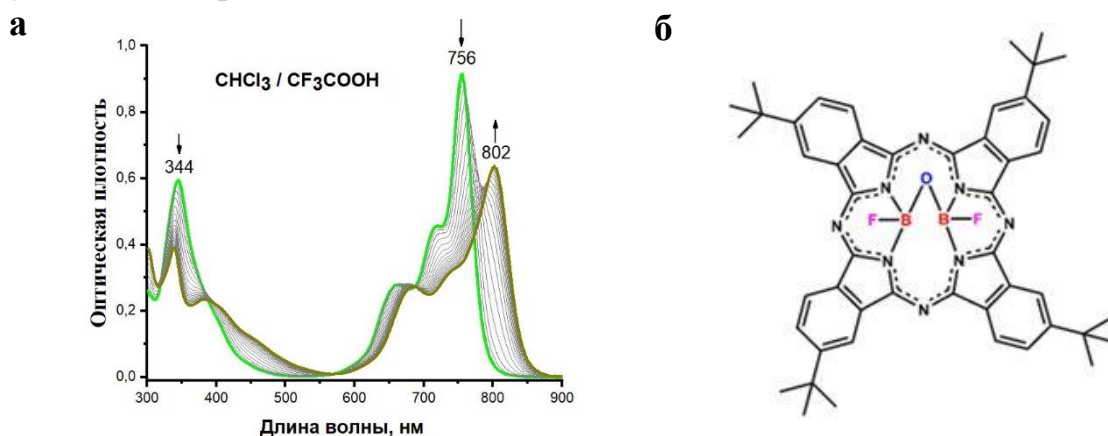


Рисунок 1. Исследование основных свойств (а) и структурное строение  $B_2OF_2$  t-Bu Pc (б).

Литература:

- 1) Penelope J. Brothers, Aaron C., et al. / J. Chem. Commun. – 2018. – Р. 1-6.

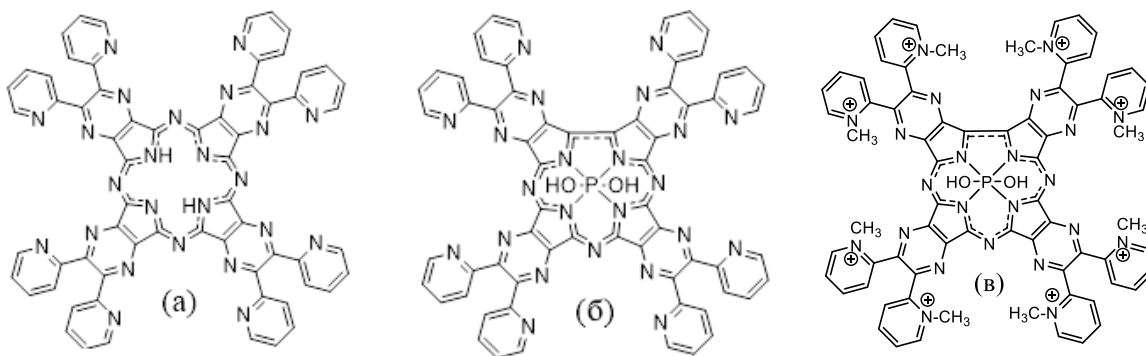
Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований 20-53-26004

Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П.А.

## СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА N-ЗАМЕЩЕННЫХ ОКТА(ПИРИДИЛ-2)ТЕТРАПИРАЗИНОКОРРОЛАЗИНОВ

Попов А.А. (2 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет



Тетрапиразинопорфиразины (TPyzPz) и их комплексы активно изучаются в качестве перспективных фотосенсибилизаторов для ФДТ, например, полученные Эрколани с сотр. 2-пиридилзамещенный  $[\text{Py}_8\text{TPyzPzH}_2]$  (а) и его комплексы, а также их водорастворимые N-метилированные формы и мультиметаллические комплексы [1]. Ранее на примере фенил- и алкилзамещенных TPyzPz было показано, что в процессе комплексообразования с  $\text{PBr}_3$  наблюдается сокращение макроцикла с образованием P(V) корролазинов [2]. Аналогично при взаимодействии  $[\text{Py}_8\text{TPyzPzH}_2]$  с  $\text{PBr}_3$  в пиридине нами получен 2-пиридилзамещенный комплекс  $[(\text{Py}_8\text{TPyzCz})\text{P}(\text{OH})_2]$  (б). Он нерастворим в воде, ацетоне, ДХМ, ТГФ, но растворяется в пиридине, этаноле, ДМСО, ДМФА, а также в водных растворах кислот. Методом  $^{31}\text{P}$  ЯМР было доказано, что фосфор находится в  $\text{sp}^3\text{d}^2$ -гибридном состоянии и имеет две аксиальные -ОН группы, способные к кислотной ионизации. Были определены спектрально-люминесцентные характеристики в различных средах. Для растворов  $[(\text{Py}_8\text{TPyzCz})\text{P}(\text{OH})_2]$  (б) и его октаметилированной формы (в) были детально исследованы процессы протонирования и депротонирования, интенсивность флуоресценции соответствующих форм.

Литература:

1. M.P. Donzello, C. Ercolani, V. Novakova, P. Zimcik, P.A. Stuzhin, *Coord. Chem. Rev.* **2016**, 309, 107–179; *Coord. Chem. Rev.* **2018**, 361, 1–73.
2. S.S. Ivanova, Y. Moryganova, M. Hamdoush, O.I. Koifman, D.S. Sal'nikov, P.A. Stuzhin, *J. Porphyrins Phthalocyanines*, **2014**, 875–883.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-53-26004

Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П.А.

# НОВЫЙ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ ТЕРАНОСТИК НА ОСНОВЕ BIS(BODIPY): ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ, АГРЕГАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ В РАСТВОРАХ И МИЦЕЛЛАХ ПЛЮРОНИКА F127

Равчеева Е.А.<sup>1,2</sup> (4 курс), Калягин А.А.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Институт химии растворов Российской академии наук

Среди большого числа бордипиррометеновых красителей (BODIPY) особый интерес представляют ковалентно связанные BODIPY димеры, свойства которых во многом выгодно отличаются от мономерных аналогов.

Цель исследования заключалась в сравнительном анализе структуры и спектральных характеристик новых bis(BODIPY) люминофоров: октаметилзамещенного ( $\beta$ -H)<sub>2</sub>-bis(BODIPY) и  $\beta,\beta'$ -дибром-октаметилзамещенного ( $\beta$ -Br)<sub>2</sub>-bis(BODIPY) в растворах органических растворителей различной природы.

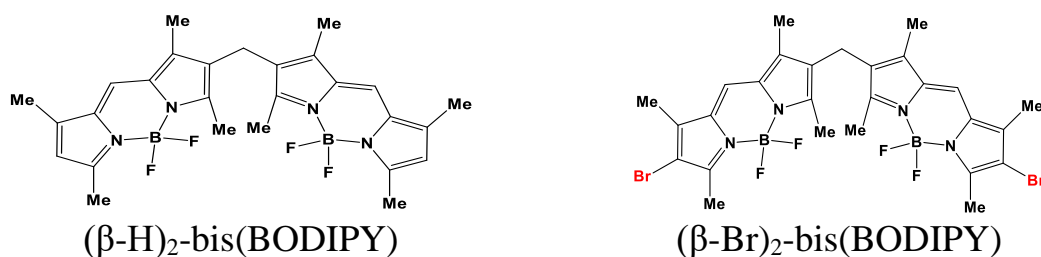


Рисунок 1 – Объекты исследования

Дибромзамещенный комплекс демонстрирует в растворах неполярных и слабополярных растворителей высокий квантовый выход флуоресценции ( $\Phi_{\Delta} = 0.521 \div 0.749$ ) и достаточный квантовый выход генерации синглетного кислорода ( $\Phi \Delta^1\text{O}_2 = 0.19 \div 0.42$ ), что позволяет его отнести к «мягким» фотосенсибилизаторам. Из-за высокой гидрофобности красителя, было проведено его инкапсулирование в мицеллы блок-сополимера Pluronic F127. Методом «тонких пленок» были получены стабильные ассоциаты ( $\beta$ -Br)<sub>2</sub>-bis(BODIPY)-PI с высокой степенью сольubilизации красителя (>70%), эффективной флуоресценцией в фосфатном буфере pH 7.4 и генерацией <sup>1</sup>O<sub>2</sub> в D<sub>2</sub>O. Оптимальная величина загрузки красителя составляет не более 26 мкМ, выше которой наблюдается агрегация молекул и искажение спектральных свойств. Размер соответствующих мицелл ( $\beta$ -Br)<sub>2</sub>-bis(BODIPY)-PI варьируется от 140 до 170 нм.

Руководитель: к.х.н., н.с. Антина Л.А.

# СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СПЕКТРАЛЬНО-ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНЗАМЕЩЁННЫХ МЕТАЛЛОПОРФИРИНОВ И ИХ АЗА-АНАЛОГОВ

Русанов А.И.<sup>1,2</sup> (2 курс магистратура)

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

<sup>2</sup>Институт Химии Растворов им. Г.А. Крестова РАН

Порфирины и их металлокомплексы зарекомендовали себя как эффективные полупроводники, компоненты солнечных батарей, агенты для фотодинамической терапии и сенсорные системы для определения субстратов различной природы. Введение в молекулы порфиринов электроноакцепторных заместителей позволяет создавать материалы с увеличенной n-проводимостью.

С целью получения пергалогенированных металлопорфиринов исследованы реакции бромирования и хлорирования  $\beta$ -положений тетрафенилпорфиринов  $Zn(II)$ ,  $Co(II)$  и  $Ni(II)$ . Показано, что галогенирование  $Co(II)$ -тетрафенилпорфирина и его пара-галоген- и нитрозамещённых  $Co(II)$ -порфиринов с помощью N-бромсукцинимид (NBS) и N-хлорсукцинимид (NCS) в смеси хлороформ-диметилформамид (ДМФА) приводит к исчерпывающему замещению пиррольных колец макроцикла. Галогенирование орто-замещённых  $Zn(II)$ - и  $Ni(II)$ -порфиринов осуществлено с помощью NBS и NCS в среде ДМФА с образованием соответствующих  $\beta$ -октабром- и  $\beta$ -октахлор- тетра-(2,6-дифторфенил)- и тетра-(2,6-дихлорфенил)порфиринов. Хлорирование пента-фтор замещённого комплекса  $Zn(II)$  в ДМФА приводит к образованию  $\beta$ -окта-хлор-тетра-(пента-фторфенил)порфирина  $Zn(II)$ .

При циклизации пара- и орто-замещённых малеиндинитрилов с ацетатами магния и цинка в кипящем этиленгликоле синтезированы соответствующие окта-(4-хлорфенил)-, окта-(4-фторфенил)- и окта-(2,6-дифторфенил)тетраазапорфирины. При взаимодействии комплексов магния с хлоридами никеля, меди и кобальта в диметилформамиде синтезированы соответствующие комплексы с галогензамещёнными октафенилтетраазапорфинами. Синтезированные соединения были рассчитаны с помощью метода функционала плотности (DFT) с применением трехпараметрического обменно-корреляционного функционала Бекке Ли-Янга-Парра (B3LYP) и базисного набора LANL2DZ для d-металлов и 6-31G\*\* для остальных атомов.

Полученные соединения идентифицированы методами электронной абсорбционной, флуоресцентной, ИК-, ЯМР  $^1H$ -спектроскопии и масс-спектрометрии.

Руководитель: к.х.н., с.н.с. Чижова Н.В.

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ФЕНИЛ- / 2-ПИРИДИЛТЕТРАПИРАЗИНОПОРФИРАЗИНОВ

Сергеева А.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Синтез и изучение свойств комплексов порфиразинового ряда – одно из самых актуальных направлений в современной химии. Особенности молекулярной структуры обуславливают возможность осуществления такими соединениями функций эффективных фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии опухолей (ФДТ). Однако исследований, посвященных данным соединениям очень мало.

Пиразинопорфиразины – гетероциклические аналоги фталоцианинов, которые могут быть синтезированы методом темплатной тетрамеризации в расплаве, а также макроциклизацией тримера в растворах полярных растворителей при должном нагревании. Целью настоящей работы стало получение низкосимметричных пиразинопорфиразинов с одним или несколькими ди(пиридил-2)пиразиновыми фрагментами (Рисунок 1), а также модификация фенилпиразина пиридилными фрагментами так как внешние заместители способны определять растворимость в неводных растворителях и в водной среде, а также модификация уже известных нам методик синтеза данных соединений с целью повысить выход конечного продукта реакций, а также создать наиболее эффективный фотосенсибилизатор.

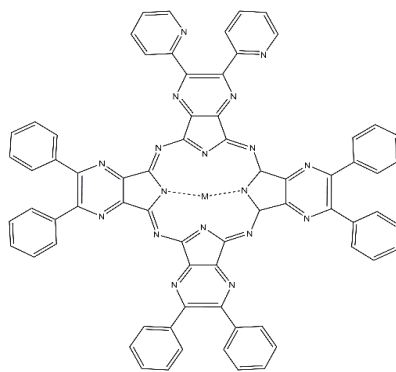


Рисунок 1

## Литература:

1) Novakova, V. Tetrapyrazinoporphyrazines and their metal derivatives. Part II: Electronic structure, electrochemical, spectral, photophysical and other application related properties / V. Novakova, M. P. Donzello, C. Ercolani, P. Zimcik, P. A. Stuzhin // Coordination Chemistry Reviews– 2018. – № 361. – С. 2–5.

*Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П. А.*

# КОМПЛЕКСЫ ТЕТРА(1,2,5-ТИАДИАЗОЛО) ПОРФИРАЗИНОВ ИТЕРБИЯ, НЕОДИМА, ГОЛЬМИЯ

Сигунов С.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Порфиразины со слитыми электронодефицитными гетероциклами – тетра(1,2,5-тиадиазоло)порфиразины, активно изучались в последние два десятилетия главным образом из-за их хорошего сродства к электрону, сильно повышенного по сравнению с их фталоцианиновыми аналогами. Высокая реакционная способность в реакциях аксиального обмена лигандами делает монопорфиразинаты/монофталоцианинаты РЗЭ перспективными предшественниками для синтеза соединений сэндвич-типа и обеспечивают дополнительный инструмент для структурных модификаций и модуляции их физико-химических свойств.

В данной работе были синтезированы тетра(1,2,5-тиадиазоло)порфиразины неодима, гольмия, итербия (Рисунок 1).

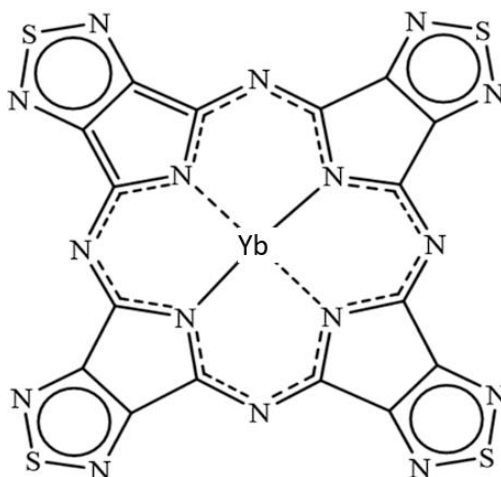


Рисунок 1. Тетра(1,2,5-тиадиазоло) порфиразин итербия

Структуры полученных соединений подтверждены с помощью современных методов анализа. Были изучены свойства данных комплексов посредством УФ-спектроскопии. Также методом циклической вольт-амперометрии были получены электрохимические данные об окислительно-восстановительных свойствах данных комплексов.

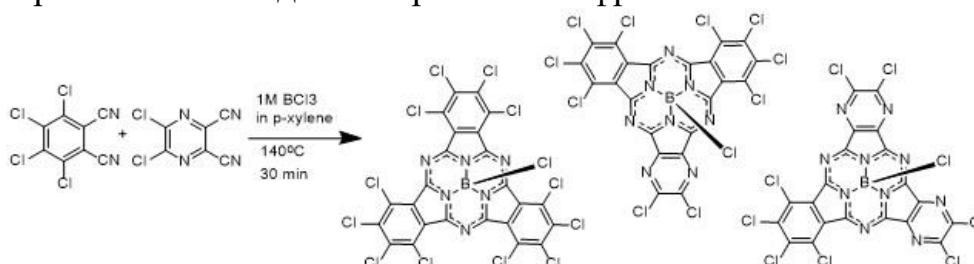
*Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П.А.*

# ПЕРХЛОРИРОВАННЫЕ НЕСИММЕТРИЧНЫЕ АЗААНАЛОГИ СУБФТАЛОЦИАНИНА: СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Старкова М. О. (2 курс), Ковкова У. П., Скворцов И. А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одной из главных задач в современной фотовольтаики (OPVC) является создание эффективно работающего устройства, преобразующего солнечную энергию в электрическую. Создание такого устройства требует выбора оптимальной пары донора/акцептора. Чтобы расширить этот выбор можно использовать новые стабильные акцепторы нефуллеренового типа. Представителями такого класса соединений являются различные аналоги субфталоцианина. Среди подобных соединений представляют интерес хлорированные субфталоцианины, обладающие высоким сродством к электрону и, являющиеся потенциальными полупроводниковыми материалами n-типа [1]. Также для усиления акцепторных свойств можно использовать азамещение в бензольных кольцах [2]. В нашей работе применялись оба подхода. При соконденсации 5,6-дихлорпиразин-2,3-дикарбонитрила и тетрахлор-фталонитрила в присутствии хлорида бора в п-ксиоле впервые получена серия субпорфиразинов, содержащих тетрахлорбензольные и дихлопиразиновые фрагменты.



В докладе будут подробно обсуждены детали синтеза целевых макроциклов, их спектральная характеристика (масс-спектры и электронные спектры поглощения), а также результаты исследования спектрально-люминесцентных и кислотно-основных свойств. Кроме того, работы будет проведено сравнение физико-химических свойств с другими аналогами субфталоцианина.

Литература:

- [1] Sullivan P. Halogenated Boron Subphthalocyanines as Light Harvesting Electron Acceptors in Organic Photovoltaics / Sullivan P., Duraud A., Hancox Ian, и др. // *Advanced Energy Materials* – 2011. – Т. 1 – № 3 – С.352–355.
- [2] Skvortsov I.A. Subphthalocyanine-type dye with enhanced electron affinity: Effect of combined azasubstitution and peripheral chlorination / Skvortsov I.A., Kovkova U.P., Zhabanov Y.A. и др. // *Dyes&Pig* – 2021. – Т. 185 – № PB – С.108944.

*Руководитель: д.х.н., проф. Стужин П. А.*



# СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИГИДРО-1*H*-ДИАЗЕПИНОПОРФИРАЗИНОВ НЕСИММЕТРИЧНОГО СТРОЕНИЯ

Фазлыева А. М. (2 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Порфиразины, содержащие акцепторные 1,4-дiazепиновые фрагменты [1] и их тетрагидрированные производные, обладающие донорными свойствами, [2] описаны в литературе. Ранее в [3] работе нами впервые были получены порфиразины, содержащие 6,7-дигидро-1*H*-1,4-дiazепиновые кольца, которые имеют в своем составе имино и вторичные аминогруппы. Оказалось, что N-группы в diaзепиновых фрагментах участвуют во внутримолекулярном переносе заряда (ICT) и сильно тушат флуоресценцию. Исследования показали, что соединения проявляют чувствительность к незначительному изменению кислотности среды, причем наблюдается протонирование иминогрупп, которое приводит к разгоранию флуоресценции.

В данной работе нами был получен низкосимметричный монодiazепинопорфиразин состава  $A_3B$  (Схема 1). Несимметричный порфиразин, содержащий один 6,7-дигидро-1*H*-1,4-дiazепиновый фрагмент, был охарактеризован с помощью различных спектральных методов: УФ-видимая спектроскопия, масс-спектрометрия MALDI-TOF, ЯМР-спектроскопия.

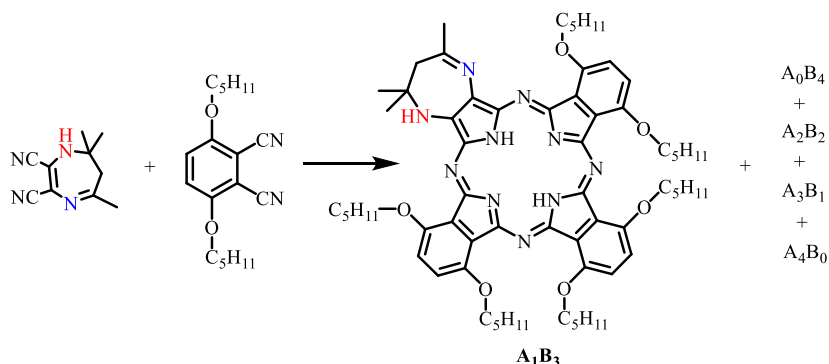


Схема 1. Синтез несимметричных diaзепинопорфиразинов

Литература:

- 1) Donzello M. P., Ercolani C., Stuzhin P.A. // Eur. J. Inorg. Chem. - 1999. - № 11. - P. 2075-2084.
- 2) Baum S. M. // J. Org. Chem. - 2003. - № 68(5). - P. 1665–1670.
- 3) Skvortsov, I. A., Fazlyeva, A. M., Khodov, I. A., Stuzhin, P. A. Porphyrazines with annulated diazepine rings. 5. Near-IR-absorbing tetrakis (6,7-dihydro-1*H*-1,4-diazepino) porphyrazines and effects of acid solvation on their spectral properties. New Journal of Chemistry. - 44(42). - 18362-18371.

Руководители: д.х.н., проф. Стужин П.А., к.х.н., ст. преп. Скворцов И.А.

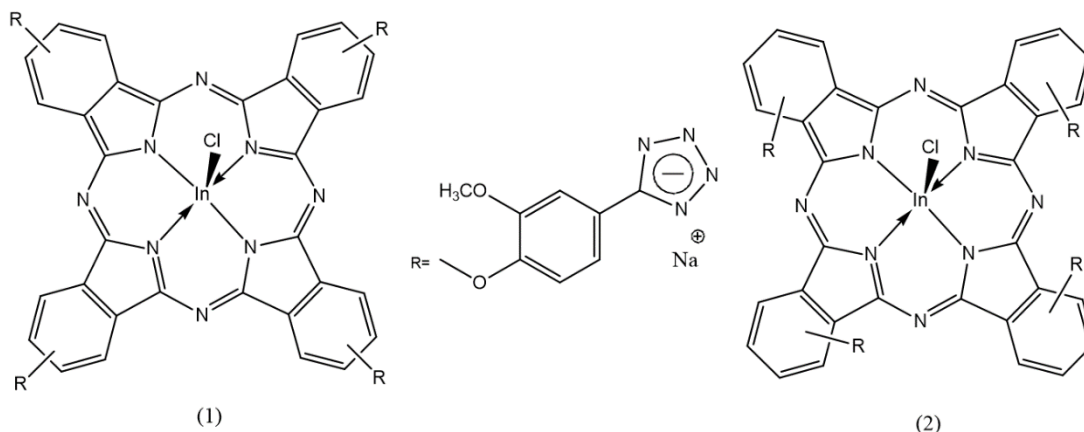
# СРАВНЕНИЕ АНИОННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ ХЛОРИДА ИНДИЯ С 2-МЕТОКСИ-4-(-1*H*-ТЕТРАЗОЛ-5-ИЛ)ФЕНОКСИГРУППАМИ В $\alpha$ - И $\beta$ -ПОЛОЖЕНИЯХ

Хотянович Д.В. (1 курс магистратура)

*Санкт-Петербургский Государственный Технологический  
Институт (Технический Университет)*

Комплексы фталоцианинов с металлами обладают уникальными физико-химическими свойствами и находят применение в качестве красителей, фотокатализаторов, фотополупроводников, а также в качестве фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии рака. На сегодняшний день все больший интерес вызывают металлофталоцианины, содержащие биологически активные гетероциклические заместители, поскольку такие металлофталоцианины могут являться высокоэффективными фотосенсибилизаторам [1]. В связи с этим были синтезированы тетра натриевая соль  $\beta$ -замещенного тетраakis[2-метокси-4-(1*H*-тетразол-5-ил)фенокси]фталоцианина хлорида индия (**1**) и тетра натриевая соль  $\alpha$ -замещенного тетраakis[2-метокси-4-(1*H*-тетразол-5-ил)фенокси]фталоцианина хлорида индия (**2**).

Максимумы поглощения длин волн (**1**) и (**2**) 695 нм и 722 нм, соответственно. Металлофталоцианин (**2**) сдвинут bathochromно за счёт нахождения заместителя в  $\alpha$ -положении.



В докладе будут обсуждаться методологии синтеза целевых анионных фталоцианинов хлорида индия, строение будет подтверждено современными методами ФХМА, также будут показаны сравнения фото-физико-химических свойств.

Литература:

1) Ziminov, A.V. Synthesis of 4-(4-hydrazinylphenoxy)phthalonitrile and phthalonitriles on its basis containing N-heterocycles / A.V. Ziminov, D.I. Pudova, A.I. Kolganova, M.A. Stretovich, M.A. Furman, S.M. Ramsh // Macroheterocycles, - 2015. – Vol. 8. – P. 26-31.

*Руководитель: доцент Зиминов А.В.*

# СПЕКТРАЛЬНЫЕ, КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ И КООРДИНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НЕСИММЕТРИЧНО ЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНОВ

Хрушкова Ю.В. (2 курс магистратуры)

*Ивановский Государственный химико-технологический университет*

Создание новых полифункциональных макроциклических соединений и изучение зависимости их свойств от состава, строения, природы и расположения в них реакционных центров является важной задачей органической и физической химии. Особый интерес с этой точки зрения представляют молекулы  $H_2TPP$ , заместителями в которых выступают одна или несколько «якорных» групп, обеспечивающих высокую константу специфического связывания, которая требуется в биохимии и медицине для проникновения молекулы порфирина через клеточную мембрану. Спектрофотометрическим методом исследованы кислотно-основные и комплексообразующие свойства несимметрично замещенных  $H_2TPP$ : 5-(4'-амино-фенил)-10,15,20-трифенил-порфина, 5-(4'-тирозинил-амидофенил)-10,15,20-трифенилпорфина, 5-(4'-глицинациламино-фенил)-10,15,20-трифенил-порфина в системах ацетонитрил - хлорная кислота (298 К), ДМСО – криптант калия [222] (298 К), ацетонитрил —  $Zn(OAc)_2$  (298 – 318 К) соответственно. Обнаружено, что протонирование (5-(4'-аминофенил)-10,15,20-трифенилпорфина и 5-(4'-тирозинил-амидофенил)-10,15,20-трифенилпорфина осуществляется последовательно сначала по периферии молекулы, а затем по внутрициклическим атомам азота макроцикла. Для всех исследуемых соединений рассчитаны ступенчатые константы основной и кислотной ионизации в системах  $АН - HClO_4$  и ДМСО -  $KOH$ [222]. Определены кинетические и электронооптические параметры цинковых комплексов 5-(4'-амино-фенил)-10,15,20-трифенил-порфина, 5-(4'-тирозинил-амидофенил)-10,15,20-трифенилпорфина и 5-(4'-глицинациламино-фенил)-10,15,20-трифенил-порфина в системе ацетонитрил —  $Zn(OAc)_2$  при 298 – 318 К. Проведен сравнительный анализ полученных результатов с литературными данными для незамещенного тетрафенилпорфирина. Расчет структурных параметров, исследуемых лигандов и их моно-и дважды протонированных форм в рамках теории функционала плотности (B3LYP/сс-pVDZ) в программе Gaussian 16 показал хорошую сходимость с экспериментальными данными.

В докладе обсуждается влияние структурной модификации тетрафенилпорфирина на реакционную способность синтезируемых молекул. Полученные результаты полезны для более полного понимания особенностей процессов переноса протонов с участием порфиринов в природных системах.

*Руководитель: к.х.н., доц. Иванова Ю.Б.*

# НОВЫЕ ПЕРФТОРИРОВАННЫЕ (СУБ)ПОРФИРАЗИНЫ С АННЕЛИРОВАННЫМИ ПИРАЗИНОВЫМИ ФРАГМЕНТАМИ

Чуфарин А.Е. (1 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Со времён первых публикаций Линстеда по фталоцианинам (Pc) [1] прошло порядка 90 лет, а в случае субфталоцианинов (*s*Pc) 50 лет [2], но по сей день учёные активно получают и исследуют (суб)фталоцианины и их аналоги, и находят их новые применения в различных областях.

Тетрафторфталонитрил (TFPN) является коммерчески доступным предшественником для получения на его основе галогенированных (*s*)Pc с повышенным сродством к электрону, которые в свою очередь находят применение в органической электронике [3]. Комбинация атомов фтора и электронодефицитных пиразиновых колец может повысить сродство к электрону у макроциклов.

В рамках данной работы, нами был впервые получен предшественник – 5,6-дифторпиразин-2,3-дикарбонитрил ( $F_2Pyz(CN)_2$ ), и проведена оптимизация условий его синтеза. В докладе будут представлены первые результаты по синтезу и спектральному исследованию порфиразинойдов 13 группы на основе данного предшественника (схема 1). Мы установили, что в ходе макроциклизации помимо образования целевых комплексов происходит частичное периферийное хлорирование. Это было показано на примере порфиразинов индия<sup>III</sup> и бора<sup>III</sup>.

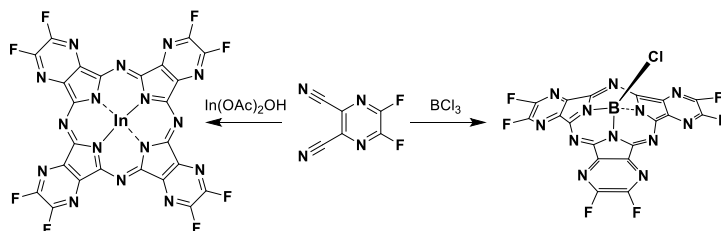


Схема 1

## Литература:

- 11) R.P. Linstead. Phthalocyanines / R.P. Linstead et al. // J. Chem. Soc. – 1934. – P. 1016-1022.
- 12) Meller, A. Phthalocyaninartige Bor-Komplexe / A. Meller, A. Ossko // Monatshefte Fur Chemie. – 1972. – V. 103. – N.1. – P. 150–155.
- 13) Bender, T. P. Boron Subphthalocyanines as Organic Electronic Materials / Morse, G. E., Bender, T. P. // ACS Applied Materials & Interfaces. – 2012. – V. 4. – N. 10. – P. 5055–5068.

Руководитель: к.х.н., ст., преподаватель Скворцов И.А.  
д.х.н., проф. Стужин П.А.

# СИНТЕЗ, КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ И КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИНА, СОДЕРЖАЩИХ АМИНОКИСЛОТНЫЕ "ЯКОРНЫЕ" ГРУППЫ

Шорохова Т.В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Изучение производных тетрафенилпорфиринов, содержащих биомолекулы, позволяет оценить их участие и применение в медицине в качестве препаратов, обладающих антимикробным и противовоспалительным действием. Введение в структуру порфиринов одной или нескольких биомолекул, обеспечивающих проникновения данной молекулы через клеточную мембрану, наделяет целевые молекулы рядом уникальных фотофизических и биохимических свойств. Для выявления закономерностей «структура-активность» наиболее эффективным методом исследования является спектрофотометрический метод, с помощью которого можно качественно и количественно охарактеризовать процессы кислотно-основного равновесия, комплексообразования, учесть ряд физико-химических факторов в реальном масштабе времени (природа растворителя, присутствие посторонних ионов, рН и пр.).

В настоящей работе представлены результаты исследования кислотно-основных и комплексообразующих (с  $Zn^{2+}$ ) свойств производных тетрафенилпорфирина: 5-(4'-тирозинил-амидофенил)-10,15,20-трифенилпорфина (**H<sub>2</sub>P2**), 5-(4'-N-третбутоксикарбонилтирозинил-амидофенил)-10,15,20-трифенилпорфина (**H<sub>2</sub>P3**), 5-(4'-N,O-ди-третбутоксикарбонил-тирозинил-амидофенил)-10,15,20-трифенилпорфина (**H<sub>2</sub>P4**), 5-(4'-тирозинил-амидофенил)-10,15,20-тритолилпорфина (**H<sub>2</sub>P5**). В качестве объекта сравнения использовали ранее исследованный 5-(4'-аминофенил)-10,15,20-трифенилпорфин (**H<sub>2</sub>P1**). Анализ полученных данных показал, что протонированные периферийные амино-группы **H<sub>2</sub>P1**, **H<sub>2</sub>P2**, проявляют акцепторные свойства и уменьшают заряд на внутрициклических атомах азота в исследуемой области концентраций рН, тирозиновые заместители в соединениях **H<sub>2</sub>P3**, **H<sub>2</sub>P4**, **H<sub>2</sub>P5** увеличивает основные и комплексообразующие свойства соединения. Проведенные квантово-химические расчеты протонированных структур лигандов показали, что наиболее основным соединением является **H<sub>2</sub>P5**, что хорошо согласуется с данными эксперимента.

В докладе обсуждается перспективы химического дизайна молекул тетрафенилпорфина за счет изменения числа и вида заместителей на возможность моделирования биохимических процессов с участием порфириновых структур в сложных многокомпонентных системах.

*Руководитель: к.х.н., доцент Иванова Ю.Б.*

## **Секция 13. Технология тонкого органического синтеза**

# РЕАКЦИЯ МЕТАЛЛИРОВАНИЯ МАРГАНЦЕВОГО КОМПЛЕКСА НЕЗАМЕЩЕННОГО ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА

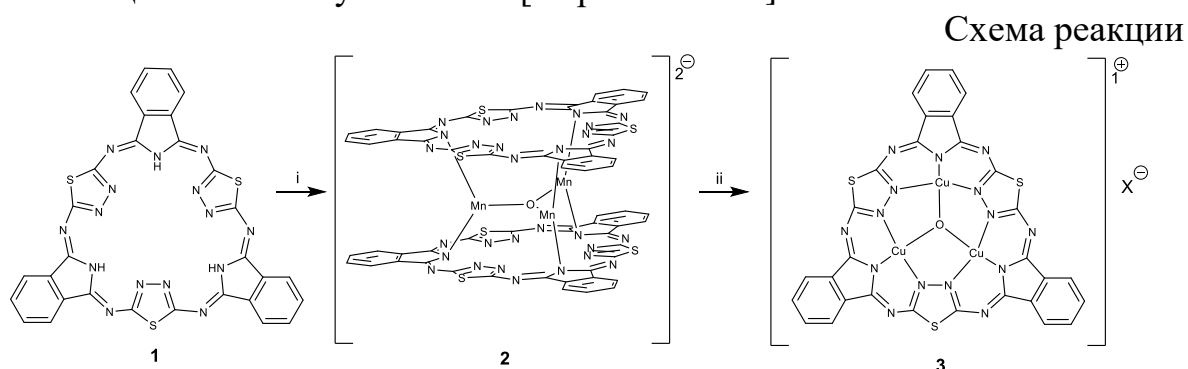
Беляев А.А. (1 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Макрогетероциклические соединения АВАВАВ–типа (гемигексафрази́ны) образуют устойчивые гомоядерные комплексы с переходными металлами, которые формируют треугольный кластер. Такие комплексы представляют интерес в качестве потенциальных материалов для наноэлектроники, катализа [1].

На момент постановки настоящей работы в литературе не содержалось сведений о возможности переметаллирования металлокомплексов гемигексафрази́на. Вместе с тем данный подход может привести к образованию гетероядерных комплексов. В связи с этим нами проведено взаимодействие ацетата меди(II) с двухпалубным марганцевым комплексом (**2**), который был получен металлизацией незамещенного гемигексафрази́на (**1**) ацетатом марганца(II) в феноле.

Переметаллирование проводили в феноле при 120 °С в течение 5 часов, при мольном соотношении **2** : ацетат меди(II) равным 1 : 3. По данным MALDI TOF масс-спектрометрии обнаружен сигнал  $m/z = 884.9$ , отвечающий комплексу **3** состава  $[\text{Hhp} + 3\text{Cu} + \text{O}]^+$ .



i -  $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ; фенол;  $t = 120\text{ }^\circ\text{C}$ ; 5 ч.

ii -  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ; фенол;  $t = 120\text{ }^\circ\text{C}$ ; 5 ч.

X = OAc<sup>-</sup>

## Литература:

[1]. Исляйкин, М. К. Гемигексафрази́ны. Синтез и перспективы применения в качестве новых функциональных материалов / М.К. Исляйкин, О.И. Койфман, Т.Торрес // Гл. 7. в монографии «Функциональные материалы на основе тетрапиррольных макрогетероциклических соединений» / под ред. член-корреспондента РАН О.И. Койфмана. – М.: ЛЕНАНД, 2019. – 848 с.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации [№ 075-15-2021-579].

Руководитель: д.х.н., проф. Исляйкин М.К.

# РАЗРАБОТКА НОВОГО ЭКОЛОГИЧНОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТАХ

Блохина П. М. (11 класс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
МАОУ "Лицей 21"*

В настоящее время для оценки свойств нефти и нефтепродуктов используют широкий ассортимент различных методов испытаний, позволяющих оценить их свойства. Однако эти методы имеют ряд существенных недостатков, среди которых - сложность пробоподготовки, продолжительность проведения эксперимента, а также большое количество токсичных отходов. В связи с этим разработка новых экспресс методов анализа состава светлых нефтепродуктов является актуальной задачей. В рамках исследования был разработан новый, спектральный экспресс метод анализа светлых нефтепродуктов, с применением чувствительных к молекулярному окружению флуоресцентных сенсоров семейства BODIPY.



Показано, что увеличение содержания ароматических соединений в нефтепродукте вызывает увеличение вязкости и, соответственно, падение интенсивности флуоресценции. Установлено, что разработанный метод является более простым и экологичным по сравнению с используемыми в настоящее время.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых – докторов наук (Проект № МД-2300.2022.1.37) и с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

*Руководители: к.х.н., Знойко С.А.; Молчанов Е.Е.*



# СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ХЛОРФЕНОКСИЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАТОВ КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ И МЕДИ

Бобровицкий Д.А. (3 курс), Ботнарь А.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

В данной работе путем темплатного сплавления замещенного фталонитрила и ацетата соответствующего металла получены комплексы меди, никеля, кобальта с дихлорфеноксизамещенным фталоцианиновым лигандом (схема 1).

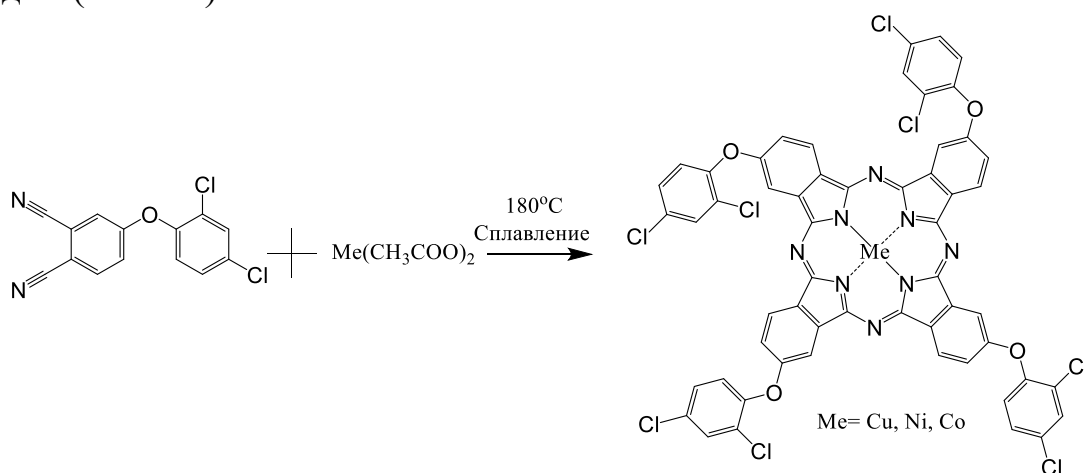


Схема 1: Синтез хлорзамещенных фталоцианиновых комплексов.

Полученный плав очищали с помощью колоночной хроматографии: в качестве сорбента использовали силикагель, в качестве элюента — хлороформ. В ИК-спектрах полученных соединений не отмечена полоса при  $2230\text{ см}^{-1}$ , что свидетельствует об отсутствии примеси исходного фталонитрила, при этом присутствует полоса при  $1085\text{ см}^{-1}$ , что характерно для колебаний связи  $\text{C}-\text{Cl}$ . В масс-спектрах отмечен единственный сигнал, отвечающий пику целевого молекулярного иона. Далее рассмотрены спектральные характеристики полученных комплексов. Отмечено влияние металла-комплексобразователя на положение максимума поглощения. Q-полоса смещается батохромно в ряду: кобальт–никель–медь. При рассмотрении влияния растворителя на положение максимума поглощения в электронных спектрах для растворов макроциклов показано, что батохромное смещение Q-полосы отмечается в ряду: хлороформ–тетрагидрофуран–ДМФА–толуол.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-73-10158). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671)

Руководитель: к.х.н., доц. Тихомирова Т.В.

## СИНТЕЗ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ (II) С ПРОИЗВОДНЫМИ 1-АДАМАНТАНКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ С ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Большакова Е.А. (2 курс, магистратура), Смирнова А.Ю. (4 курс, бакалавриат), Королева П.Г. (3 курс, бакалавриат)

*Ярославский государственный технический университет*

Комплексы меди (II) и сложных органических лигандов представляют повышенный интерес в качестве потенциальных терапевтических средств различного действия в медицине. Такие комплексы, полученные на основе нестероидных противовоспалительных средств, обладают более высокой противовоспалительной активностью в сочетании с пониженной желудочно-кишечной токсичностью по сравнению с самим лекарственным средством [1]. В качестве активных агентов по отношению к мишеням, вовлеченным в биохимические цепи воспалительных процессов, хорошо известны адамантановые производные аминокислот, коротких пептидов и их миметиков [2]. С целью расширения исследований в направлении поиска более эффективных противовоспалительных средств нами синтезированы ряд аминокислотных производных 1-адамантанкарбонической кислоты (N-АК-АМК-ОН), а также комплексы меди (II) с их анионами.

Комплексы синтезировали реакцией  $\text{Cu}(\text{OAc})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и N-АК-АМК-ОН при мольном соотношении 1 к 2 в ацетонитриле с последующим добавлением пиридина в качестве N-донорного лиганда. Все полученные комплексы выделены в кристаллическом состоянии с выходами 60-80 % и охарактеризованы. Так, например, в УФ спектрах растворов комплексов наблюдаются характеристические полосы I, ассоциируемые с d-d переходами, и III, ассоциируемые с переносом заряда от иона металла в лиганд. В ИКФС спектрах комплексов исчезает полоса  $\nu(\text{CO})$ , характерная для колебаний в карбоксильной группе N-АК-АМК-ОН, и появляются полосы  $\nu_{\text{асим}}(\text{COO})$  и  $\nu_{\text{сим}}(\text{COO})$ . Кроме того, на основе данных спектроскопии  $^1\text{H}$  ЯМР показано, что сигналы всех протонов сдвинуты в спектрах комплексов по сравнению со спектрами смеси лигандов, что доказывает образование донорно-акцепторной связи и стабильность полученных комплексов в растворе.

Литература:

1. *Weder J.E.* Copper complexes of non-steroidal anti-inflammatory drugs: an opportunity yet to be realized / J.E. Weder, C.T. Dillon, T.W. Hambley, et al. // *Coord. Chem. Rev.* 2002. Vol. 232(1-2). P. 95.
2. *Wanka L.* The Lipophilic Bullet Hits the Targets: Medicinal Chemistry of Adamantane Derivatives // L. Wanka, K. Iqbal, P.R. Schreiner // *Chem. Rev.* 2013. Vol. 113. P. 3516.

*Руководитель: к.х.н., доцент Красникова Н.В.*

## РЕДОКС-АКТИВНЫЕ СЭНДВИЧЕВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ФТАЛОЦИАНИНА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Ботнарь А.А., Тихомирова Т.В.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе получены двухпалубные комплексы лантанидов с бифенилоксизамещенными фталоцианинами, изучены их агрегационное поведение в растворе, а также рассмотрена роль металла для растворов сэндвичевых комплексов в окислительно-восстановительных процессах, протекающих во времени. Синтез макроциклов проводили темплатной конденсацией 4-([1,1'-бифенил]-4-илокси)фталонитрила с безводным ацетатом соответствующего лантанида(III) в растворе изо-амилового спирта в присутствии ДБУ при температуре кипения растворителя в течении 12 часов. Очистку проводили с привлечением колоночной хроматографии, контролируя фракции спектрально. Исследование агрегационного поведения проводили путем разбавления раствора макроцикла растворителем. Показано, что прямолинейная зависимость оптической плотности максимума поглощения Q-полос от концентрации линейна в диапазоне концентраций  $1.70 \cdot 10^{-6} \text{ М} \div 1.47 \cdot 10^{-5} \text{ М}$  для комплекса неодима,  $1.80 \cdot 10^{-6} \text{ М} \div 1.53 \cdot 10^{-5} \text{ М}$  для комплекса самария,  $1.60 \cdot 10^{-6} \text{ М} \div 1.34 \cdot 10^{-5} \text{ М}$  для комплекса гадолиния,  $1.60 \cdot 10^{-6} \text{ М} \div 1.30 \cdot 10^{-5} \text{ М}$  для комплекса диспрозия,  $1.93 \cdot 10^{-6} \text{ М} \div 1.63 \cdot 10^{-5} \text{ М}$  для комплекса эрбия,  $2.10 \cdot 10^{-6} \text{ М} \div 1.68 \cdot 10^{-5} \text{ М}$  для комплекса лютеция. Дальнейшее увеличение концентрации макроциклов в растворе приводит к отклонению линейной зависимости, что связано с агрегационными процессами. В спектрах поглощения исследуемых соединений в результате процесса восстановления бисфталоцианинатов регистрируется уменьшение интенсивности полосы при 672-685 нм, полосы при 456-467 нм и 909-917 нм вырождаются, поглощение в области 638-654 нм увеличивается и становится самым интенсивным. Следует отметить, что рассчитанное время полупревращения для комплексов лютеция, эрбия, диспрозия, гадолиния самария, неодима составляет 770 сек, 495 сек, 301 сек, 123 сек, 96 сек и 57 сек соответственно, т.е. наиболее быстро процесс протекает для комплекса неодима, который имеет наибольший ионный радиус. Вероятнее всего увеличение расстояния между фталоцианиновыми лигандами благоприятствует контакту реакционного центра макроцикла и восстановителя. Таким образом, время реакции восстановления фталоцианина уменьшается в ряду  $\text{Lu} > \text{Er} > 2\text{Dy} > 2\text{Gd} > 2\text{Sm} > 2\text{Nd}$ .

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-73-10158). Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671.*

*Руководитель: д.х.н., доц. Вашурин А.С.*

## ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ИЛИ ИМПОРТНЫЙ ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ?

Быструхина А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

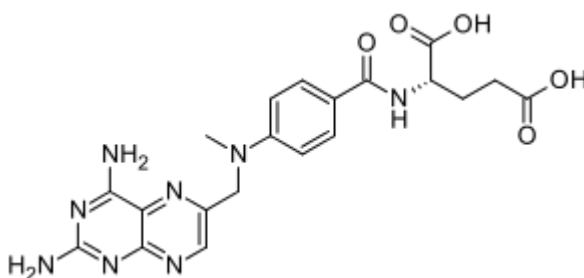
Как отметили ученые, ревматоидный артрит (РА) является наиболее частым аутоиммунным заболеванием. Он занимает первое место среди причин воспалительных поражений суставов и считается одной из основных причин ранней инвалидности.

Как свидетельствуют результаты эпидемиологического исследования, в мире 0,5 – 2 % взрослого населения (около 5 больных на 1000 человек) страдают РА. В России в 2019 году диагноз РА был поставлен 325 тыс. человек, т.е. 2,2 больных на 1000 человек. Заболевание может встречаться во всех возрастных группах, но пик заболеваемости приходится на трудоспособный возраст человека – 40–55 лет.

Основные группы лекарственных средств, применяемые при лечении РА: стандартные базисные противовоспалительные препараты, глюкокортикоиды, нестероидные противовоспалительные препараты и генно-инженерные биологические препараты.

«Золотым стандартом» при лечении РА является метотрексат – препарат первой линии, его назначают всем пациентам с РА при отсутствии противопоказаний.

Метотрексат производится как в России, так и за рубежом. Многие врачи рекомендуют больным использовать только импортный препарат, утверждая, что ремиссии от отечественного не получить.



В этой связи возникает вопрос, чем импортные препараты отличаются от отечественных. Ответ на этот вопрос может дать исследование готовых форм импортных и отечественных препаратов, которое мы и проводим.

*Руководитель: д.х.н., проф. Данилова Е.А.*

# РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТРИЙОДЗАМЕЩЕННОГО ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА

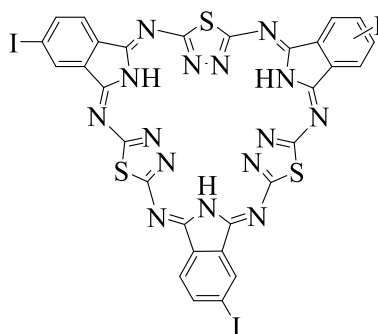
Васина М.В. (3 курс), Кибирева Я.Е. (аспирант)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Гемигексафрази́ны – это макрогетероциклические соединения АВАВАВ-типа, содержащие три тиadiaзольных (А) и три изоиндольных (В) фрагмента, объединенных аза-мостиками в единую макроциклическую систему. Наличие увеличенной внутренней полости предопределяет необычные координационные свойства, а именно способность координировать до трех атомов переходных металлов [1]. Гемигексафрази́ны представляют большой интерес в качестве опорных соединений в синтезе молекулярных ансамблей. Гемигексафрази́ны, содержащие в своем составе функциональные группы (например, атомы галогена), открывают перспективы их использования в качестве исходных соединений для создания новых молекулярных материалов.

Поэтому целью данной работы является разработка способа получения трийодзамещенного гемигексафрази́на.

Строение полученного соединения охарактеризовано с помощью масс-спектрометрии, ИК и электронной спектроскопии.



*Работа выполнена при частичной поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации [№ 075-15-2021-579].*

## Литература

1) Исляйкин, М. К. Гемигексафрази́ны. Синтез и перспективы применения в качестве новых функциональных материалов / М.К. Исляйкин, О.И. Койфман, Т.Торрес // Гл. 7. в монографии «Функциональные материалы на основе тетрапиррольных макрогетероциклических соединений» / под ред. член-корреспондента РАН О.И. Койфмана. – М.: ЛЕНАНД, 2019. – 848 с.

*Руководитель: д.х.н., проф. Исляйкин М.К.*

## СИНТЕЗ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Васютина П.Ю. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цеолиты всё чаще используются в качестве катализаторов, в частности, каталитический крекинг нефти является одним из важнейших промышленных применений цеолитов. Для этого требуется высокая активность цеолитных катализаторов, которая может быть достигнута за счёт увеличения количества активных центров на поверхности катализатора в связи с уменьшением размеров частиц цеолита до 10-200 нм [1].

Хорошо известно, что ключевой характеристикой, отвечающей за активность цеолита в катализе, является его кристаллическая структура [2], которая деформируется в ходе размола, деактивируя катализатор.

Синтезировать наноразмерные цеолиты можно при помощи механического размола на бисерной (шаровой) мельнице с применением этапа дополнительной постобработки - перекристаллизации цеолитов с последующей их обработкой алюмосиликатными и кислотными растворами, позволяющими вернуть кристалличность цеолита до исходного состояния. Данный подход позволяет получить цеолиты существенно активнее своих аналогов, которые можно использовать на существующих промышленных установках без проведения дополнительных модификаций.

В результате проделанной работы было проведено измельчение промышленного цеолитного катализатора ИК-17 в различных условиях до наноразмерного состояния. Был произведён анализ размеров частиц после размола при помощи DLS-анализа, который позволил провести корреляцию данного параметра с условиями размола, а также измерение кристалличности при помощи рентгенофазового анализа, который позволил определить фазовый состав и кристалличность структуры полученных образцов с использованием индивидуальных дифракционных картин. Активность полученных образцов оценивалась, исходя из их кристалличности – чем она меньше, тем меньше активность.

### Литература:

- 1) Tosheva L., Valtchev V. P. Nanozeolites: synthesis, crystallization mechanism, and applications //Chemistry of materials. – 2005. – Т. 17. – №. 10. – С. 2494-2513.
- 2) Boréave A., Auroux A., Guimon C. Nature and strength of acid sites in HY zeolites: a multitechnical approach //Microporous Materials. – 1997. – Т. 11. – №. 5-6. – С. 275-291.

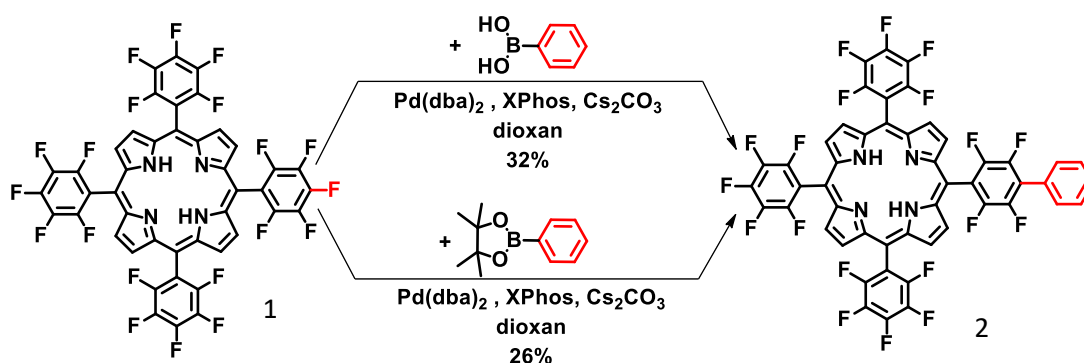
*Руководитель: д.х.н., проф. Майзлис В.Е.*

# ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ 5-(2,3,5,6-ТЕТРАФТОР-4-ФЕНИЛФЕНИЛ)-10,15,20- ТРИС(ПЕНТАФТОРФЕНИЛ)ПОРФИРИНА

Виноградова Е.В. Орехова А.С. (3 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Данная работа посвящена синтезу и оптимизации способа получения 5-(2,3,5,6-тетрафтор-4-фенилфенил)-10,15,20-трис(пентафторфенил)порфирина. Реакция проводилась по методу Сузуки-Мияура, что приводило к образованию целевого продукта **2**.



Соединение **2** было охарактеризовано при помощи ЯМР- и электронной спектроскопии.

Показано что при использовании в синтезе фенилбороновой кислоты приводит к увеличению выхода целевого продукта на 8 %.

Чаще всего в реакции Сузуки-Мияура проводят в среде ДМФА. В данном случае этот растворитель использовать нельзя, так как происходит замещение атома фтора на диметиламиногруппу, связи с этим синтез проводили в диоксане в течение 18 часов. Использование бензонитрила в качестве растворителя позволило повысить температуру реакционной массы со  $101^\circ\text{C}$  до  $165^\circ\text{C}$ , что позволило сократить время синтеза до 1 часа. Смена растворителя на выход продукта не повлияла.

Было установлено, что добавки катализатора в ходе реакции позволяют увеличить степень конверсии до 40 %.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

*Руководитель: к.х.н. Романенко Ю. В.*

## МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА ДЛЯ ЦЕЛЕВОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Гончаров В.В. (1 курс магистратуры), Петрова М.С., Домарева Н.П.  
*Национальный исследовательский университет ИТМО*

Хорошая прочность и стойкость к воздействию биологических жидкостей обеспечили титановому сплаву ВТ 1-0 обширное применение в медицине [1]. Главной задачей данной работы является разработка модифицированной поверхности, основанной на поверхности титана.

В данной работе получали диоксид титановые нанотрубок (ТНТ) и титановую мезопористую поверхность (ТПП). Модификацию поверхности титана проводили анодированием в этиленгликоле, который содержал 0,25 мас.% фторида аммония, получая ТНТ. Второй метод – ультразвуковая обработка титана в 1М гидроксиде натрия, при данном варианте обработки образуется мезопористый слой диоксида титана с увеличенной удельной поверхностью. Нанотрубки полученные анодированием, имеют более упорядоченную структуру, чем мезопористый слой, образованный в результате сонохимической обработки.

Таким образом, получены модифицированные поверхности, которые могут быть использованы для доставки лекарственных препаратов в организм человека.

### Литература:

1) Dahiya V. Surface topography of dental implants / S. Pradeep, G.Shivangi // Journal of Dental Implants. – 2014. – № 1. – С. 66

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 19-79-10244 «Микродозаторные и микроманипуляторные системы биомедицинского назначения на основе мезопористого диоксида титана, модифицированногополиэлектролитными мембранами».

*Руководитель: д.х.н., в.н.с., доцент Уласевич С.А.*



# СИНТЕЗ $\mu$ -КАРБИДОДИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА С ТЕТРАПИРРОЛЬНЫМИ МАКРОГЕТЕРОЦИКЛАМИ

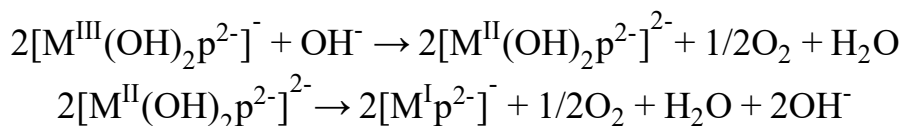
Грубов Д.А., Лебедева Е.С.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Порфирины представляют собой природные и синтетические тетрапиррольные соединения, образованные четырьмя пиррольными ядрами, которые соединены по  $\alpha$ -положениям четырьмя метиновыми группами. В настоящее время синтетические аналоги природных порфиринов находят все больший интерес в медицине и фармакологии.

Схема реакции выглядит следующим образом:

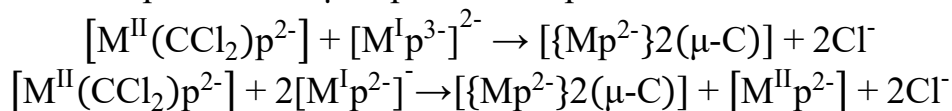
Восстановление мономера ( $[\text{Fe}(\text{Cl})\text{p}^{2-}]$  ( $\text{p}^{2-} = \text{Pc}, \text{TPP}, \text{OEP}$ )) гидроксидом калия в кипящем изопропанол без доступа кислорода воздуха:



Окисление восстановленной частицы дихлоркарбеном, образующимся непосредственно при взаимодействии хлороформа с гидроксидом калия, с выделением соответствующего дихлоркарбенового комплекса:



Конденсация карбенового комплекса с восстановленными частицами, приводящая к образованию  $\mu$ -карбидодимерного комплекса



Синтез был проведен по классическому «однореакторному» методу. В процессе получения  $\mu$ -карбидодимерного комплексного соединения, хлорокомплекс трехвалентного железа последовательно прореагировал с гидроксидом калия в кипящем изопропанол, а затем с хлороформом. Гидроксид калия является очень универсальным и мощным восстановителем в химии тетрапирролов. Для очистки полученного вещества применяли метод колоночной жидкостной адсорбционной хроматографии (силикагель, элюент – дихлорметан). Очевидным, но немаловажным фактором при синтезе является чистота растворителей, содержание в них воды и соблюдение условий эксперимента. Предварительное очищение растворителей проводилось путем ротационной перегонки с последующим применением колоночной жидкостной хроматографии (оксид алюминия). Полноту завершения реакции контролировали с помощью УФ-видимой спектроскопии реакционной смеси.

*Руководитель: к.х.н. Тюрин Д.В.*

# ОКТАЗАМЕЩЕННЫЕ ФТАЛОЦИАНИНЫ С 2,4,5-ТРИХЛОРФЕНОКСИГРУППАМИ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Елизарова А.П. (2/124)

*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново*

Замещенные фталоцианины, содержащие на периферии атомы галогенов проявляют невысокую склонность к агрегации и светостойкость, при этом соединения, содержащие атомы галогена в феноксигруппах, обладают растворимостью в низкокипящих органических растворителях.

В настоящей работе рассмотрен синтез и спектрально свойства октазамещенных металлофталоцианинов магния с 2,4,5-трихлорфеноксигруппами (схема 1) и безметалльных фталоцианинов на их основе.

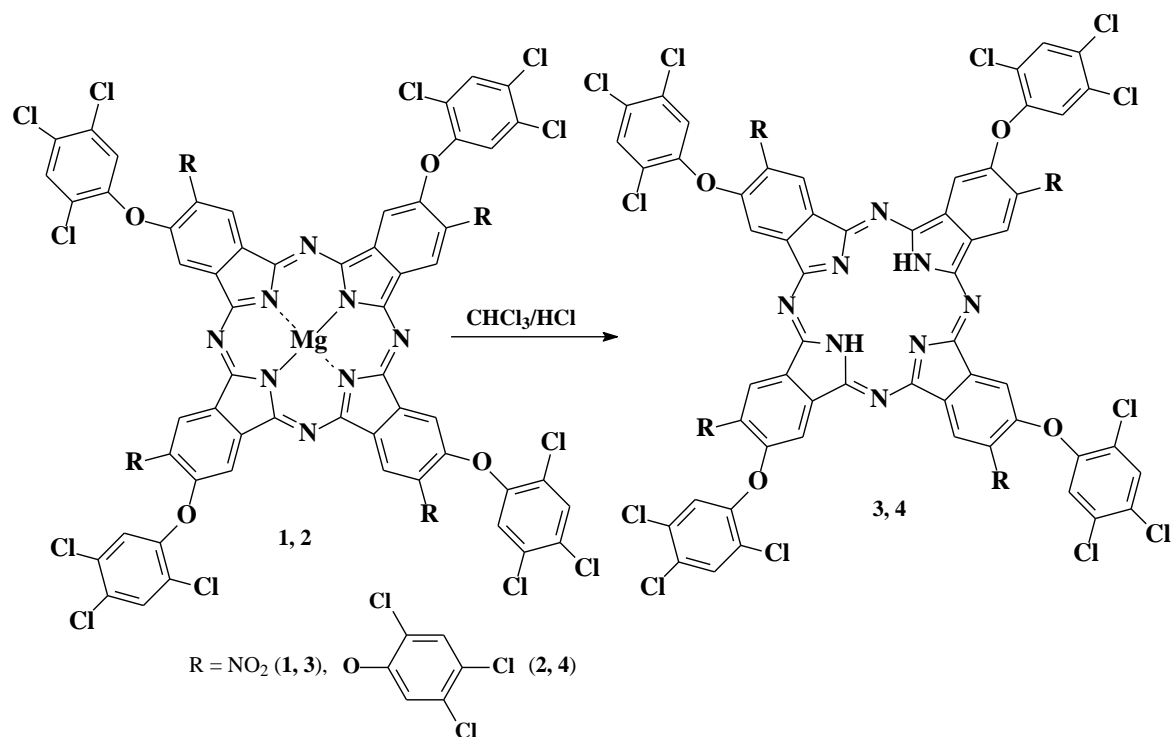


Схема 1

Строение синтезированных производных фталоцианина подтверждено данными  $^1\text{H}$  ЯМР и ИК спектроскопии, элементного анализа и масс-спектрометрии MALDI-TOF. Исследованы электронные спектры поглощения в различных растворителях и кислотно-основные свойства синтезированных фталоцианинов.

*Руководитель: к.х.н., с.н.с. Знойко С.А. (ИГХТУ)*

# СИНТЕЗ КАТИОННЫХ ПОРФИРИНОВ НА ОСНОВЕ ПИРИДИЛ-ЗАМЕЩЕННЫХ МАКРОГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Ефимова Е.А. (2 курс магистратуры), Ковнир Э.В.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Благодаря химической и термической стабильности, низкой летучести, ионные жидкости (ИЖ) используются в качестве реакционной среды в синтезе органических соединений, а также для создания гибридных функциональных материалов. Одними из таких структур являются порфириновые ИЖ или катионные порфирины. Подобные соединения могут быть использованы для регенерации синглетного кислорода, а также при разработке умных самовосстанавливающихся материалов [1].

Для получения катионных порфиринов были использованы тетра-пиридил-замещенные порфирины и бромалканы с длиной цепи  $C_6$ - $C_9$ . Синтез проводили в ДМФА в среде инертного газа в течение 12-48 часов, выход соединений варьировался в интервале 23-49 %. Контроль за протеканием реакции осуществляли регистрацией масс-спектров реакционной массы до появления интенсивных сигналов, соответствующих положительно-заряженной части катионных порфиринов.

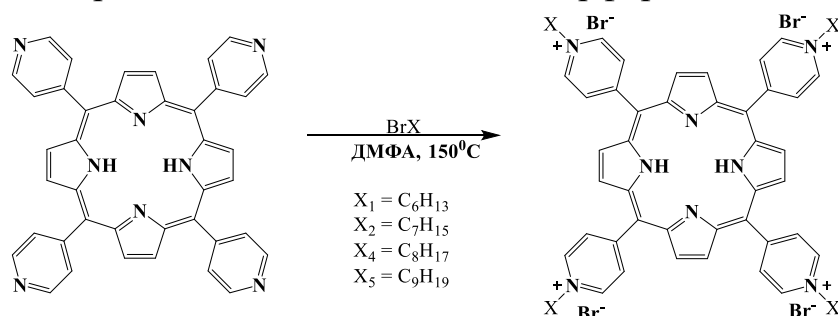


Рис 1. Схема реакции синтеза порфириновой ИЖ на основе 5,10,15,20-тетра(4-пиридил)порфирина и бромалканов  $C_6$ - $C_9$ .

Структура и чистота всех синтезированных соединений подтверждена методами электронной и  $^1\text{H}$  ЯМР-спектроскопии, а также масс-спектрометрии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (проект № 22-23-01076).

## Литература:

- 1) Li, K. Porphyrinic Ionic Liquid Dyes: Synthesis and Characterization / K. Li, H. M. Titi, P. Berton, R. D. Rogers// Chemistry Europe – 2018. – N 8. – P. 659–663.

Руководитель: к.х.н., н.с. Печникова Н.Л.

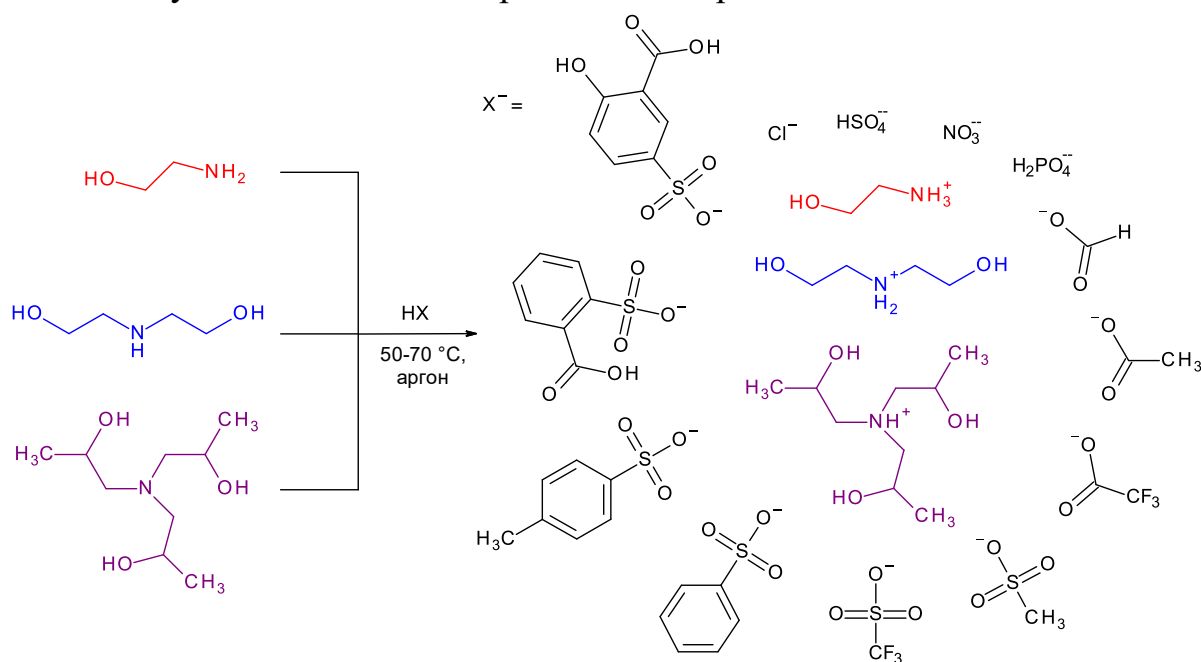
# СИНТЕЗ ПРОТОННЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ЭТАНОЛАМИНОВ С ОРГАНИЧЕСКИМИ И МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ

Ефремова Д.А. (2 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук

Ионные жидкости – соли с температурой плавления ниже 100 °С или находящиеся в метастабильном (застеклованном) состоянии и обладающие рядом таких физико-химических свойств, как термическая и электрохимическая стабильность, высокая растворяющая способность, электропроводимость. Подбор катионов и анионов в составе молекулы позволяет целенаправленно синтезировать ионные жидкости с необходимыми свойствами для конкретных областей науки и техники.

В данной работе синтезирован ряд протонных ионных жидкостей на основе моноэтанол-, диэтанол- и триизопропаноламина нейтрализацией соответствующих аминов минеральными и органическими кислотами:



Строение полученных соединений подтверждено методами  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  и  $^1\text{H}/^{15}\text{N}$ -НМВС ЯМР и ИК-спектроскопии. Термическое поведение солей изучено с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрии. Установлено, что большинство исследуемых ионных жидкостей находится в застеклованном состоянии, а предел их термической стабильности находится в диапазоне температур 180-360 °С. В результате измерения вязкости ионных жидкостей выявлено, что они являются ньютоновскими жидкостями, т.е. имеют однородную структуру.

Руководитель: к.х.н., с.н.с. ИХР РАН Груздев М.С.

## ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПОРФИРИНЫ: СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Березина Н.М., Желтова Е.А. (4 курс)

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический  
университет», Иваново, Россия*

В настоящее время изучение физико-химических и каталитических свойств макрогетероциклических соединений порфиринового ряда растворимых в воде представляет большой научный и практический интерес. Это обусловлено возможностью применения водорастворимых соединений в качестве лекарств, катализаторов и ингибиторов для окислительно-восстановительных реакций, сенсibilизаторов для фотодинамической терапии онкологических заболеваний, в процессах инактивации бактерий и микробов, аналитических реагентов.

Методом циклической вольтамперометрии изучены 5,10,15,20 – тетраакис(1'-метил-пирид-4-ил)порфин тетратозилат (I), 5,10,15,20 – тетраакис(1'-метил-пирид-3-ил)порфин тетратозилат (II), тетра(1'-метил-пиридил-4')порфин тетраиодид (III), тетра(1'-метил-пиридил-3')порфин тетраиодид (IV). Представляло интерес проследить влияние положения гетероатома в пиридильных фрагментах и влияние природы противоиона в молекуле порфирина на характер циклических *I, E*-кривых, значения редокс-потенциалов и электрокаталитическую активность соединений в реакции восстановления молекулярного кислорода (РЭМК).

В атмосфере аргона порфиринов-лиганды подвергаются двум электрохимическим превращениям: первый связан с электровосстановлением  $\pi$ -сопряженной системы и образовании анион-радикала, второй соответствует локализации второго электрона в  $\pi$ -электронной системе макроцикла. Влияние изомерии функциональных заместителей проявляется в смещении редокс-потенциалов электрохимических процессов и обсуждается в докладе.

В работе найдены значения температур замерзания тетра(пиридил-4-N-карбоксиметил)порфирина тетрабромида и тетрахлорида тетра(пиридил-3-N-метил)порфирина с целью нахождения их молярной массы.

*Руководитель: к.х.н., доцент. Березина Н.М.*

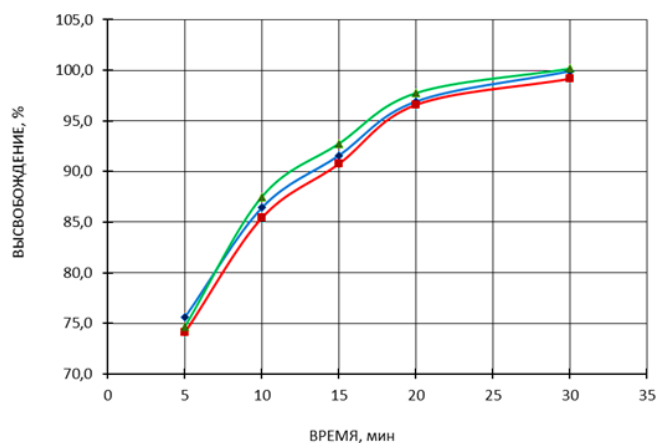
## ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РАСТВОРЕНИЯ *IN VITRO* ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СОСТАВА ТАБЛЕТИРУЕМОЙ МАССЫ

Жулий Е.Г. (2 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Испытание «Растворение» предназначено для определения количества действующего вещества, которое в условиях, указанных в фармакопейной статье или нормативной документации, за определенный промежуток времени должно высвобождаться в среду растворения из твердой дозированной лекарственной формы. При этом анализируется количество лекарственного вещества (в интервалах времени), диффундирующего из целых или распавшихся таблеток в растворяющую жидкость (вода, 0,1 Н раствор кислоты хлористоводородной, 0,1 Н раствор натрия гидроксида, буферные растворы, искусственные пищеварительные соки и др.).

Для проведения теста сравнительной кинетики растворения использовали тестер растворения Erweka DT 827 и Sotax AT7. Определение проводили в соответствии с требованиями ГФ РФ, ОФС.1.4.2.0014.15 «Растворение для твердых дозированных лекарственных форм» спектрофотометрическим методом. В качестве среды растворения использовали: воду; хлористоводородной кислоты раствор 0,1 М; ацетатный буферный раствор pH 4,5; фосфатный буферный раствор pH 6,8.



Отбор проб проводили каждые 5 мин. Было получено 5 экспериментальных точек для каждой среды растворения. В качестве примера приведены на рис. кривые кинетики высвобождения АФС из таблеток в воде. Через 15 мин более 85 % действующего вещества высвобождается в раствор.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о фармаэквивалентности *in vitro* исследуемого препарата.

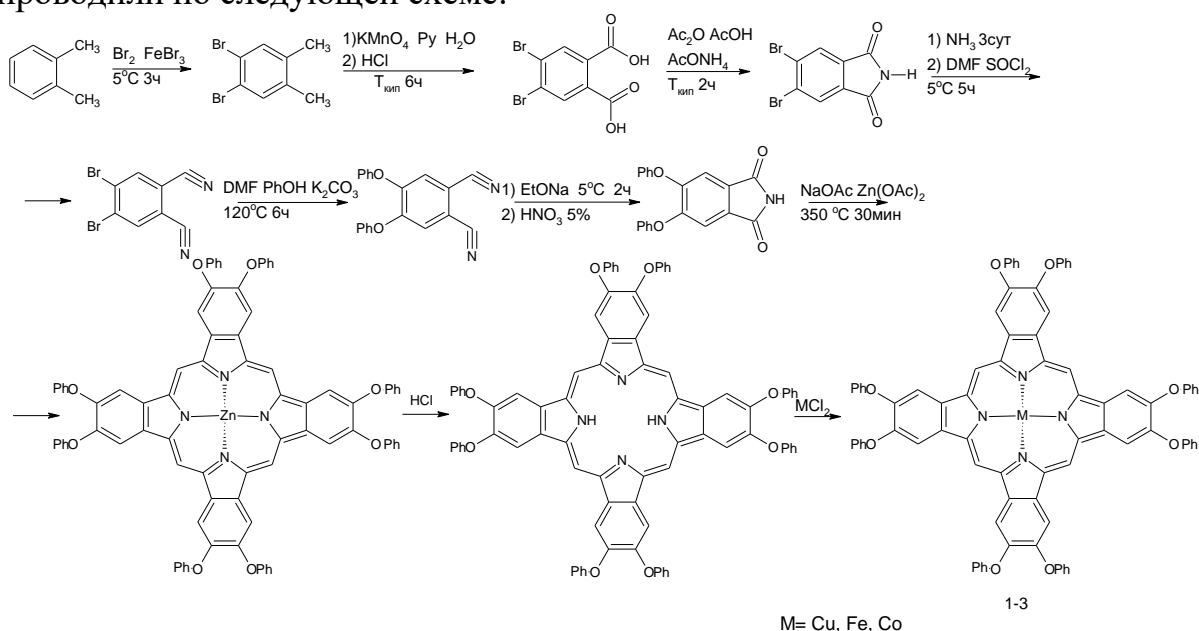
Руководитель: д.х.н., проф. Данилова Е.А.

# МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ПОРФИРИНОВ С ФЕНОКСИЗАМЕЩЕННЫМИ ГРУППАМИ

Ивакин В.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново, Россия*

Среди большого количества замещенных тетрабензопорфиринов особое место занимают соединения, содержащие объемные заместители, в том числе – феноксигруппы. Наличие таких групп зачастую приводит к появлению у порфиринов мезоморфных свойств, что делает эти вещества перспективными для практического применения, например, в устройствах тонкопленочной электроники. Известно также, что такие группировки увеличивают растворимость и придают высокую термостойкость. В этой связи, в настоящей работе мы осуществили синтез металлокомплексов тетрабензопорфиринов с 3,4-дифенокси заместителями (1 – 3). Синтез проводили по следующей схеме:



Строение промежуточных продуктов подтверждали масс-спектрометрией, ЯМР  $^1\text{H}$  и колебательной спектроскопией, а металлокомплексов дополнительно электронной спектроскопией.

Исследования проведены с использованием ресурсов ЦКП ИГХТУ (соглашение № 075-15-2021-671). Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010).

*Руководитель: д.х.н., проф. Галанин Н.Е.*

# СИНТЕЗ ТЕТРАКИС[2-(1H-ТЕТРАЗОЛ-5-ИЛ)ФЕНОКСИ]ФТАЛОЦИАНИНА ХЛОРИДА ИНДИЯ

Кантерман А.С. (4 курс)

Санкт-Петербургский государственный технический институт  
(технический университет)

Фталоцианины представляют собой важный класс макроциклических соединений. Замещенные заряженные комплексы металлофталоцианинов, в частности индиевый, с гетероциклическими биологическими активными заместителями представляют интерес, так как могут являться высокоэффективными фотосенсибилизаторами. Фталоцианины используются в широком спектре передовых технологий и фотодинамической терапии. В связи с этим, представляется актуальным разработка метода синтеза тетраakis[2-(1H-тетразол-5-ил)фенокси]фталоцианина индия, изучаемого в данной работе.

На Рисунке 1 представлена схема синтеза фталоцианина индия. Основание фталоцианина хлорида индия получали в микроволновом реакторе при температуре 143°C в н-пентаноле в присутствии ДБУ и  $\text{In}(\text{Cl})_3$  в течение 2 часов. Метод микроволновой активации является наиболее эффективным, поскольку конвективным методом синтез целевого фталоцианина протекает через получение магниевого комплекса, что значительно будет снижать выход.

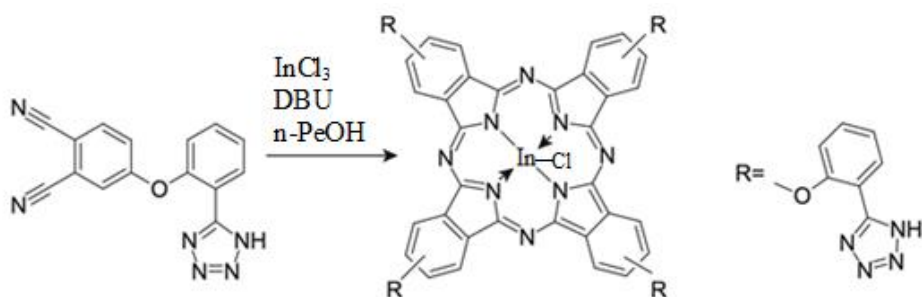


Рисунок 1 – Схема получения фталоцианина хлорида индия

Руководитель: доцент, Зиминов А.В.



# СИНТЕЗ СМЕШАННО-ЗАМЕЩЕННЫХ ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНОВ НА ОСНОВЕ 4-ЙОДФТАЛОНИТРИЛА

Кибирева Я.Е. (аспирант 4 года обучения)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Гемигексафрази́ны — это высоко симметричные макрогетероциклические соединения АВАВАВ-типа, состоящие из трех тиадиазольных и трех пирролсодержащих фрагментов, связанных между собой атомами азота. В основе этих соединений лежит макроциклический остов, имеющий плоскостное строение, а внутренний макроцикл содержит 30  $\pi$ -электронов. Было установлено, что гемигексафрази́ны обладают необычными оптическими, электрохимическими и магнитными свойствами [1].

Известно, что незамещенный гемигексафразин практически не растворим в большинстве органических растворителей. Вместе с тем, включение объемистых заместителей в состав макроцикла способствует устранению этого недостатка. При этом присутствие определенных функциональных групп (например, галоген, ОН, СООН, СООСН<sub>3</sub>, др.) наряду с заместителями, придающими растворимость в органических растворителях, должно приводить к получению смешанно-замещенных гемигексафрази́нов, которые можно рассматривать как перспективные строительные блоки для дальнейшего связывания с другими хромофорными системами, такими как порфирины, фталоцианины, а также углеродными каркасными структурами: фуллерен, нанотрубки, графены.

Поэтому целью данной работы является синтез смешанно-замещенных гемигексафрази́нов на основе 4-йодфталонитрила.

*Работа выполнена при частичной поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации [№ 075-15-2021-579].*

## Литература

14) Исляйкин, М. К. Гемигексафрази́ны. Синтез и перспективы применения в качестве новых функциональных материалов / М.К. Исляйкин, О.И. Койфман, Т.Торрес // Гл. 7. в монографии «Функциональные материалы на основе тетрапиррольных макрогетероциклических соединений» / под ред. член-корреспондента РАН О.И. Койфмана. – М.: ЛЕНАНД, 2019. – 848 с.

*Руководители: д.х.н., проф. Исляйкин М.К., проф. Т. Торрес*

# СИНТЕЗ ДЕНДРОНОВ НА ОСНОВЕ КАРБАЗОЛА

Корниенко М.С. (2 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В последние годы возрос интерес к дендримерам, которые используются в электронике и биомедицине. В силу незначительного выхода, структурных дефектов в разветвлённых структурах выше второй-третьей генерации коммерчески доступными являются только несколько классов дендримеров: полиамидоамин, полипропиленимин, дендримеры на основе 2,2-бисгидроксиметилпропионовой и 3,5-дигидроксibenзойной кислот. Среди методик синтеза дендронов, разработанных ранее, выделяется конвергентный метод с построением дендримеров при присоединении к центральному ядру функциональных звеньев. Однако метод считается трудоёмким из-за постановки и снятия защитных групп [1].

Целью данного исследования является синтез дендронов первой генерации, проявляющих фотоактивные свойства и мезоморфизм. Требуемые характеристики материалу предположительно могут обеспечить карбазол и алкилоксибензойные кислоты.

В ходе работы были получены дендроны на основе 9-замещённого карбазола с трет-бутильными группами (рис. 1).

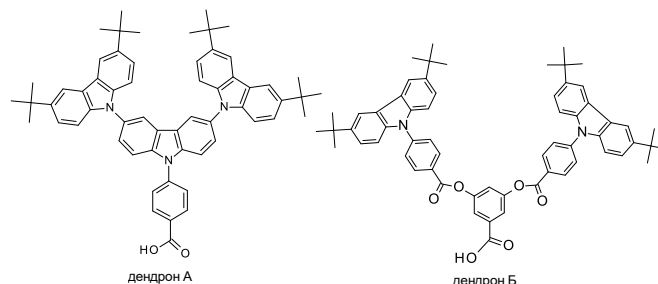


Рис. 1. Структурные формулы дендронов

Дендрон А синтезировали по реакции Ульмана с последующим гидролизом метилового эфира в спиртовом растворе. Для дендрона Б был использован метод снятия бензилового эфира в среде  $H_2$  на Pd/C катализаторе. Выделение из реакционной массы соединений осуществляли колоночной хроматографией; строение продуктов подтверждали данными ТСХ, ИК-,  $^1H$ -,  $^{13}C$ -ЯМР-спектроскопией, хромато-масс-, масс-спектрометрией; фотоактивные свойства определяли методом флуориметрии.

Литература:

15) Sowińska, M. Advances in the Chemistry of Dendrimers / M. Sowińska, Z. Lipkowska // New Journal of Chemistry. – 2014. - № 6. – P. 2168-2203.

Руководитель: к.х.н., с.н.с. Груздев М.С.

# ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНЫ С 2-ЦИКЛОГЕКСИЛФЕНОКСИ И 2-ФЕНИЛФЕНОКСИГРУППАМИ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Кузьмина М.С. (3/20), Петрова А.С. (2/100)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В ходе настоящей работы осуществлен синтез 4-нитро-5-(2-фенилфенокси)-, 4-нитро-5-(2-циклогексилфенокси)-, 4,5-ди(2-циклогексилфенокси)- и 4,5-ди(2-фенилфенокси)фталонитрилов, сплавлением которых с ацетатом цинка синтезировали соответствующие октазамещенные фталоцианины цинка (схема 1). Очистку полученных октазамещенных производных фталоцианина осуществляли методом колоночной хроматографии на оксиде алюминия, элюируя хлороформом.

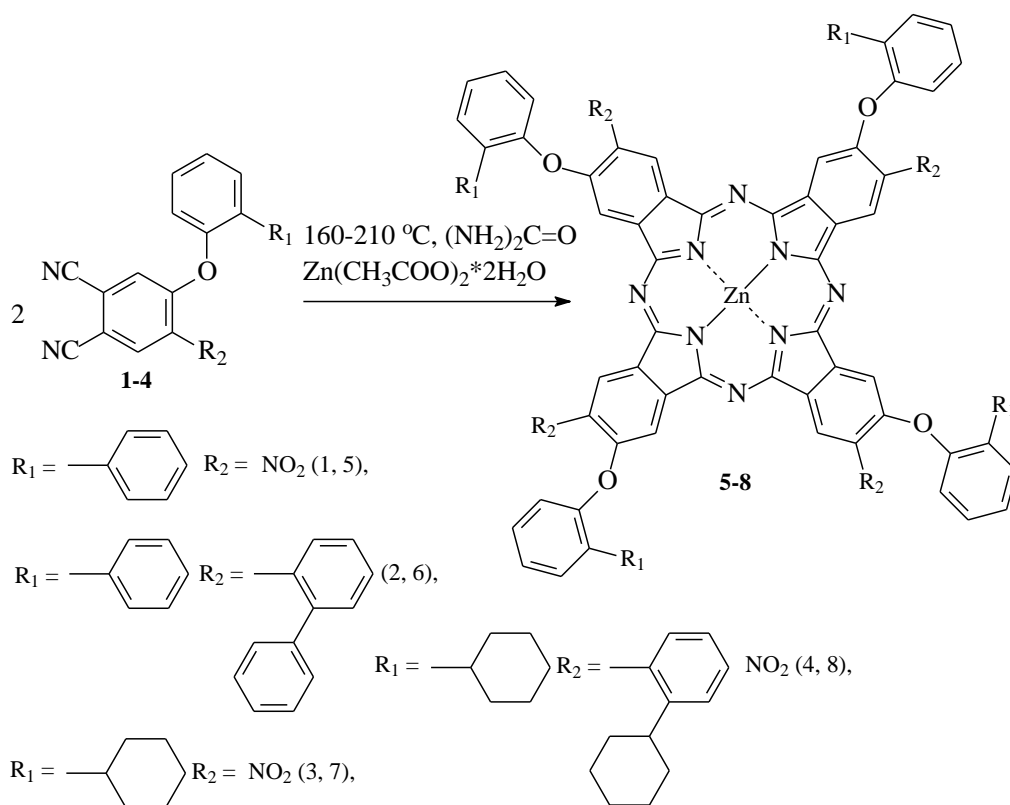


Схема 1

Идентификацию целевых веществ проводили методами элементного анализа, MALDI-TOF-спектрометрии, ИК- и электронной спектроскопии. Исследовано влияние введенных заместителей на спектральные свойства синтезированных металлокомплексов октазамещенных металлофталоцианинов.

*Научный руководитель: канд.хим.наук, Знойко С.А.*

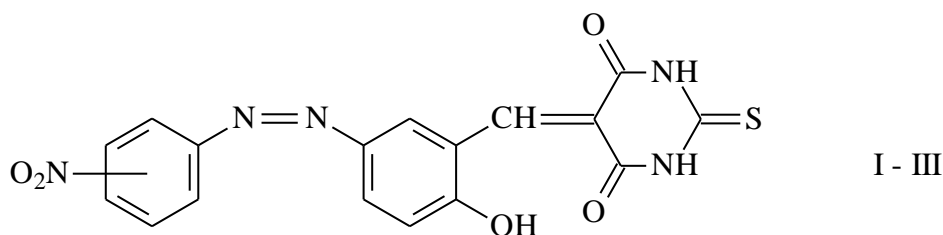
# АРИЛИДЕНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ 2-ТИБАРБИТУРОВОЙ КИСЛОТЫ С ФРАГМЕНТАМИ ИЗОМЕРНЫХ НИТРОФЕНИЛАЗОСАЛИЦИЛОВЫХ АЛЬДЕГИДОВ

Дорофеев А.С. (1 курс), Куликов М.А.

*Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет, Березниковский филиал*

Одним из направлений органического синтеза является создание новых материалов с ценными физико-химическими свойствами. Для их получения могут быть использованы различные компоненты, среди которых особое место занимает 2-тиобарбитуровая кислота. Интерес к ее производным обусловлен их востребованностью во многих областях и, в частности, в медицине [1].

В представленной работе конденсацией изомерных нитрофенилазосалициловых альдегидов с 2-тиобарбитуровой кислотой получены соответствующие арилиденные производные (I-III).



Разработана методика синтеза соединений (I-III), определены их температуры плавления, изучен ряд физико-химических свойств. Получены данные по спектральным характеристикам в инфракрасной, ультрафиолетовой и видимой областях спектра.

По результатам квантовохимических расчетов изучены особенности геометрии молекул, определены длины связей, валентные и торсионные углы, а также заряды на атомах. Выполнено прогнозирование биологической активности соединений с помощью интернет-сервиса PASS online. Сделан вывод об их перспективности в качестве ингибиторов ферментативных процессов.

## Литература:

- 16) Barakat, A. Synthesis of thiobarbituric acid derivatives: In vitro alpha-glucosidase inhibition and molecular docking studies / A. Barakat, M. Ali, A.M. Al-Majid, S. Yousuf, M.I. Choudhary, R. Khalil, Z. Ul-Haq // Bioorganic Chemistry. – 2017. – Vol. 75. – P. 99 – 105.

*Руководитель: к.х.н., доц. Куликов М.А.*

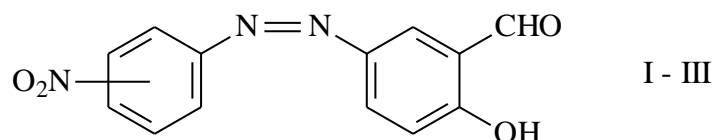
## ИЗОМЕРНЫЕ НИТРОФЕНИЛАЗОСАЛИЦИЛОВЫЕ АЛЬДЕГИДЫ

Сидорович Э.К. (1 курс), Куликов М.А.

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал*

Фенилазосалициловый альдегид нашел применение в качестве лиганда при получении металлокомплексных соединений с уникальными физико-химическими свойствами [1]. Одним из путей модификации физико-химических свойств является введение в структуру молекул электронодонорных и электроноакцепторных заместителей.

Цель представленной работы заключается в разработке метода синтеза изомерных нитрофенилазосалициловых альдегидов (I-III). В его основу положена реакция азосочетания диазосоединений, полученных из 2-нитроанилина, 3-нитроанилина и 4-нитроанилина, с салициловым альдегидом в водно-содовом растворе.



Для синтезированных соединений определены температуры плавления, проведена качественная оценка растворимости в различных средах, получены данные по колебательной и электронной спектроскопии.

С использованием квантовохимических методов выполнен расчет геометрических и энергетических параметров молекул.

Осуществлен скрининг спектра биологической активности соединений на цифровой интернет-платформе PASS online. Установлено, что рассматриваемые соединения можно отнести к потенциально активным веществам. Их прогнозируемое действие направлено, главным образом, на ингибирование ферментативных процессов.

Литература:

- 17) Vereschagin, A.A. Water-stable [Ni(salen)]-type electrode material based on phenylazosubstituted salicylic aldehyde imine ligand / A.A. Vereschagin, V.V. Sizov, P.S. Vlasov, E.V. Alekseeva, A.S. Konev, O.V. Levin // New Journal of Chemistry. – 2017. – Iss. 41. – P. 13918 – 13928.

*Руководитель: к.х.н., доц. Куликов М.А.*

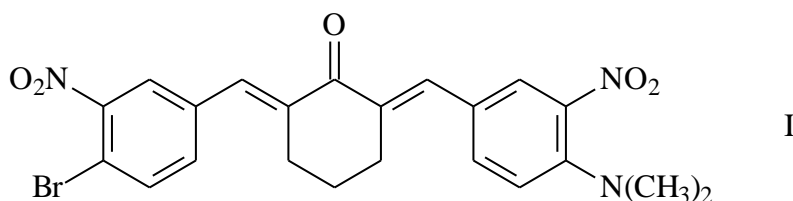
## ЗАМЕЩЕННЫЙ 2,6-ДИБЕНЗИЛИДЕНЦИКЛОГЕКСАНОН

Худяков С.Г. (1 курс), Куликов М.А.

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал*

Производные 2,6-дибензилиденциклогексаноны нашли широкое практическое применение во многих областях, и в первую очередь в медицине [1]. Поэтому исследования в данном направлении являются актуальными и перспективными.

В представленной работе синтезирован замещенный 2,6-дибензилиденциклогексанон (I) ступенчатой конденсацией циклогексаноны и замещенных бензальдегидов в условиях реакции Кляйзена-Шмидта.



Разработана методика синтеза, выделения и очистки продукта (I). Определен средний выход вещества (79 %), его температура плавления (140 °C), получены данные ТСХ (Silufol, растворитель диметилформамид, элюент пропанол-2,  $R_f$  0,78). Изучены оптические свойства соединения методами ИК Фурье и Uv-Vis спектроскопии.

С использованием квантовохимических расчетов определены параметры молекулярной геометрии, выявлены значительные стерические искажения молекулярного остова. Рассчитаны значения длин связей, валентных и торсионных углов, зарядов на атомах и другие параметры молекулы.

Выполнено прогнозирование биологической активности соединения (I) на цифровой интернет-платформе PASS online. Установлено, что данное соединение можно отнести к потенциально биологически активным веществам с широким спектром направленности.

### Литература:

- 18) Симонян, М.А. Синтез, антирадикальная и антиоксидантная активность циклонона и его аналогов / М.А. Симонян, Х. Диб, А.Н. Пашков, А.В. Симонян, О.В. Мячина, О.В. Островский // Химико-фармацевтический журнал. – 2007. – Т. 41. – № 8. – С. 7 – 10.

*Руководитель: к.х.н., доц. Куликов М.А.*

## 5-(2-ХИНОЛИЛ)ТЕТРАБЕНЗОПОРФИРИН И ЕГО КОМПЛЕКСЫ С ЦИНКОМ, МЕДЬЮ, КОБАЛЬТОМ И ЖЕЛЕЗОМ

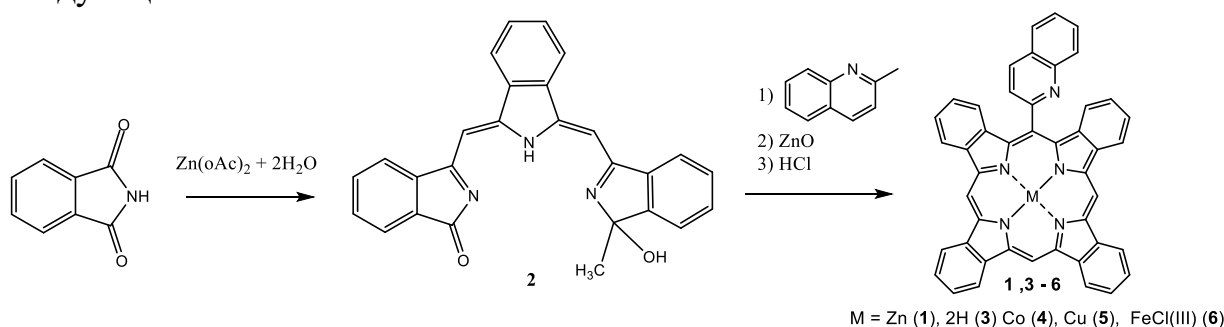
Майорова Е.И. (1 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Известно, что металлокомплексы тетрабензопорфиринов имеют широкую область применения, в том числе проявляют каталитические свойства. Одними из наиболее интересных и малоизученных в этом плане соединений являются *мезо*-замещенные тетрабензопорфирины. Они обладают повышенной растворимостью в органических средах, что облегчает очистку и выделение в индивидуальном виде веществ, что нельзя сказать о незамещенных тетрабензопорфинах.

В данной работе представлен синтез 5-(2-хинолил)тетрабензопорфина и его металлокомплексов.

Синтез осуществлялся в несколько стадий в соответствии со следующей схемой:



Порфирин **1** был синтезирован на основе трехзвенного гетероциклического соединения 3-[(E,Z)-{(E,Z)-3-[(1-гидрокси-1-метил-1H-изоиндол-3-ил)метилден]изоиндолин-1-илиден}метил]-1H-изоиндол-1-он **2**, который был синтезирован конденсацией фталимида с ацетатом цинка при 250°C. Деметаллирование осуществлялось обработкой реакционной смеси HCl с получением продукта **3**, реакцией которого с солями металлов в ДМФА синтезированы соединения **4 – 6**.

Очистку соединений проводили колоночным хроматографированием, состав и строение полученных соединений подтверждали масс-спектрометрией LDI-TOF, <sup>1</sup>H ЯМР, ИК- и электронной спектроскопией.

Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010). При выполнении исследований привлекалось оборудование ЦКП. ИГХТУ.

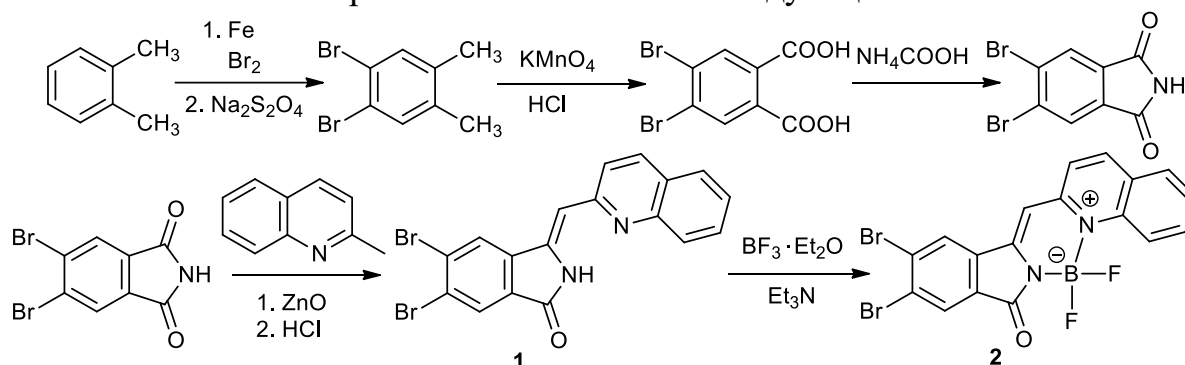
Руководитель: к.х.н., доц., Румянцева Т.А

# СИНТЕЗ И СВОЙСТВА 4,5-ДИБРОМ-3-(ХИНОЛИН-2-ИЛМЕТИЛЕН)ИЗОИНДОЛИН-1-ОНА И ЕГО КОМПЛЕКСА С БОРОМ

Набасов А. А. (аспирант первого года обучения), Румянцева Т.А.  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одной из интересных групп органических красителей являются комплексы бора с производными дипиррометена (BODIPY). Значительный интерес также представляют несимметричные аналоги BODIPY. Из-за понижения симметрии ядра флуорофора в них наблюдается интенсивная флуоресценция в растворах, порошках и пленках, а также увеличение Стоксовых сдвигов. В продолжение наших исследований были синтезированы 4,5-дибром-3-(хинолин-2-илметилен)изоиндолин-1-он (**1**) и его комплекс с бором (**2**).

Соединение **1** получали взаимодействием 4,5-дибромфталимида с хинаялином в присутствии оксида цинка с последующей обработкой соляной кислотой. После хроматографической очистки **1** использовали для синтеза комплекса бора **2** в соответствии со следующей схемой:



Состав и строение соединений подтверждали масс-спектрометрией, ИК-спектроскопией, одно- и двумерной спектроскопией ЯМР. Исследованы спектрально-люминесцентные свойства соединения **1** и комплекса **2**. Установлено, что комплекс **2** обладают интенсивной флуоресценцией с высоким квантовым выходом.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (тема № FZZW-2020-0010).*

*Научный руководитель: д. х. н. Галанин Н.Е.*



## КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАССИВА МОЛЕКУЛ

Надтока Т.Е. (1 курс магистратуры), Суворова Ю.В.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Фотодинамическая терапия (ФДТ) по-прежнему остается одним из наиболее распространенных, достаточно эффективных методов лечения онкологических заболеваний. Однако фотосенсибилизаторы (ФС), применяемые в ФДТ, имеют ряд недостатков, которые осложняют реабилитацию пациентов. Поэтому поиск и разработка новых ФС, наносящих меньший побочный эффект, на сегодняшний день остается актуальной задачей.

Известно, что макрогетероциклические молекулы и их комплексы с металлами зачастую обладают свойствами, позволяющими использовать их в качестве ФС [1]. Поэтому целью данной работы является изучение взаимодействия 3,5-бис(1-имино-3-изоиндолин-1-илиденамино)-1,2,4-триазола с эфирами бора (III). Нами были определены оптимальные условия проведения эксперимента путем варьирования температуры реакции, мольного соотношения реагентов, времени проведения синтеза и способов выделения целевого соединения. На данный момент строение конечного продукта реакции установлено на основании данных электронной спектроскопии и масс-спектрометрии. Отсутствие данных рентгеноструктурного анализа не позволяет достоверно определить структуру данной молекулы.

В связи с этим нами выполнено теоретическое исследование геометрического и электронного строения продукта реакции с применением квантово-химических расчетов массива молекул на уровне теории функционала плотности (DFT) с использованием гибридного функционала B3LYP5 и базисного набора 6-31G(d, p). Путем сравнения полученных расчетных данных из массива молекул нами выбрана наиболее энергетически выгодная конфигурация. Расчет электронных спектров поглощения показал хорошую сходимость с экспериментальными данными.

### Литература

1) Абрамова, О. Б. Фотодинамическая терапия экспериментальных опухолей лабораторных животных с новым фотосенсибилизатором Гелиохлорин / О. Б. Абрамова, В. В. Дрожжина, Е. А. Козловцева, Т. П. Сивоволова, М. А. Каплан // Макрогетероциклы. – 2021. – Т. 14, Вып. 4. – С. 312–316.

*Руководитель: д.х.н., проф. Данилова Е.А.*

## ПОДХОД К СИНТЕЗУ СОЕДИНЕНИЙ С АКТИВНЫМИ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ

Наумов К., (студент 3 курса)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

До начала использования алкилирующих агентов в химиотерапии злокачественных новообразований многие из них были уже известны в качестве отравляющего газа – иприта и его аналогов.

Азотистые аналоги иприта показали свою активность в отношении злокачественных опухолей у лабораторных мышей, и далее соединения были протестированы на людях. Так был открыт новый класс противоопухолевых химио-терапевтических средств – вещества, содержащие в своем составе бис(β-хлорэтиламино)группу.

По механизму действия эти соединения относятся к алкилирующим агентам, которые атакуют нуклеофильные центры белковых молекул, входящих в состав ДНК опухолевых клеток в области 7 атома азота гуаниновых нуклеотидных оснований. Алкилирование приводит к образованию ДНК-аддуктов, и тем самым к угнетению процессов деления клеток, т.е. митоза, что приводит к некрозу злокачественной опухоли. Поэтому данные средства проявляют цитостатический эффект.

Введение в аминогруппу гидроксиэтильной группы  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  может быть осуществлено действием на ароматический амин водного раствора этиленхлоргидрина или этиленоксида. Затем реакцией замещения гидроксигруппы на галоген действием трихлорида фосфора или тионилхлоридом можно получить заведомую группировку.

Известно, что соединения с бис(β-хлорэтиламино)группой являются достаточно токсичными. Для понижения токсичности, но не уменьшения цитостатического эффекта бис(β-хлорэтиламино)группу вводят в биогенные соединения. Так были получены допан, сарколизин, проспидий хлорид.

Диаминоазолы можно рассматривать как продукты, способные вступать в реакцию N-алкилирования с эпихлоргидрином. Однозначно ответить нельзя при каком атоме азота будет получен соответствующий заместитель. Поэтому данная работа направлена на подбор оптимальных условий синтеза 3,5-диамино-1,2,4-триазола и 2,5-диамино-1,3,4-тиадиазола с целью синтеза бис(β-хлорэтиламино)замещенных соединений.

*Руководитель: д.х.н, доцент Данилова Е.А.*

# ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СОЛИ ФТОРХИНОЛОНОВОГО АНТИБИОТИКА ЛЕВОФЛОКСАЦИНА

Полиектова В.В. (2 курс), Васильев Н.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одной из проблем при разработке новых лекарственных соединений (ЛС) является их низкая физическая и химическая стабильность в водных растворах. Как следствие, препараты имеют низкую биодоступность, обладают побочными эффектами и показывают невысокую терапевтическую эффективность. Одним из успешных путей решения данной проблемы, является образование фармацевтической соли с органической кислотой. При образовании новой супрамолекулярной системы (СС) изменяется ряд важных технологических аспектов таких, как фотостабильность, стабильности в растворе и на воздухе. Следовательно, улучшение технологических характеристик, как стабильность при производстве, транспортировке и хранении ЛС является актуальной задачей.

Левифлоксацин (LFX) — фторхинолоновый антибиотик с низкой стабильностью в водных растворах, который является полностью синтетическим антибактериальным средством. Вещество, у которого низкая стабильность, при попадании в водный раствор и при долгом нахождении на воздухе переходит в гидрат. Также LFX имеет низкую фотостабильность, из-за чего происходит отщепление функциональных групп. Данные проблемы можно решить с помощью образования фармацевтической СС.

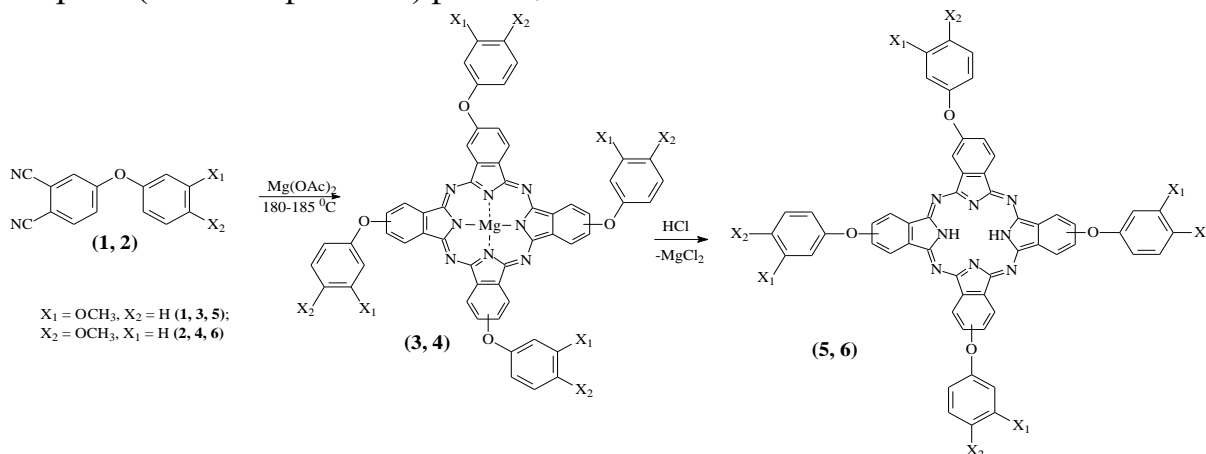
В ходе работы получены и исследованы физико-химические свойства ЛС с LFX. Получение СС LFX с пимелиновой кислотой (PimAc) проводилось суспензионным методом. Был проведен эксперимент с использованием рентгенофазового анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Сравнение дифрактограмм исходных веществ с многокомпонентной солью с LFX из различных растворителей показывает новые рефлексы, не соответствующие индивидуальным компонентам. Температура плавления на ДСК для новой фазы отличается от температур плавления исходных веществ, также нет пика дегидратации, что свидетельствует о том, что новая форма является безводной. Далее исследования показали, что [LFX-PimAc] (2–1) сохраняет стабильность в водном растворе, не разлагается на исходные компоненты и не переходит в гидрат. Также был проведен эксперимент, который показал стабильности LFX и LFX-H<sub>2</sub>O при различных относительных влажностях 0%, 35% и 70% в течение двух месяцев.

*Руководитель: к.х.н., н. с., Воронин А.П.*

# СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ТЕТРА-4-(МЕТОКСИФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНОВ

Рассолова А. Е. (аспирант 1-го года обучения), Макаров М.С.  
Ивановский государственный химико-технологический университет

Данная работа посвящена синтезу и изучению комплексообразования тетра-4-(метоксифенокси)фталочиаина.



Синтез фталочиаинов (5, 6) осуществляли нитрильным методом взаимодействием соответствующего фталонитрила (1, 2) с ацетатом магния при 180–185 °С, далее обрабатывали соляной кислотой, затем водой до нейтральной среды и сушили при 80 - 90 °С. Очистку проводили с помощью колоночной хроматографии. Подтверждение состава и структуры синтезированных соединений (3-6) осуществляли с привлечением масс-спектрометрии, ИК- и электронной спектроскопии, элементного анализа.

Для полученных замещенных фталочиаинов изучена реакция комплексообразования с ацетатом цинка. Изменение ЭСП (5) в процессе комплексообразования приведены на рис.1.

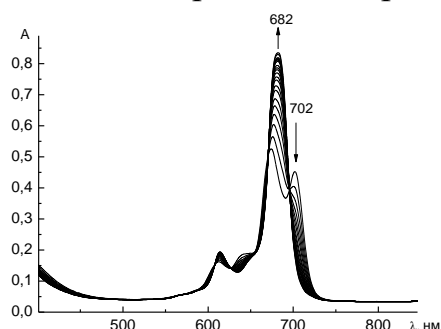


Рис.1. Изменение ЭСП (5) в реакции комплексообразования с  $\text{ZnAc}_2$

Определены кинетические параметры реакции образования цинковых комплексов изучаемых фталочиаинов. Экспериментальные данные показывают, что эффективные константы скорости образования комплексов практически не зависят от концентрации соли. Установлено, что лимитирующая стадия реакции является мономолекулярной.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

Руководители: д.х.н., проф. Майзлиш В. Е., к.х.н. Романенко Ю. В.

## ОСОБЕННОСТИ СКРИНИНГА И ПОЛУЧЕНИЯ СОКРИСТАЛЛОВ КАРБАМАЗЕПИНА

Смирнова Т.Н.<sup>1,2</sup> (4курс)

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

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

Исследования последних лет показали, что большинство биологически активных соединений имеют крайне низкую растворимость в водных средах. Число таких соединений на стадии разработки может достигать 90%. Более того, анализ имеющихся на рынке препаратов перорального применения показал, что порядка 40% из них классифицируются как практически нерастворимые в воде. В настоящий момент существует большое количество подходов для повышения растворимости лекарственных соединений. Одним из них является метод получения сокристаллов лекарственных веществ с коформерами из списка GRAS (Generally recognized as safe, «общепризнанно безопасными»), а также другими лекарственными соединениями. Компоненты в составе многокомпонентных кристаллов соединены друг с другом посредством водородных связей и других, более слабых нековалентных взаимодействий.

В данной работе мы провели сравнительную оценку виртуальных и экспериментальных методов скрининга сокристаллов на основе карбамазепина. Карбамазепин - это противоэпилептическое лекарственное средство из группы производных карбоксамида. В ходе исследования проведён скрининг многокомпонентных кристаллов с помощью встроенных в программу Mercury приложений оценивающих молекулярную комплементарность молекул в потенциальном сокристалле (molecular complementary tool) и способность к образованию водородных связей (Hydrogen bond propensity). Независимо от виртуальных методов проведен скрининг сокристаллов методом перемола с добавлением растворителя и медленной кристаллизации из раствора. Полученные в результате эксперимента образцы анализировались методом порошковой рентгеновской дифракции, чтобы оценить эффективность экспериментального скрининга.

*Руководитель; к.х.н., ст.н.с. Манин А.Н.*

# СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫХ BODIPY

Сошникова В.А. (2 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В химии бордипирриновых люминофоров (BODIPY) актуальной задачей является синтез реакционноспособных соединений для дальнейшего исследования их в качестве компонентов молекулярных ратиометрических сенсоров на основе конъюгатов с другими хромофорными системами. Бордипирриновые люминофоры (BODIPY), обладая интенсивными хромофорными и флуоресцентными свойствами, хемо- и фотостабильностью, простотой модификаций структур для конкретных практических применений, могут быть применимы в качестве сенсоров, маркеров или фотодинамических агентов при проведении биохимических исследований и терапии онкологических заболеваний.

В работе представлены результаты по синтезу и исследованию ряда соединений BODIPY с различными функциональными группами (рис. 1). Определены спектрофотометрические параметры полученных бордипирриновых люминофоров в ряду растворителей. Намечены перспективы их дальнейшего исследования в качестве компонентов молекулярных ратиометрических сенсоров на основе конъюгатов с другими хромофорными системами.

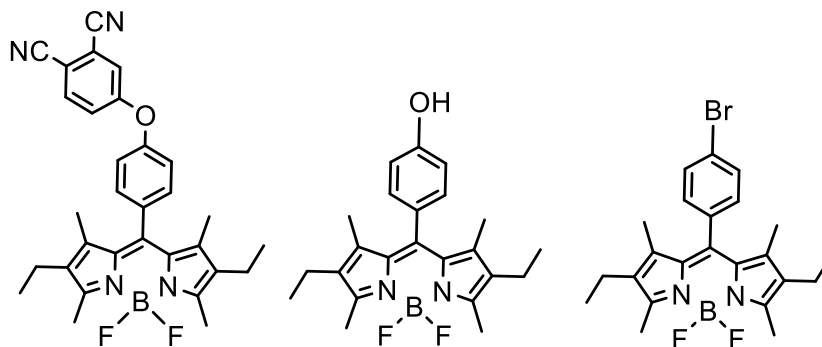


Рисунок 1. Объекты исследования

Установлено, что данные соединения проявляют незначительные сольватохромные эффекты, а также проявляют агрегационные эффекты в бинарных растворителях с разным соотношением и при повышении концентрации красителя в растворе.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект 22-73-10167).

Руководители: д.х.н., проф. Марфин Ю.С.,  
асс. Молчанов Е.Е.

# ОКТАЗАМЕЩЕННЫЕ ФТАЛОЦИАНИНЫ С 4-(1-МЕТИЛ-1-ФЕНИЛЭТИЛ)ФЕНОКСИГРУППАМИ И ФРАГМЕНТАМИ НАСЫЩЕННЫХ МОНОАЗОЦИКЛОВ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА

Степанова Д.С. (1/238)

*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново*

Замещенные фталоцианины, содержащие на периферии кумилфеноксигруппы проявляют невысокую склонность к агрегации и высокие коэффициенты экстинкции, обладают растворимостью в низкокипящих органических растворителях.

В настоящей работе рассмотрен синтез, спектральные свойства и исследование термической устойчивости новых смешанно-замещенных фталонитрилов с фрагментами моноазоциклов, а также металлофталоцианинов на их основе. Производные фталоцианина синтезированы нитрильным методом на основании фталонитрилов **1-3** (схема 1).

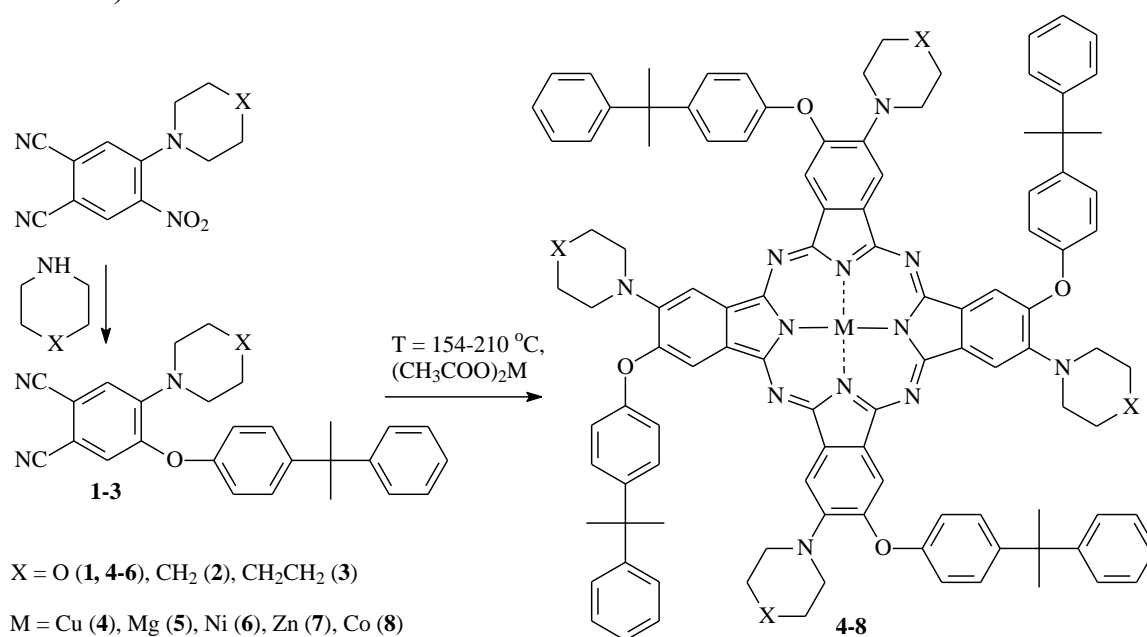


Схема 1

Строение синтезированных производных фталоцианина подтверждено данными <sup>1</sup>H ЯМР и ИК спектроскопии, элементного анализа и масс-спектрометрии MALDI-TOF. Изучена термическая устойчивость синтезированных фталоцианинов

*Руководитель: к.х.н., с.н.с. Знойко С.А. (ИГХТУ)*

# КАРБОКСИЗАМЕЩЕННЫЕ ЦИКЛИЧЕСКИЕ И НЕЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФРАГМЕНТА-ФАРМАКАФОРА ГУАНАЗОЛА. СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Танасевич В.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Чаще всего химическая модификация макросистемы проходит путем введения фрагмента-фармакафоров или введением заместителей по периферии, а также введением различных биогенных металлов.

3,5-Диамино-1,2,4-триазол (гуаназол) и его производные – это один из наиболее перспективных объектов для химической модификации, и, что особенно важно, эти соединения используются в медицинской практике в качестве лекарственных препаратов. Введение карбоксильных групп придает растворимость в воде, демонстрирует интересные каталитические, фотофизические и фотохимические свойства. Сочетая ценные свойства прекурсоров, можно создать функциональные материалы с практически полезными свойствами.

В данной работе продолжен синтетический ряд карбоксисодержащих макрогетероциклов различного строения и металлокомплексов на их основе. Синтез осуществлялся темплатной конденсацией соответствующих металлокомплексов трехзвенных продуктов с фталонитрилом/гуаназолом в среде фенола по аналогии с известной методикой. Строение полученных соединений доказано с помощью комплекса современных физико-химических методов исследования.

Кроме этого, был выполнен *in silico* прогноз, показавший высокую вероятность проявления биологических, антибактериальных и противогрибковых свойств, а значит целесообразность синтеза выбранных молекул. Оказалось, что галлиевые комплексы синтезированных соединений в ходе *in vitro* исследований проявили умеренную антибактериальную активность. Следовательно, полученные результаты позволят в дальнейшем расширить возможность практического применения макромолекул на основе гуаназола.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671). Работа выполнена в рамках Государственного задания, тема № FZZW-2023-0009.

*Руководитель: к.х.н., с.н.с. Кустова Т.В.*

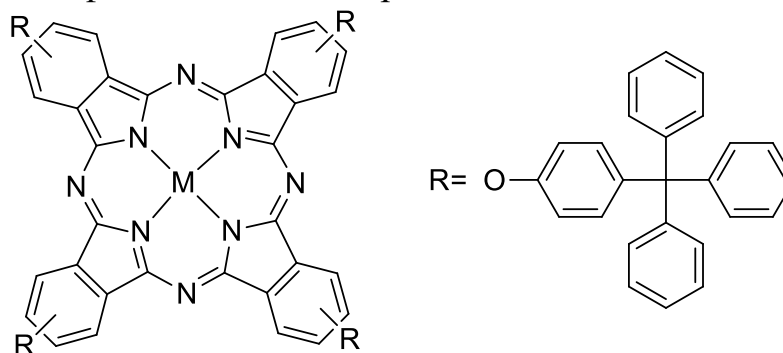


# ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ТРИТИЛЗАМЕЩЕННОГО ФТАЛОЦИАНИНА С ЦИРКОНИЕМ, ОЛОВОМ И ГАФНИЕМ

Ткаченко М.А. (2 курс магистратуры), Галанин Н.Е., Базанов М.И.,  
Румянцева Т.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

При исследовании электрохимических и электрокаталитических свойств металлокомплексов фталоцианинов основное внимание привлекают комплексы с переходными металлами. В тоже время комплексы с цирконием, оловом и гафнием мало изучены в данном направлении. Именно поэтому целью данной работы является изучение электрохимических и электрокаталитических свойств металлокомплексов тритилзамещенного фталоцианина с цирконием **1**, оловом **2** и гафнием **3**.



M = ZrCl<sub>2</sub> (**1**), SnCl<sub>2</sub> (**2**), HfCl<sub>2</sub> (**3**)

Синтез соединений **1** – **3** осуществляли нитрильным способом, их строение подтверждали элементным анализом, масс-спектрометрией, <sup>1</sup>H ЯМР, ИК- и электронной спектроскопией.

Измерения проводили в 0.1 М растворе КОН в интервале потенциалов 0.5÷1.5 В с использованием модифицированного угольного электрода. В результате установлено, что в указанном интервале потенциалов все соединения демонстрируют одну обратимую волну окисления – восстановления.

*Работа выполнена в рамках государственного задания на выполнение НИР (Тема № FZZW-2020-0010). При выполнении исследований привлекалось оборудование ЦКП ИГХТУ.*

*Руководитель: к.х.н., доц. Румянцева Т.А.*

## РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ МЫЛА НАТУРАЛЬНОГО ТУАЛЕТНОГО И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО КАЧЕСТВА

Тулабоева А.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Мыло является одним из наиболее распространённых гигиенически косметических средств.

В химическом отношении основным компонентом твёрдого мыла является смесь растворимых солей высших жирных кислот. Для изготовления твердого мыла используется гидроксид натрия, жирные масла и вода. Чтобы мыло получилось достаточно твердым, с хорошей пеной и не сушило кожу, необходимо правильно подобрать масла и тщательно рассчитать, количество щелочи и воды необходимые для омыления выбранных масел.

Нами были разработаны 5 рецептов мыла. В качестве основных жиров использованы кокосовое, пальмовое, оливковое, и касторовое масла.

Мыло изготавливали двумя способами. При использовании «холодного» способа твердые масла плавил, смешивали с жидкими, охлаждали до 40 °С и вводили строго рассчитанное количество NaOH растворенного в воде. Массу интенсивно перемешивали до получения «мыльного следа» вводили эфирные масла и разливали по формам. Через сутки мыло извлекали из форм и оставляли для вызревания. Срок вызревания мыла определяли экспериментально, он составил от одного до трех месяцев в зависимости от рецептуры. Мыла сваренные «горячим» способом в вызревании не нуждались, так как после перемешивания расплавленных масел и раствора щелочи, мыло выдерживали при перемешивании и температуре 60-65 °С в течении 1,5-3 часов. Из загустевшей мыльной массы формировали бруски и оставляли их сушиться в течении 48 часов.

Все полученные мыла были подвергнуты контролю качества. Водородный показатель 10 %-ых водных растворов полученных образцов находится в интервале 6,8-7,3, что соответствует требованиям ГОСТ. У мыл, полученных от каждой варки, было определено йодное число, так как оно является одним из важных показателей качества и позволяет судить о возможном сроке годности, твердости и пластичности. Установлено, что использование в рецептуре большого количества масел виноградной косточки, абрикосового и тыквенного приводит к сокращению срок годности мыла.

*Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).*

*Руководитель: к.х.н. Романенко Ю. В.*

# ПОИСК, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НОВЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ФОРМ ПРОТИВОГРИБКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ КЕТОКОНАЗОЛА

Шалафан Д.Р.<sup>1,2</sup> (4 курс)

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

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

Одной из наиболее актуальных проблем современной медицинской химии является разработка лекарственных соединений. Медицинские препараты, полученные в последние десятилетия, обладают высокой биологической активностью, но при этом практически нерастворимы в водных средах. Одними из наиболее эффективных подходов к решению проблемы повышения растворимости являются методы солеобразования/сокристаллизации и аморфизации. Препараты, полученные путем сокристаллизации, характеризуются более длительным сроком хранения, улучшенной растворимостью и биодоступностью. Переход кристаллического лекарственного средства в аморфную форму обеспечивает повышенную растворимость в первые часы после приёма, а также способен усилить противомикробный, антиоксидантный и противоопухолевый эффект препарата.

В рамках данной работы мы работали над получением новых растворимых форм кетоконазола (КТЗ) — противогрибкового лекарственного препарата, производного имидазола. На первой стадии исследования был проведен поиск известных многокомпонентных форм КТЗ в статьях и патентах. В результате исследования литературы было выявлено, что КТЗ склонен к образованию как сокристаллов, так и соаморфов с различными карбоновыми кислотами. В ходе экспериментальной работы мы применяли методы ультразвуковой обработки суспензии, лиофильной сушки и перемола с добавлением растворителя с целью получения многокомпонентных форм КТЗ с различными органическими кислотами. Скрининг полученных соединений выполнялся при помощи методов дифракционной сканирующей калориметрии (ДСК), рентгенофазового анализа (РФА), термомикроскопии и ИК-спектроскопии.

В ходе исследований были получены новые многокомпонентные формы КТЗ с салициловой, 4-гидроксibenзойной и терефталевой кислотами и определены условия получения чистых кристаллических форм [КТЗ + TRP] и [КТЗ + 4ОНВА]. Чистота кристаллических форм также была подтверждена при помощи термомикроскопии. Результаты ДСК и РФА подтвердили, что система [КТЗ + SA] является аморфной. Результаты ИК-спектроскопии показали, что в данной системе образуется ионная жидкость.

*Руководитель: к.х.н., н.с.отр. Воронин А.П.*

## **Секция 14. Путь в мир математики**

## ИСТОРИЯ СЕЛА НОВО – ТАЛИЦЫ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ

Богачева П. Р., Брюханова С. Ю., Хачатрян А. С., Шушин А. А. (6 класс)  
*МБОУ «Новоталицкая СШ»*

Математический материал, изучаемый в 5, 6 классах, дает простор для составления задач, отражающих вопросы истории нашей страны, отдельно взятого населенного пункта, школы. Но в учебнике математики такой материал встречается редко, а если и встречается, то только в масштабе страны или больших городов, а математических задач, составленных на краеведческом материале нашего села нет. Типы таких задач встречаются в курсе математики, в заданиях ВПР, ОГЭ и ЕГЭ по математике.

Краеведческий материал играет важную воспитательную роль, они помогают донести до сознания обучающихся картины прошлого, способствуют сохранению общественной памяти народа, передаче героических традиций прошлого, осуществлению преемственности поколений.

Мы поставили перед собой цель: составить математические задачи на основе исторических сведений о родном селе.

Для этого необходимо:

1. Собрать и изучить интересные факты из истории села Ново-Талицы.
2. Изучить методы составления задач и рассмотреть примеры задач ВПР - 5,6 класс.
3. Составить и решить задачи.
4. Выпустить сборник задач.

Изучение представленных материалов позволит обучаемым актуализировать, углубить, расширить теоретические знания и практические навыки по основным темам, изучаемым в 5, 6 классах. Работа над проектом позволит сформировать математическую культуру и понятие универсального характера математики, систематизировать межпредметные связи с такими предметами как: история, краеведение, статистика.

В результате реализации проекта обучающиеся получают возможность совершенствовать и расширить круг общих учебных умений, навыков и способов деятельности, необходимых в XXI веке, что является условием развития и социализации школьников. После завершения проекта учащиеся будут знать основные сведения из истории своего села и школы, смогут использовать приобретенные знания и умения для решения практических задач. Работа над проектом будет способствовать развитию креативности, коммуникативности, толерантности у детей.

В последующем возможно возвращение к проекту и его расширение.

*Руководители: учитель высшей категории Тимофеева Т.Ю.  
старший преподаватель Бумагина А.Н.*

## АРИФМЕТИЧЕСКАЯ И ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОГРЕССИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

Ваулин С.А.

*Новоталицкая средняя школа*

В данной работе показана возможность применения арифметической и геометрической прогрессии в практической деятельности. Прогрессии можно применять в медицине, строительстве, физике, биологии и т.д.

Рассмотрим примеры применения более подробно:

- **Строительство.** Кинотеатр состоит из 10 рядов, причем в каждом следующем ряду на 20 мест больше, чем в предыдущем, а в последнем ряду 280 мест. Сколько человек вмещает кинотеатр?
- **Физика.** Деление ядер урана происходит с помощью нейтронов. Нейтрон, ударяя по ядру урана, раскалывает его на две части. Получается два нейтрона. Затем два нейтрона, ударяя по двум ядрам, раскалывают их еще на 4 части и т.д. Это свойство используют при создании ядерных реакторов и оружия.
- **Биология.** Микроорганизмы размножаются делением пополам. При наличии благоприятных условий и через одинаковый промежуток времени их количество удваивается, например, летом инфузории размножаются бесполым способом делением пополам. Вопрос: сколько будет инфузорий после 10-го размножения?
- **Медицина.** Больной, заболевший гриппом, может за день заразить трех человек. Через сколько дней заболеют все учащиеся школы в количестве 1176 человек?
- **Экономика.** Прогрессия имеет очень широкое применение в экономике. С её помощью банки производят расчеты с вкладчиками, определяют, какие средства можно разместить в кредиты. Простые проценты – увеличение первоначального вклада в арифметической прогрессии. Сложные проценты – увеличение первоначального вклада в геометрической прогрессии. Предположим ситуацию, что Некто пришел в банк, где ему предлагают открыть вклад в сумме  $a$  рублей под  $p\%$  годовых на  $t$  лет. Есть две стратегии поведения:
  - в конце каждого года хранения вклада снимать проценты по вкладу, т.е. полученную прибыль в размере  $a * 0,01p$  руб.;
  - прийти в банк один раз-в конце срока хранения вклада.

Знания арифметической и геометрической прогрессий помогают человечеству решать многие проблемы. Арифметическая и геометрическая прогрессии позволяют изучать часто встречающиеся на практике процессы.

*Руководитель: старший преподаватель Митрофанова А.А.*

## МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ КВАДРАТНЫХ УРАВНЕНИЙ

Гадалова Е.Ю. (8 класс)

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя школа №1 г. Тейково*

Практически все, что окружает современного человека - это все так или иначе связано с математикой. А достижения в физике, технике и информационных технологиях не оставляют никакого сомнения, что и в будущем решение многих практических задач сводится к решению квадратных уравнений. Данная работа несет познавательную ценность. Мало кто знает о других методах решения квадратных уравнений. Теоретическая часть работы позволяет рассказать об этих методах.

Задачи проекта:

- Произвести анализ учебно-методической литературы по решению квадратных уравнений.
- Произвести анализ различных способов решения квадратных уравнений.
- Изучить различные способы решения квадратных уравнений, апробировать их на практике, собрать дидактический материал.

Гипотеза проекта: существуют различные методы решения квадратных уравнений не изучаемые в школе.

Цель исследования: изучение различных методов решения квадратных уравнений.

Выводы : Гипотеза, выдвинутая в начале работы, совпала с результатами исследования. Существуют методы, не изучаемые в школе. Квадратные уравнения играют огромную роль в развитии математики. Не менее важно и то, что в результате применения квадратных уравнений при решении задач не редко обнаруживаются новые детали, удастся сделать интересные обобщения и внести уточнения, которые подсказываются анализом полученных формул и соотношений.

Решая одну задачу различными методами, можно путем сравнений выяснить, какая из них короче и эффективнее. Поэтому в практической части проекта я рассмотрела решение двух квадратных уравнений различными способами.

*Руководитель: учитель математики Лебедева С.Н.*

## ДИСКРИМИНАНТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ВТОРОЙ, ТРЕТЬЕЙ И ЧЕТВЕРТОЙ СТЕПЕНИ

Горячев А.В. (9 класс)  
МБОУ СОШ № 8 г. Шуя

В данной работе разобрана возможность применения понятия дискриминант для решения алгебраических уравнений различных степеней. Данная тема является актуальной, так как к подобного рода зависимостям приводят задачи, как в математике, так и в других смежных дисциплинах, а в пределах школьной программы изучается применение этого понятия только для квадратных и биквадратных уравнений.

Согласно математической энциклопедии, дискриминант многочлена

$$P_n(x) = a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_n,$$

где  $a_0, a_1, \dots, a_n$  – постоянные коэффициенты, задается выражением:

$$D = a_0^{2n-2} \prod_{i>k} (\alpha_i - \alpha_k)^2,$$

в котором произведение распространено на всевозможные разности корней  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  уравнения  $P_n(x) = 0$ .

Для уравнения второго порядка  $ax^2 + bx + c = 0$ , дискриминант через его коэффициенты находится по всем известной формуле:  $D = b^2 - 4ac$ . При этом уравнение имеет два различных корня:  $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

Для многочлена третьей степени  $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$  с использованием этого понятия:  $D = b^2c^2 - 4b^3d - 4ac^3 + 18abcd - 27a^2d^2$ .

Тогда, если  $D > 0$  - тогда уравнение  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$  имеет три различных действительных корня.

Если  $D < 0$  - уравнение имеет, лишь один действительный корень.

В случае  $D = 0$  - хотя бы два корня уравнения совпадают.

Для многочлена  $P_3(x) = x^3 + px + q$ , дискриминант определяется как  $D = -4p^3 - 27q^2$ . К такому виду можно привести любое кубическое уравнение с помощью специальной замены.

Простых для применения формул через дискриминант для уравнений, содержащих многочлены третьей и четвертой степени, при помощи которых можно сразу найти их корни, к сожалению нет.

Для решению кубических уравнений на практике чаще всего используют формулы Виета, а для более высоких степеней, подбором делителя свободного члена, находят один или несколько корней, а затем делением понижают степень уравнения.

Литература:

1) Прохоров, Ю.В. Математика. Большая российская энциклопедия, Дрофа. 2003.- 847 с.

Руководитель: к.ф.-м.н., доц. Кокурина Г.Н.



## УРАВНЕНИЕ ОРНАМЕНТА

Грименицкая П.П.  
Гимназия №23

В данной работе показана возможность исследования разных функций и получение общего вида уравнения орнаментов.

На уроках математики все знакомятся с различными функциями, их свойствами и графиками, но мало кто знает о том, где в реальной жизни можно встретиться с этой моделью, и как человек использует свойства функций в своей практической деятельности. Реальные процессы в жизни обычно связаны с большим количеством переменных и зависимостей между ними. Описать эти зависимости можно с помощью функций. Знание свойств функций позволяет понять суть происходящих процессов, предсказать ход их развития, управлять ими. Рисование графиками линейных функций заставляет воочию увидеть неразрывную связь красоты и математики, непосредственно соприкоснуться с миром прекрасного. На различных участках числовой прямой функция может быть задана разными формулами. Для того чтобы вычислить значение функции в заданной точке, необходимо, во-первых, определить, какой составляющей области определения принадлежит эта точка, а, во-вторых, найти значение входящей функции на этой составляющей.

Рисунок, характеризуемый каким-либо уравнением или неравенством, а может и системой уравнений или неравенств, в котором многократно повторяется тот или иной узор, можно назвать математическим орнаментом. Подбирая должным образом уравнения, можно получать самые разнообразные, подчас весьма причудливые картинки. Как это сделать? Предварительно придется вспомнить, что числовой плоскостью называется множество всех пар действительных чисел. Любое множество точек числовой плоскости условимся называть *геометрической фигурой*, расположенной на числовой плоскости. Можно, в частности, рассмотреть множество всех таких пар действительных чисел  $(x, y)$ , для которых  $f(x, y)=0$ , где  $f(x, y)$  — заданное выражение. Наиболее точный результат построения рисунков с помощью графиков элементарных функций достигается при разбиении изображения на маленькие промежутки.

Используя в качестве основы различные по форме базовые элементы, применяя относительно небольшое количество типов симметрических преобразований графического объекта, варьируя порядок их выполнения, а также соединяя получаемые симметричные объекты в различных комбинациях, можно генерировать большое количество различных видов орнамента.

*Руководитель: старший преподаватель Митрофанова А.А.*

## ЭКОЛОГИЯ ГЛАЗАМИ МАТЕМАТИКИ

Громова А.С. (10 класс)

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя школа №1 г. Тейково*

В моей исследовательской работе по математике на тему «Экология глазами математики» было дано определение понятий "экология" и "математика", а также рассмотрены статистические данные о вредных выбросах и ущербе экологии, наглядно показано применение математических методов в вопросах экологии.

*Актуальность* исследовательского проекта по математике на тему "Экология глазами математики" заключается в том, что экологические проблемы приобрели первостепенное значение в мире и возникла необходимость вовлечения и нас, подрастающего поколения, для их решения. Этой работой я стремлюсь доказать, что математика помогает людям решать экологические проблемы. В работе рассматриваются вместе элементы экологии и арифметический квадратный корень, экология в дробях, экология и проценты, экология и геометрическая прогрессия. Работа содержит примеры математических задач, связанных с экологией.

Для жизни человеку нужны чистый воздух, качественная вода, незараженная почва, растения, энергетические ресурсы и другое, но с развитием цивилизации вредное воздействие людей на природу становится угрожающим для нее. Однако без изменения сознания человека все планы спасения природной среды останутся лишь благими пожеланиями.

Гипотеза: я предположила, что математика напрямую связана с экологией.

Цель: выяснить, какой вклад вносит математика в экологию и показать практическое применение математики в вопросах экологии окружающей среды.

Задачи:

1. Изучить экологические проблемы через решение математических задач.
2. Дать количественную оценку состоянию природных объектов и явлений, положительных и отрицательных последствий деятельности человека.
3. Ознакомиться с экологическими проблемами местности.
4. Провести социальный опрос сотрудников и обучающихся 8-11 классов школы.

*Руководитель: учитель математики Лебедева С.Н.*

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ

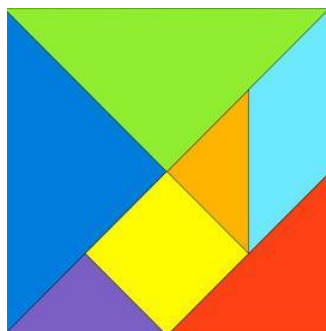
Кувшинов Д.В. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический  
университет*

Математические игры и головоломки очень популярны, как, впрочем, и все игры. И далеко не всегда более сложная игра – более интересная. Часто миллионы людей с неугасаемым интересом играют в самые простые игры, и именно эти игры больше всего ценят, именно они входят в историю математики прославляют своих создателей.

Наиболее приближенными к математике являются головоломки, многие из головоломок образовались из игр. Большинство таких основополагающих игр было придумано древнегреческими математиками.

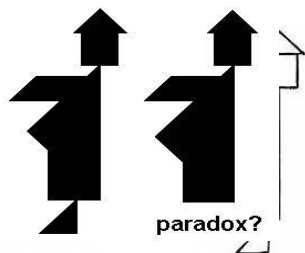
Мастерством распутывания логических задач прославились Шерлок Холмс, Мегрэ и Коломбо. Разгадывание таких «загадок» тренирует те же навыки, что и решение обыкновенных математических задач, и в первую очередь – умение мыслить последовательно и системно.



Представление о математических играх подучим на примере игры «Танграм». Танграм – головоломка, состоящая из семи плоских фигур, которые складывают определенным образом для получения другой, более сложной, фигуры (изображающей человека, животное, предмет домашнего обихода, букву или цифру и т. д.). Фигура, которую необходимо получить при этом, обычно задаётся в виде силуэта или внешнего контура.

При решении головоломки требуется соблюдать два условия: первое – необходимо использовать все семь фигур танграма, и второе – фигуры не должны накладываться друг на друга.

Парадокс танграма заключается в следующем: каждый раз полностью используя весь набор, можно сложить две фигуры, одна из которых будет подмножеством другой. Один такой случай приписывается Дьюдени: две похожие фигуры изображают монахов, но у одной из них при этом есть нога, а у другой фигуры её нет.



*Руководитель: ст. пр. Бумагина А.Н.*

# О МЕХАНИЗМЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДИОКСИМИНА КОБАЛЬТА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ МОДЕЛИ КУБОВОГО КРАСИТЕЛЯ

Муравьева А.Д. (11 класс)

*МБОУ «СШ №7»*

В настоящее время известно большое число реакций, в которых ионы металлов играют роль катализаторов. Авторами [1] показано, что скорость процессов восстановления ронгалитом (гидроксиметилсульфанат) и его аналогами может быть значительно увеличена в присутствии комплексных соединений кобальта с диметилгликсимом. При изучении механизма катализа диоксимином кобальта обнаружено, что готовые катализаторы можно заменить смесью  $\text{CoCl}_2$  с диметилглиоксимом в отделке тканей кубовыми красителями. Интересно, что в отдельности  $\text{CoCl}_2$  и диметилглиоксим не влияют на скорость реакции. Это подтверждает, что необходимым условием катализа является комплексообразование между  $\text{Co(II)}$  и диметилглиоксимом. Механизм катализа изучался в реакции восстановления модели кубового красителя – индигокармина ронгалитом (R). Исследуемый процесс, как и любой каталитический, оказался многостадийным. Авторами [1] предложено несколько механизмов каталитической реакции. Наиболее согласующаяся с экспериментальными данными оказалась версия о вхождении молекулы R во внутреннюю сферу комплексного катализатора. Экспериментально доказано образование этих смешанных комплексов. При этом в молекуле восстановителя происходит перераспределение электронной плотности, ослабляется связь C – S и в результате образуется частица  $\text{HSO}_2^-$  с высокой реакционной способностью. Именно она восстанавливает молекулу индигокармина. Для вывода кинетического уравнения использовали метод квазистационарных концентраций Боденштейна, а также рассчитывались константы скоростей отдельных стадий методом случайного поиска с автоматическим выбором шага с применением ЭВМ.

Таким образом, с помощью математической модели и математических расчетов можно изучать различные закономерности и явления в науке и реальных процессах.

1. Буданов В.В., Макаров С.В. Химия серосодержащих восстановителей.

*Руководитель: д.ф.-м.н., профессор Зуева Г.А.,  
д.х.н., профессор Макаров С.В.*

## СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

Мутовкин И.А. (11 класс)  
*МБОУ СШ №26*

В ЕГЭ по математике профильного уровня задача на оптимизацию по-прежнему может встретиться на экзамене в 15 задании, а значит к этому типу задач тоже нужно быть готовым. Для того чтобы успешно справиться с ними, необходимо знать, как их решать.

Основной идеей различных методов решения подобных задач заключается в составлении математической модели в виде функции, которая описывает необходимую зависимость между исследуемыми величинами, такими как прибыль, количество продукции, расстояние и т.д. Затем, используя методы математического анализа, необходимо произвести исследование полученной функции с целью определения ее максимума или минимума в заданных ограничениях. Ограничения могут быть связаны с физическими ограничениями, техническими возможностями или бюджетными ограничениями и т.д. Решение задачи оптимизации сводится к нахождению такой комбинации значений переменных, при которой достигается максимальное или минимальное значение функции.

В практической части данной работы рассматриваются различные методы решения оптимизационных задач, которые встречаются в ЕГЭ по математике профильного уровня. Все методы детально объясняются на примере реальных задач из ЕГЭ. Это позволяет ученику лучше понять основную идею каждого метода и научиться применять их на практике при решении задач на оптимизацию. Кроме того, рассмотрение задач из ЕГЭ позволяет читателю получить представление о типичных оптимизационных задачах, которые могут встретиться на экзамене и о том, как их можно эффективно решать.

Знание методов решения оптимизационных задач является важным и необходимым навыком для подготовки к ЕГЭ по математике. В данной работе были рассмотрены основные методы решения оптимизационных задач, которые были подкреплены реальными примерами из ЕГЭ. Это позволяет читателю не только лучше понять основную идею каждого метода, но и научиться применять их на практике. Знание методов решения оптимизационных задач не только поможет в успешной сдаче ЕГЭ, но и в реальной жизни, где такие задачи встречаются достаточно часто.

*Руководитель: к.ф.-м.н., доц. Кокурина Г.Н.*

## ЛЕНТА МЁБИУСА

Напалков Е.А. (10 класс)

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя школа №1 г. Тейково*

В научном мире Лента Мёбиуса произвела самый настоящий фурор. Она стояла самым сверхмощным вирусным трендом за всю историю человечества. Сейчас Лента является основой для построения новых гипотез и теорий, проведения исследований и экспериментов, создания новых вирусов, механизмов и устройств. Существует теория, что согласно которой Вселенная — это огромнейшая петля Мебиуса. Другая теория же рассматривает ДНК как часть поверхности Мебиуса.

Однажды советский цитолог Навашин выдвинул предположение, что форма кольцевой хромосомы по строению аналогична ленте Мебиуса. Это объясняет сложности с расшифровкой и прочтением генетического кода. Лента Мёбиуса нашла свое применение и в IT: когда-то известный вирус - червь под названием trojan.win32.MöbiusStrip спровоцировал настоящую эпидемию и первый в истории компьютеров взрыв спроса на антивирусные программы.

Лента Мёбиуса была взята под основу при создании полосы ленточного конвейера и красящей ленты в печатных устройствах, абразивных ремней для заточки инструментов и автоматической передачи. Также была создана пружина, которая, в отличие от обычных, срабатывающих в противоположном направлении, не меняет направление срабатывания.

Открытие Августа Мебиуса используют и в станкостроении. Конструкцию используют для большего времени записи на пленку, а также в принтерах, использующих ленту при распечатке.

Существует множество видов спорта Мёбиуса и даже Олимпийские игры Мёбиуса. Их эмблемой являются 5 сплетённых колец Мёбиуса. По причине бесконечности игровой поверхности, примечательностью этих видов спорта является то, что игра в основном идёт не на выигрыш, а на вылет.

Лента Мёбиуса и её свойства стали популярными и среди творческого населения. Художники, скульптуры, писатели, даже кинематографисты были вдохновлены этим открытием. Одной из самых известных работ является картина Маурица Корнелиса Эшера «*Möbius Strip II*», «*Red Ants*» или «*Красные Муравьи*».

Цель исследования: доказать, что Лента Мёбиуса нужна не только в научной деятельности, но и в обычной жизни, узнать, где она применялась ранее и в каких сферах может быть использована.

*Руководитель: учитель математики Лебедева С.Н.*

# ТОПОЛОГИЯ

Плеханов К.А.

*Новоталицкая средняя школа*

Топология - это раздел математики, направленный на изучение поверхностей и свойств фигур, которые непосредственно сохраняются при непрерывных деформациях, таких, как постоянное сжатие и изгибание. Непрерывная деформация – это искажение, деформация фигуры, при которой не должны допускаться перегибы и склейки. Такие геометрические свойства связаны с положением, а не с формой или величиной фигуры.

Изначально топология называлась как «анализ situs», и ещё один вариант «теория точечных множеств». Топологию часто называют «резиновой геометрией», все фигуры в ней прекрасно изгибаются и растягиваются, как резина. Топология считается одним из самых новейших разделов математики.

Поверхность Мебиуса – это объект изучения топологии, с помощью которого исследуют общие свойства фигур, которые сохраняются при таких непрерывных деформациях, как: скручивание, сжатие, изгибание, выворачивание и растяжение. Поверхность Мебиуса обладает односторонностью и непрерывностью. Лист Мебиуса со времён своего создания, считается топологическим, а исходя из этого: непрерывным и односторонним, где дозволено из одной точки на поверхности, никогда не пересекая края, попасть в любую другую точку поверхности.

В топологии, нет разницы между мячом и обыкновенным шаром, цилиндром и блином. Это один из высочайших уровней математической абстракции, который исследует свойства данной ей поверхности как таковой, не обращая внимания на её размеры и иногда даже форму. В топологии шар можно увеличить и раскатать в цилиндр, после чего в цилиндр можно расплющить в блин, но, чтобы сделать тор, придётся либо создать отверстие в блине, либо склеивать цилиндр.

В топологии именно отверстия, и ничего больше - одно из основных свойств поверхности. Если разложить на поверхности шара петлю из нитки, ее будет дозволено стянуть без единого узелка, и такое, созданное пространство называется «односвязным».

Топология применяется в самых различных сферах жизни, не только в науке. Данный раздел не только красив и очень сложен для обычных людей, он помогает художникам создавать новые шедевры, усиленно вдохновляя их. Топология помогает архитекторам строить здания по образу и подобию известной всем ленты Мебиуса.

*Руководитель: старший преподаватель Митрофанова А.А.*

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ КВАДРАТНЫХ КОРНЕЙ БЕЗ КАЛЬКУЛЯТОРА

Симонова С.А. (10 класс)

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя школа №1 г. Тейково*

Все знают, что извлечь квадратный корень без калькулятора зачастую непосильная задача. В лучшем случае, в ситуации, когда решение задач требует извлечения корня, а калькулятора нет под рукой, прибегают к методу подбора и пытаются вспомнить данные из таблицы квадратов целых чисел, но это не всегда спасает.

В ходе исследования было выявлено, что современной науке известно много таких способов, начиная со способа математиков Древнего Вавилона и заканчивая способом степенных рядов сложных степеней из разделов высшей математики. Мною были изучены, описаны и отработаны на практике 9 способов.

**Актуальность исследования** обусловлена желанием углубить математические знания путем изучения простейших способов извлечения квадратных корней без калькулятора, распространить алгоритмы извлечения корней среди учащихся, что особенно актуально при сдаче экзаменов, где запрещено пользоваться калькулятором, а также использовать эти знания при работе с вычислениями корней на уроках математики в ситуациях отсутствия калькулятора.

**Цель работы:** изучить способы извлечения квадратных корней без калькулятора и отобрать самые рациональные для практического применения.

### **Задачи:**

1. Изучить литературу по данному вопросу, научные статьи, исторические справки и работы современных учёных и исследователей.
2. Рассмотреть найденные способы и описать их алгоритм.
3. Познакомить с результатами полученных исследований одноклассников и друзей.

### **Гипотеза:**

Существует не менее двух-трёх способов извлечения квадратных корней без калькулятора.

*Руководитель: учитель математики Лебедева С.Н.*



## НЕРАВЕНСТВА НА ЕГЭ, ПЛЮСЫ МЕТОДА РАЦИОНАЛИЗАЦИИ

Суханова Д.Е. (11 класс)  
МБОУ Новоталицкая СШ

Каждый из моих одноклассников и я, конечно, мечтаем получить хорошую, престижную профессию, чтобы в дальнейшем обеспечить свою жизнь. Для этого нужно осваивать учебный материал на хорошем уровне и, имея прочные знания, получить высокие баллы на ЕГЭ. Одна из основных и проверяемых тем – тема «Неравенства». Традиционно наибольшие затруднения у выпускников вызывает их решение. В контрольно-измерительных материалах профильного уровня соответствующее задание содержится в части 2 и имеет повышенный уровень трудности. В своей работе я уделила внимание задаче 14, вопросу решения неравенств повышенного уровня сложности. Основным вид неравенств, который я выбрала для работы – это логарифмические неравенства.

Многие методы решения неравенств нам знакомы, но часто их применение вызывает не только затруднение, но и требует много времени. Оказывается, что существует метод, применение которого существенно облегчает процесс решения неравенств. Метод рационализации состоит в том, что происходит замена множителя на другие, «более удобные», совпадающие по знаку с исходными неравенствами на первоначальной области определения. В процессе работы были решены различные неравенства с помощью данного метода. Проведён сравнительный анализ способов решения.

Проверено практическим путем, какой способ решения неравенств наиболее рациональный. В самом начале знакомства с методом мы предположили, что метод универсальный. Но нет, метод не является универсальным. Необходимо анализировать каждое неравенство, выбирая удобный и верный способ решения. Однако следует обратить на него внимание и изучить метод. В большинстве неравенств 14 ЕГЭ метод рационализации применим. А это значит: 1) рационально по времени; 2) снижается риск логических и вычислительных ошибок; 3) решение доставляет удовольствие.

Надеюсь, что для меня результатом исследования станут мои высокие баллы по итогам ЕГЭ и приобретение умения решения неравенств методом рационализации, что мне поможет и в дальнейшем обучении в ВУЗе.

*Руководители: учитель высшей квалификационной категории,  
Сорокина Л.В.  
д.ф.-м.н, проф. Зуева Г.А.*

## МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ КУБИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Фокина К.А. (8 класс)  
МБОУ "Гимназия №36"

Решение многих практических задач сводится к решению различных видов уравнений, в том числе и кубических. Кубическое уравнение имеет общий вид:  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ , где  $x$  – переменная,  $a, b, c$  – константы.

Рассмотрим несколько способов решения кубических уравнений.

1. Способ разложения левой части уравнения на множители. Симметрические или возвратные уравнения. Уравнение вида  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$  называется симметрическим или возвратным, если его коэффициенты, стоящие на симметричных относительно середины позициях, равны. Левую часть можно разложить на множители:  $ax^3 + bx^2 + bx + a = a(x^3 + 1) + b(x^2 + x) = a(x+1)(x^2 - x + 1) + bx(x+1) = (x+1)(ax^2 + x(b-x) + a)$ . Такое уравнение имеет корень  $x = -1$ , корни квадратного  $ax^2 + (b-a)x + a = 0$  уравнения легко найти.

Пример.  $x^3 + 2x^2 + 2x + 1 = 0$ ,  $(x^3 + 1) + 2x(x+1) = 0$ ,  $(x+1)(x^2 + x + 1) = 0$ .

Уравнение имеет единственный действительный корень:  $x = -1$ .

2. Способ понижения степени уравнения.

Пример.  $x^3 - 3x^2 - 13x + 15 = 0$ .

Воспользуемся теоремой: все рациональные корни приведенного уравнения ( $a=0$ ) с целыми коэффициентами являются делителями свободного члена. Рассмотрим делители свободного члена:  $0; \pm 1, \pm 2, \pm 3$ . Подставляя числа в уравнение, получим, что 1 является корнем. Далее разделим левую часть этого уравнения на двучлен  $(x-1)$ , получим:  $x^2 - 2x - 15$ . Корнями квадратного уравнения:  $x^2 - 2x - 15 = 0$  являются числа -3 и 5. Таким образом, корни исходного уравнения:  $x = 1, x = -3, x = 5$ .

3. Метод неопределенных коэффициентов

Этот метод опирается на следующие утверждения: два многочлена тождественно равны тогда и только тогда, когда равны их коэффициенты при одинаковых степенях переменной  $x$ ; любой многочлен третьей степени раскладывается на произведение линейного и квадратного множителей.

Пример.  $x^3 - 5x^2 + 7x - 3 = 0$ . Пусть  $x^3 - 5x^2 + 7x - 3 = (x-a)(bx^2 + cx + d)$ ,  
 $x^3 - 5x^2 + 7x - 3 = bx^3 + (c-ab)x^2 + (d-ac)x - ad$ .

Приравняв коэффициенты при одинаковых степенях переменной в левой и правой частях равенства получаем систему уравнений:

$b = 1, c - ab = -5, d - ac = 7, ad = 3$ , из которой  $a = 3, b = 1, c = -2, d = 1$ .

Тогда  $x^3 - 5x^2 + 7x - 3 = (x-3)(x^2 - 2x + 1) = (x-3)(x-1)^2$ . Уравнение имеет два действительных корня:  $x = 3, x = 1$ .

*Руководитель: старший преподаватель Бумагина А.Н.*

## О ВРЕДЕ КУРЕНИЯ ЯЗЫКОМ МАТЕМАТИКИ

Фомин А.Д.

*Новоталицкая средняя школа*

Курение в подростковом возрасте – это серьезная проблема современности, о которой невозможно молчать. Из года в год курение не прекращает быть главной социальной болезнью общества. Больше всего ему подвержены подростки. Сейчас много проводится мероприятий, различных акций о вреде курения, но не до каждого ребенка эта информация доходит правильно. Своевременное и правильное предоставление необходимой информации является основной профилактической мерой. К сожалению, далеко не всегда подростки осознают все последствия курения, полагая, что в любой момент смогут избавиться от никотиновой зависимости. Это одно из самых серьезных заблуждений.

Рассмотрим вред курения с математической точки зрения. Население земного шара ежегодно выкуривает 12 миллиардов ( $10^{12}$ ) папирос и сигарет. Общая масса окурков, бросаемых, где попало, достигает 2520000 т. Курящие ежегодно «выкуривают» в атмосферу 720 т. синильной кислоты, 384000 т. аммиака, 108000 т. никотина, 600000 т. дегтя и более 55000 т. угарного газа и других составных частей табачного дыма. В течение 30 лет курильщик выкуривает примерно 20000 сигарет, или 160 кг. табака, поглощая в среднем 800 г. никотина. В момент затяжки температура на кончике сигареты достигает 600 градусов. Некурящий человек, находящийся в одном помещении с курильщиком, вдыхает количество дыма, эквивалентное активному выкуриванию 3 сигарет в день, причем более вредного состава. В результате пассивного курения у людей, живущих или работающих вместе с курильщиками, на 20-70% повышается риск заболеть раком легких. Если табачной смолой смазывать ухо кролика, то у него через 3-4 месяца начинается рост раковой опухоли. Каждые 6 минут от никотина в мире умирает один курильщик.

Решение задач математического содержания по рассматриваемой теме, доказывает пагубное влияние табакокурения на организм человека и воспитывает негативное отношение к этой вредной привычке.

Литература:

1. Ягодзинский В. Н. Школьнику о вреде никотина и алкоголя: Книга для учащихся.-1986.

*Руководитель: старший преподаватель Митрофанова А.А.*

## **Секция 15. Фундаментальные проблемы и практические приложения математических наук**

## **МНОЖЕСТВО МНОЖЕСТВ: НАСКОЛЬКО ВЕЛИКА БЕСКОНЕЧНОСТЬ?**

Анисимов С.С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Множество множеств – это совокупность множеств, где каждый элемент является также множеством. Таким образом, множество множеств содержит в себе множества, которые могут содержать другие множества, и так далее. Примером может быть совокупность всех возможных комбинаций элементов из нескольких множеств. В множестве множеств можно выделить различные классы бесконечных множеств, которые имеют разную мощность и характеризуются различными свойствами. Одним из наиболее известных классов бесконечных множеств являются континуальные множества, которые имеют мощность континуума и могут быть сопоставлены с множеством действительных чисел.

Важным результатом теории множеств является теорема Кантора-Бернштейна. Она утверждает, что если существуют инъективные отображения между двумя множествами, то они имеют равную мощность. С другой стороны, теорема Кантора утверждает, что множество всех подмножеств данного множества имеет большую мощность, чем само это множество, что говорит о том, что бесконечность имеет различные уровни. Примеры уровней: счетная бесконечность, несчетная бесконечность, континуум, мощность степенного множества, мощность продукта множеств.

Существуют различные подходы к изучению бесконечности, в том числе и вычислительные попытки узнать величину бесконечности. Одним из таких подходов является использование теории меры и интеграла, которая позволяет измерять бесконечные множества и функции на этих множествах. Например, существует понятие меры Лебега, которая позволяет измерять площадь, объем и другие характеристики бесконечных множеств. Также существуют различные теории интеграла, которые позволяют вычислять значения функций на бесконечных множествах.

Однако, вопрос о том, насколько велика бесконечность, остается открытым и не имеет однозначного ответа.

*Руководитель: к.т.н., Лысова М.А.*

# **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ТОЧНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ В РЕШЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

Борзов И.П. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

1. Нейросетевые алгоритмы стали важным инструментом в решении математических задач, так как они способны обучаться и адаптироваться к различным данным и условиям.

2. Для оценки эффективности и точности нейросетевых алгоритмов в решении математических задач используются различные метрики, такие как среднеквадратическая ошибка и точность предсказания.

3. Нейросетевые алгоритмы нашли свое применение во многих областях, включая физику, биологию, экономику и финансы.

4. Возможности использования нейросетевых алгоритмов в математике не ограничиваются только решением задач на предсказание, они также применяются в анализе и обработке данных.

5. Несмотря на все преимущества, нейросетевые алгоритмы имеют и некоторые ограничения и сложности, которые необходимо учитывать при их применении в математике.

II. Пределы и возможности использования искусственных нейронных сетей в математике:

1. Анализируется перспективность использования искусственных нейронных сетей в математике для решения сложных задач, в том числе задач оптимизации и классификации данных.

2. Исследуются основные архитектуры нейронных сетей и их применение в математических задачах, включая решение дифференциальных уравнений и задач на оптимизацию функций.

3. Рассматриваются достоинства и недостатки использования искусственных нейронных сетей в математике, а также перспективы их дальнейшего развития.

*Руководитель: к.т.н., доцен. Лысова М.А.*

# АППРОКСИМАЦИЯ ЧИСЛА ПИ

Васильев Н.Р. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Методы приближения находят применение в любой сфере точных наук. С помощью них можно повысить точность как вычислений, в которых используются иррациональные числа, так и сами иррациональные числа. В данной работе были рассмотрены некоторые методы аппроксимации числа  $\pi$ .

Число  $\pi$  является одной из важнейших констант в математике. Её можно встретить в совершенно разных сферах: тригонометрия, геометрия, алгебра, математический анализ, различные области физики и т.д.

Целью данной работы является рассмотрение определённых методов аппроксимации числа  $\pi$ , приближения данной константы с помощью них и расчёт величин с разным приближением  $\pi$ .

Данная тема является актуальной, так как в инженерных расчетах достаточно часто встречаются задачи, точность решения которых зависит в том числе, и от степени аппроксимации величин, входящих в математическую модель, и не редко в них задействовано значение  $\pi$ , взятое с той или иной точностью.

В данной работе описывается три метода приближения числа  $\pi$ , на наш взгляд наиболее понятные и в тоже время совершенно непохожие друг на друга.

Первый рассмотренный способ приближения числа  $\pi$  геометрический, основывается на вписанных в единичную окружность и описанных вокруг нее правильных многоугольниках. Надо отметить, что метод очень прост, но увеличение точности происходит очень медленно.

Следующий рассмотренный метод аппроксимации, основан на разложении функции единичной полуокружности через бином Ньютона. Для единичной окружности имеет место формула  $x^2 + y^2 = 1$ . Выразив  $y$  и помня, что площадь целого круга равна  $\pi$ , для его четверти можно записать:  $\int_0^1 (1 - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{8}x^4 - \frac{1}{16}x^6 - \frac{1}{128}x^8 - \dots) dx = \frac{\pi}{4}$ . Решая это уравнение мы получим число  $\pi$  с необходимым числом цифр после запятой.

Третий способ аппроксимации использует возможность разложения функции арктангенса в ряд Тейлора. При этом мы приходим к выражению вида:  $\pi = 4 \left( 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \frac{1}{11} \dots \right)$

Практическая часть работы посвящена приближенным вычислениям числа  $\pi$  разобранными методами, с разной степенью точности и выявлению ее влияния на прикладные расчеты.

*Руководитель: к.ф.-м.н., доц. Кокурина Г.Н..*

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ БИЛЬЯРД

Ветрова С.А., Горбунова Е.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе показана возможность применения теории математического бильярда для решения задач на переливание жидкости. Такие задачи часто встречаются в олимпиадах; их решение способствует развитию логического мышления, любознательности и творческих способностей.

Целью этого проекта является нахождение рационального способа решения алгебраических задач на переливание жидкости. Для выполнения исследования нужно было решить следующие задачи:

- ~построить математическую модель нахождения траектории шара;
- ~изучить применение метода для решения задач с двумя и тремя сосудами
- ~ решить задачи на переливание, имеющие практическую направленность.
- ~ сравнить полученные результаты с известными ранее.

Метод математического бильярда:

Математический бильярдный стол — не прямоугольник, а параллелограмм с углами 60 и 120 градусов. Стороны параллелограмма должны выражаться числами, равными числу единиц объема наших сосудов. Весь стол расчерчен параллельными прямыми на равносторонние треугольники. Бильярдный шар может перемещаться только вдоль прямых, образующих сетку на параллелограмме.

После удара о стороны параллелограмма шар отражается и продолжает движение вдоль линии сетки, выходящей из точки борта, где произошло соударение. При этом каждая точка параллелограмма, в которой происходит соударение, полностью характеризует, сколько воды находится в каждом из сосудов.

*Руководитель: Бумагина А.Н.*



# ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Волков И.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цель работы заключается в более глубоком ознакомлении с понятием определенного интеграла, возможностями его применения при решении ряда прикладных задач.

Определенный интеграл является одним из основных понятий математического анализа, а также одним из видов интеграла. Представлена история его возникновения, дано определение, формула для вычисления, геометрический смысл.

Пусть функция  $f(x_i)$  задана в некотором промежутке  $[a, b]$ . Этот промежуток разбивается произвольным образом на части, вставив между  $a$  и  $b$  точки деления. Наибольшая из разностей  $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$  ( $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ) обозначается через  $\lambda$ . В каждом из частичных промежутков  $[x_i, x_{i+1}]$  берется произвольная точка  $\xi_i$ ;  $x_i \leq \xi_i \leq x_{i+1}$  ( $i = 0, 1, \dots, n-1$ ) и составляется сумма

$\sigma = \sum_{i=0}^{n-1} f(\xi_i) \Delta x_i$ .  $I$  - конечный предел данной суммы:  $I = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sigma$ . Конечный

предел  $I$  суммы  $\sigma$  при  $\lambda \rightarrow 0$  называется определенным интегралом функции  $f(x)$  в промежутке от  $a$  до  $b$  и обозначается символом  $I = \int_a^b f(x) dx$ .

Пусть приращение  $F(b) - F(a)$  любой из первообразных функций  $F(x) + C$  при изменении аргумента от  $x = a$  до  $x = b$ , формула для нахождения определенного интеграла, Формула Ньютона-Лейбница:

$$\int_a^b f(x) dx = F(a) - F(b).$$

Понятие определенного интеграла возникло в связи с потребностью вычислять площадь плоской фигуры, но оно позволяет: 1) находить функции по их производным; 2) измерять площади, ограниченные кривыми (задачи нахождения квадратур), объемы тел (нахождение кубатур), длины дуг кривых (спрямление кривых); 3) находить работу сил за определенный промежуток времени, путь тела по известной скорости движения, а также решать задачи определения координат центров тяжести, моментов инерции.

Приведены конкретные примеры решения данных задач с помощью определенного интеграла в геометрии и физике.

*Руководитель: д.ф.-м.н., профессор Зуева Г.А.*

# НАХОЖДЕНИЕ КОРНЕЙ УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ ОБРАТНОГО ИНТЕРПОЛИРОВАНИЯ.

Денисов Д.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе показана возможность нахождения корней уравнения методом обратного интерполирования. Сам метод используется для

- 1) Определения отрезка, на котором: а) Лежит ваш корень;
- б) Функция взаимнооднозначна
- 2) Делается разбиение по  $x$  в зависимости от заданной точности
- 3) Делается интерполяцию для функции  $x(y)$ .
- 4) Находится ее значение в точке  $y=0$ .

Задача обратного интерполирования заключается в том, чтобы по функции найти значение аргумента. Есть два варианта обратного интерполирования.

В случае неравноотстоящих узлов интерполяции используют полином Лагранжа:

$$x = \sum_{i=0}^n \frac{(y - y[0])(y - y[1])(y - y[i - 1])(y - y[i + 1])(y - y[n])}{(y[i] - y[0])(y[i] - y[1])(y[i] - y[i + 1])(y[i] - y[i - 1])(y[i] - y[n])} x[i]$$

где  $y[i] = f(x[i])$ ,  $i=0, n$ .

В случае равноотстоящих узлов интерполяции используют интерполяционный полином Ньютона.

$$\phi(q) = \frac{y - y[0]}{\Delta y[0]} - \frac{\Delta^2 y[0]}{2! \Delta y[0]} q(q-1) - \frac{\Delta^3 y[0]}{3! \Delta y[0]} q(q-1)(q-2) + \dots$$

Приближённое значение  $q[0] = \frac{y - y[0]}{\Delta y[0]}$  и используя метод итераций, получим:  $q[m] = \phi(q[m - 1])$ , где  $m=1, 2, \dots$

Нахождение корней методом обратного интерполирования: Рассмотрим способ нахождения корней уравнения  $f(x)=0$  методом обратного интерполирования. На первом этапе надо отделить корни так, чтобы на каждом отрезке  $[a, b]$  находился лишь единственный корень. Вторым этапом нужно составить таблицу значений функции  $y=f(x)$ , выбрав узлы интерполяции так, чтобы они находились рядом с искомым корнем. Третьим этапом нужно построить соответствующий интерполяционный полином для  $x$  и, используя описанные выше методы найти приближительный корень  $x$ , такой чтобы  $y(\approx x)=0$ .

Литература (“Вычислительная математика” С.М. Иванова, З.В. Ильиченкова)

*Руководитель: старший преподаватель Кулакова С.В.*

# ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ЭКОЛОГИИ

Зайцева А.О.(1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

При описании различных природных и технологических процессов, происходящих в некоторой системе, возникает задача построения математической модели ее поведения. При этом параметры зависимостей этой модели часто приходится определять по эмпирическим данным.

Использование аппроксимирующих зависимостей при оценке воздействия на окружающую среду представляет собой процедуру, включающую определение возможных неблагоприятных воздействий на экологическую систему на основании обработки данных, полученных в ходе экологического мониторинга. На основании анализа построенных функциональных зависимостей можно также в дальнейшем выполнить прогноз содержания интересующих веществ в экосистеме. Таким образом, тема обработки эмпирических данных и подборка функциональных зависимостей является актуальной для студентов, чья будущая профессиональная деятельность сопряжена с экологией.

Математическая модель за счет изменения ряда параметров дает возможность изучить ее поведение в самых разнообразных условиях. Это дает основания называть исследование поведения модели при различных значениях входящих в нее параметров численным экспериментом.

Для аппроксимации широко используются следующие классы функций: многочлены, тригонометрические функции, показательные функции. Особенно часто используются многочлены, так как они очень легко дифференцируются и интегрируются. В качестве критерия близости исходной и приближающей функций можно выбрать: а) точное совпадение приближаемой и приближающей функции в так называемых узловых точках (*интерполяция*); б) усредненное положение приближающей функции по отношению заданных значений приближаемой функции.

В нашей работе были изучены методы построения функциональных зависимостей, в большей степени полиномиальных. В частности методы построения интерполяционных многочленов Лагранжа и Ньютона, а также метод наименьших квадратов для аппроксимирующих функций.

В практической части работы указанные функциональные зависимости были применены для обработки конкретных эмпирических данных, полученных при химическом анализе родниковой воды г. Иваново по показателям на содержание соединений железа и марганца, предоставленных нам кафедрой экологии ИГХТУ.

*Руководитель: к.ф.-м. н. Кокурина Г.Н.*

## ИНТЕРАКТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ: ПРИЕМ TARSIA НА ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИКЕ

Захаров И.В., Прохоров А.Н. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Новые изменения, происходящие в данное время в современном обществе, требуют развитие творческой, креативно-мыслящей, компетентной, активной личности, которая ориентируют педагогов на новый уровень преподавания и воспитания студентов. С целью достижения результативности обучения многие преподаватели применяют современные технологии и инновационные методы обучения.

Интерактивные технологии направлены на то, чтобы вовлечь всех учащихся в обсуждение темы, выполнение заданий, презентацию результатов самостоятельной работы. Сделать их участие заинтересованным, мотивированным, нацеленным на достижение результатов. Это решается путем организации групповой работы.

В структуре традиционного занятия по математике можно найти место применению головоломок, которые можно разрабатывать с помощью программы TARSIA.

Головоломки являются отличным инструментом для стимулирования творческих способностей студентов, а также позволяет сделать 100% охват проверки, на сколько учащиеся знают определенный объем материала.

Рассмотрим принцип работы данной программы. При помощи Formulator Tarsia можно создавать математические паззлы из карточек прямоугольной и треугольной формы. Например, в этой программе можно составить гексагональный паззл из множества треугольных карточек, на каждой из граней которых будут находиться формулы. Для составления формул в программе имеется встроенный редактор.

Готовые паззлы можно распечатывать и использовать на занятиях по математике для проверки, допустим, знаний таблицы производных или неопределенного интеграла. Использование головоломок на занятиях по математике, как дидактического инструментария, позволяет улучшить результаты освоения учащимися программного материала.

В процессе применения данного метода студенты проявляют интерес к предмету, в собирании головоломки присутствует дух соперничества, что хорошо развивает такое неотъемлемое качество, как конкурентоспособность.

*Руководитель: старший преподаватель Митрофанова А.А.*

# **РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛАДКОКРАШЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.**

Зыков Р.Н., Горбанов Е.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе показан интегральный метод расчета координат цвета.

Цвет — качественная субъективная характеристика электромагнитного излучения оптического диапазона, определяемая на основании возникающего физиологического зрительного ощущения и зависящая от ряда физических, физиологических и психологических факторов. Восприятие цвета определяется индивидуальностью человека, а также спектральным составом, цветовым и яркостным контрастом с окружающими источниками света, а также несветящимися объектами. Очень важны такие явления, как метамерия, индивидуальные наследственные особенности человеческого глаза (степень экспрессии полиморфных зрительных пигментов) и психики.

Существуют различные методы оценки цвета. Расчетные, инструментальные, тональные и визуальные (с помощью цветowych атласов и пантонов).

Инструментальный метод заключается в измерении при расчете координат цвета, цветовых характеристик и белизны образца испытуемого пигмента или наполнителя и сравнении их с аналогичными характеристиками контрольных образцов цвета.

Визуальный метод — метод, основанный на восприятии внешнего вида или цвета объекта с помощью органов зрения.

Интегральный метод расчета координат цвета, используемый в нашей работе. Нахождение координат цвета по формулам и заключается в вычислении соответствующих произведений через равные промежутки длин волн и в последующем их суммировании.

*Руководитель: Бумагина А. Н.*

## **МЕТОДИКА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ШКОЛЬНОГО КУРСА МАТЕМАТИКИ**

Иванов Д.А.<sup>1</sup>(4 курс), Игнатьев А.А.<sup>2</sup>, Иванова П.А.<sup>2</sup> (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный университет<sup>1</sup>*

*Ивановский государственный химико-технологический университет<sup>2</sup>*

Математика является одной из самых сложных школьных дисциплин и вызывает объективные трудности у многих детей. Следовательно, неизбежен разрыв в возможностях восприятия предмета среди одноклассников. Перспективным решением данной проблемы, в современных реалиях, может быть внедрение дифференцированного подхода в программы обучения школьников. Такой метод шире использует познавательные возможности всех учеников, особенно сильных.

Целью настоящей работы являлось рассмотрение индивидуализированного обучения, основанного на делении класса на группы, которые соответствуют способностям к усвоению нового материала каждого из учеников.

Под термином «дифференцированное обучение» в данной работе подразумевается личностно-ориентированная система, которая опирается на знания школьников, учитывая их различные особенности. Метод направлен на постоянное поддержание интереса среди детей к предмету и служит положительной мотивацией к успеху любого ученика, независимо от его предрасположенности к обучению.

Процесс объяснения материала делится на несколько этапов таким образом, чтобы охватить все условные типы школьников и позволить каждому ребенку усвоить материал на максимальном уровне его возможностей. Каждый из этапов нацелен на конкретную группу учеников, которые в совокупности составляют весь класс.

За время прохождения учебной практики в школе № 26 (7 А) на уроках применили элементы дифференцированного обучения, что позволило добиться следующих результатов: повышение интереса к предмету среди учеников; повышение уровня познавательного интереса учащихся; улучшение результатов в учебе; достигнут высокий уровень активности и самостоятельности у школьников.

Дифференцированное обучение требует от учителя вдумчивой, кропотливой работы, творческой подготовки к урокам, хорошего знания своих учеников.

*Руководитель: к.э.н., доц. Еремина Е. В.*

## КРИПТОГРАФИЯ В МАТЕМАТИКЕ

Климас А.В. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе показана возможность применения криптографии в математике. Криптография — наука о шифрах, или способах преобразования информации, позволяющих скрывать её содержание от посторонних. Защита данных с помощью шифрования — одно из возможных решений проблемы конфиденциальности информации. Зашифрованные сообщения становятся открытыми и доступными только тем, у кого есть ключ.

В последние десятилетия в криптографии стали появляться шифры, стойкость которых обосновывается сложностью решения чисто математических задач: разложения больших чисел на множители, решения показательных сравнений в целых числах и других. Стойкость шифров зависит также и от качества генераторов случайных чисел, порождающих ключи.

Методы и результаты различных разделов математики используются как при разработке шифров, так и при их исследованиях, в частности, при поиске методов вскрытия шифров. Шифр можно считать стойким, пока при его исследовании не выявляются особенности, которые потенциально можно использовать для вскрытия шифра.

Рассмотрим некоторые математические методы и вычисления, которые неразрывно связаны с криптографическими методами:

1. арифметика остатков или вычетов;
2. метод частотного анализа символов;
3. матричный способ кодирования;
4. шифр Цезаря;
5. стенография или метод Френсиса Бэкона

Криптография - это один из основных инструментов, обеспечивающих конфиденциальность, доверие, авторизацию, корпоративную безопасность и бесчисленное множество других важных вещей. Практическое применение криптографии стало неотъемлемой частью жизни современного общества — её используют в таких отраслях как электронная коммерция, электронный документооборот (включая цифровые подписи), телекоммуникации и других.

Литература:

1. Душкин, Р. Шифры и квесты: таинственные истории в логических загадках. — м.: Издательство АСТ, 2017–288с.

*Руководитель: старший преподаватель Митрофанова А.А.*

## ТРАНСЦЕНДЕНТНЫЕ КРИВЫЕ

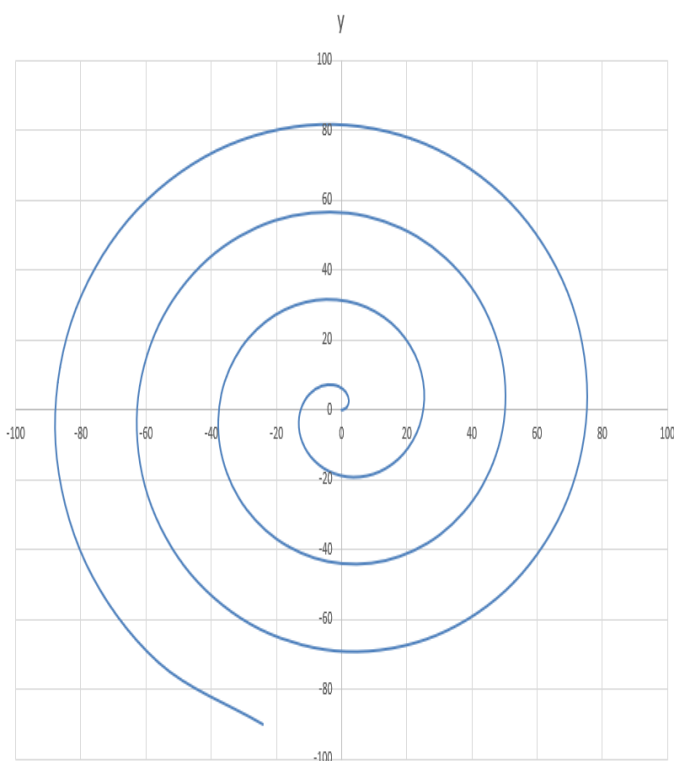
Красавин Е.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Закономерные кривые линии делятся на алгебраические, определяемые алгебраическими уравнениями (эллипс, парабола, гипербола и др.), и трансцендентные, определяемые трансцендентными уравнениями (синусоида, циклоида, спираль Архимеда и др.). При изучении математики в школе и в университете трансцендентным кривым уделяется меньше времени, чем алгебраическим.

Трансцендентная кривая — это геометрическая кривая, которая не может быть описана с помощью конечного числа алгебраических уравнений с постоянными коэффициентами. То есть, ее уравнение не может быть записано с использованием только арифметических операций и алгебраических функций, таких как степенные функции, тригонометрические функции и др. Трансцендентные кривые в отличие от алгебраических могут иметь бесконечно много точек пересечения с прямой, точек перегиба, вершин.

Рассмотрим спираль Архимеда. Открытие кривой приписывается Конону Самосскому, ученику Архимеда. Это геометрическая фигура,



представляющая собой плоскую спираль, которая равномерно расширяется от центра. Она описывается уравнением в полярных координатах  $r = a\theta$ , где  $r$  - расстояние от центра до точки на спирали,  $\theta$  - угол между радиус-вектором и начальной прямой,  $a$  — положительное число.

На рисунке представлен график спирали Архимеда при  $a=4$ .

Трансцендентные кривые представляют собой важный класс геометрических кривых и имеют широкое применение в различных областях, таких как математика, физика, инженерия и дизайн.

*Руководитель: ст.пр. Бумагина А.Н*



# ИНТЕГРИРОВАНИЕ БИНОМИАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ

Кротов К.А, Минченко В.М (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Во многих вопросах науки и техники нужно умение интегрирования различных функций. Программе первого курса посвящен целый раздел, связанный с определенным и неопределенным интегралом. Проходя данный раздел, мы заинтересовались случаями интегрирования биномиальных функций.

Биномиальный дифференциал, или дифференциальный бином, – это дифференциал вида:

$x^m(a + bx^n)^p$ , где  $a, b$ -действительные числа( $\mathbb{R}$ ), а  $m, p, n$  - рациональные числа( $\mathbb{Q}$ ).

В свою очередь  $\int x^m (a + bx^n)^p$  называется интегралом биномиальных функций.

Так, например,  $x^{\frac{3}{4}}(x^{\frac{1}{4}} + 1)^2$  будет биномиальным дифференциалом. Найдем его интеграл  $m=\frac{3}{4}, n=\frac{1}{4}, p=2$  ( $p$  - целое число)

$$x^{\frac{1}{4}}=t, \text{ откуда } x=t^4; dx=4t^3 dt, x^{\frac{3}{4}} = (t^4)^{\frac{3}{4}} = t^3$$

$$\frac{m+1}{n} = \frac{\frac{3}{4}+1}{\frac{1}{4}} = 7 \in \mathbb{Z}, \text{ отсюда заданный интеграл равен}$$

$$\int x^{\frac{3}{4}} \left(x^{\frac{1}{4}} + 1\right)^2 dx = \int 4t^3 (t + 1)^2 t^3 dt = 4 \int t^6 (t^2 + 2t + 1) dt = 4 \int (t^8 + 2t^7 + t^6) dt = 4 \frac{t^9}{9} + t^8 + 4 \frac{t^7}{7} = \frac{4}{9} x^{2,25} + x^2 + \frac{4}{7} x^{1,75} + C$$

Литература:

1) Фихтенгольц Г.М. Интегрирование биномиальных дифференциалов / Г.М.Фихтенгольц // Курс дифференциального и интегрального исчисления. – 1948. – том II. – С. 51-56.

*Руководитель: Бумагина А.Н*

## ЗАДАЧА О ПРОГРЕВЕ СТЕНКИ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА С ПОЗИЦИЙ СИСТЕМНО-СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

Варакин И.Е., Курнаев И.М. (аспиранты, 1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Превращение солнечной энергии в тепловую в солнечных коллекторах является перспективным направлением ее использования. Для создания и оптимальной работы солнечных коллекторов требуются научно обоснованные методы расчета теплообмена в них. С целью построения адекватной математической модели транспорта тепла в коллекторе, включающей идентификацию неизвестных теплофизических параметров, необходимо привлечь современные методы системно-структурного анализа.

На первом этапе рассмотрели случай, когда расход теплоносителя не изменяется. Показано, что основной задачей здесь является задача о прогреве стенки коллектора. Представили физическую модель процесса, допустив ряд ограничений. Стенка коллектора имеет достаточно малую толщину и ее можно представить как бесконечную пластину с постоянной начальной температурой. Температура внешней среды постоянная. На панель коллектора падает поток солнечной энергии. Плотность лучистой энергии постоянна. Эти условия можно считать выполненными на малом интервале времени. Расчетное время разбивали при этом на такие малые временные интервалы. Изменяющиеся во времени параметры процесса, например, плотность потока солнечной энергии, коэффициенты теплоотдачи жидкой и газовой фаз и т.д., можно аппроксимировать кусочно-постоянными функциями, считая их на данном интервале постоянными, но меняющимися при переходе на следующий временной интервал.

Считали, что поглощение стенкой лучистой энергии происходит по закону Бугера. Между ограничивающими поверхностями стенки и соответственно окружающей средой, и жидкостью в коллекторе происходит конвективный теплообмен. Требовалось найти распределение температуры по толщине пластины и по времени. Ранее получено аналитического решения данной задачи с использованием операционного метода. В данной работе применили системно-структурный подход к анализу теплообмена в коллекторе. Построили структурную схему решения данной задачи. Составленная таким образом схема представляет собой визуализацию взаимодействия и преобразования тепловых потоков, как на границе, так и внутри тела, являясь, по своей сути, информативной математической моделью. На основании построенной структурной модели можно строить схемы идентификации теплофизических параметров.

*Руководитель: д.ф.-м.н., профессор Зуева Г.А.*

## ПОСТРОЕНИЕ МНОЖЕСТВА МАНДЕЛЬБРОТА С ПОМОЩЬЮ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

Лобанов Д.Е. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

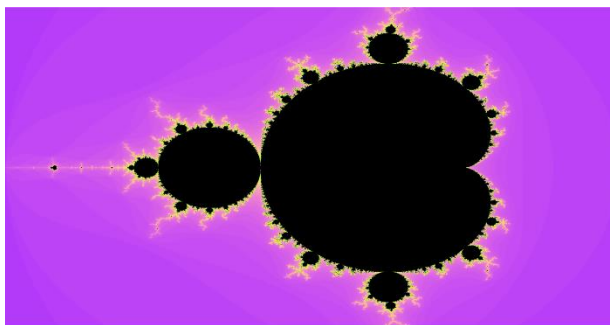
Визуализацией множества Мандельброта является фрактал Мандельброта. Первым описал множество Пьер Фату в 1905 году, а первым, кто визуализировал его на компьютере, стал Бенуа Мандельброт. Множеством Мандельброта является множество таких  $c$  ( $c$  – комплексное число), что  $z_{n+1}=z_n+c$  при  $z_0=0$  задаёт ограниченную последовательность. Если переформулировать эти выражения в виде итеративной последовательности значений координат комплексной плоскости ( $x$ ,  $y$ ), получим:  $x_{n+1}=x_n^2-y_n^2+x_0$ ,  $y_{n+1}=2x_ny_n+y_0$ . Как только  $|z_n|>2$ , все последующие модули последовательности будут стремиться к бесконечности. При  $|c| > 2$  точка  $c$  заведомо не принадлежит множеству Мандельброта, что можно вывести методом математической индукции.

Для начала построения множества необходимо перевести координаты пикселей из оконной системы координат (начало координат в левом верхнем углу изображения, ось абсцисс направлена вправо, ординат – вниз). Сделать это можно с помощью формул:  $x=x_p/⟨\text{Ширина изображения}⟩*3-2$ ,  $y=y_p/⟨\text{Высота изображения}⟩*2-1$ ,  $x_p$  и  $y_p$  – координаты пикселя. После этого можно начинать построение. Точки, принадлежащие множеству, раскрасим в чёрный. Обычно множество представляют в его цветном варианте. Чтобы получить цветной вариант, будем для каждой не входящей в множество точки рассчитывать цвет по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \langle \text{Красная составляющая цвета} \rangle &= 255 * \sin(n/50 + 1)^2, \\ \langle \text{Зелёная составляющая цвета} \rangle &= 255 * \sin(n/50 + 0.5)^2, \\ \langle \text{Синяя составляющая цвета} \rangle &= 255 * \sin(n/50 + 1.7)^2, \end{aligned}$$

где  $n$  – номер итерации, на которой  $|z|>2$ .

Таким образом, мы имеем алгоритм для построения цветного варианта множества Мандельброта на ПК. Изменяя числовые коэффициенты в формуле перехода от оконной системы координат к комплексной, мы можем приближать фрактал в различных точках координатной плоскости.



*Руководитель: к.т.н., Лысова М.А.*

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА С ПОМОЩЬЮ УРАВНЕНИЯ ГЕНДЕРСОНА

Лучшев А.В. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

При анализе табличных или точечных экспериментальных данных методами математической статистики возникает необходимость в получении наиболее точного описания в виде их функциональной зависимости. Эти данные имеют погрешности, которые могут быть вызваны несовершенством измерительных приборов, случайным человеческим факторам. Одним из таких методов является метод наименьших квадратов, который учитывает ошибки измерений и позволяет построить график, близко проходящий через заданные точки. Причем выбирают такой вид аппроксимирующей функции, чтобы она наилучшим образом отражала связь между экспериментальными данными и позволяла через точки провести график регрессии, который как можно меньше бы отклонялся от экспериментальных точек.

В данной работе использовали экспериментальные данные по фазовому концентрационному равновесию при сушке коллоидного капиллярно-пористого материала (гороха) при температурах 30°C, 40°C, 50°C, полученные эксикаторным методом. Требовалось, используя уравнение Гендерсона, описывающее изотермы десорбции влаги, определить зависимость  $u_p = f(\varphi)$

Уравнение Гендерсона имеет вид:

$$u_p = \left(-\frac{a}{T} \cdot \ln(1 - \varphi)\right)^b \quad (1),$$

где  $u_p$  - равновесное влагосодержание гороха, %;  $T$  - температура, °C;  $\varphi$  - относительная влажность воздуха, доли;  $a, b$  - коэффициенты уравнения.

Для этого, прологарифмировав правую и левую часть уравнения, записали его в виде

$$\ln u_p = b \ln\left(\frac{a}{T}\right) + b \ln(-\ln(1 - \varphi)) = A + b \ln(-\ln(1 - \varphi)), \quad (2),$$

где  $A = b \ln\left(\frac{a}{T}\right)$ . Уравнение (2) при  $T = \text{const}$  выражает линейную зависимость между величинами  $\ln(-\ln(1 - \varphi))$  и  $\ln u_p$ . С помощью метода наименьших квадратов для указанных значений температур определили параметры  $a$  и  $b$ .

*Руководитель: д.ф.-м.н., проф. Зуева Г.А.*

# ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ: ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Моисеев Л.Е. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Математическая физика – это теория математических моделей, которые описывают физические явления (нагрев, изменение концентрации и т.д.). Она связана с физикой, так как описывает конкретные явления, а методы исследования являются математическими. Постановка задач математической физики заключается в построении математических моделей, описывающих основные закономерности физических явлений, такая постановка состоит в выводе уравнений (дифференциальных, интегральных и т.д.), которым удовлетворяют характерные величины физических процессов. Многие задачи механики и физики приводят к исследованию дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка для функций двух переменных. К основным уравнениям математической физики относят:

1) волновое уравнение:  $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$ , где  $c$  – скорость распространения волны в данной среде. Данное уравнение описывает процессы поперечных колебаний струны.

2) уравнение теплопроводности:  $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right)$ , где  $a$  – коэффициент температуропроводности. Оно описывает процессы распространения тепла в изотропном теле.

3) уравнение Пуассона:  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = -f(x, y, z)$ , где  $f(x, y, z)$  – заданная функция (источник теплоты). К данному уравнению приходят, например, при рассмотрении установившегося теплового состояния в однородном изотропном теле. При отсутствии источника теплоты ( $f = 0$ ) приходим к уравнению Лапласа:  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$ .

Каждое из уравнений имеет бесконечное множество решений, но при решении конкретной задачи необходимо то, которое удовлетворяет дополнительным условиям. Таким образом, задачи математической физики состоят в отыскании решений уравнений в частных производных удовлетворяющим дополнительным условиям: 1) граничным условиям, которые заданы на границе рассматриваемой среды; 2) начальным условиям, относящимся к моменту времени, с которого изучают процесс. Математическая задача, которая описывает физическое явление должна удовлетворять следующим требованиям: 1) решение должно существовать; 2) решение должно быть единственным; 3) решение должно быть устойчивым. Задача, удовлетворяющая всем трем требованиям, называется корректно поставленной задачей. Рассмотрены примеры прикладных задач.

*Руководитель: д.ф.-м.н., проф. Зуева Г.А.*

## МАТЕМАТИКА И СПОРТ

Морозов М.П., Силин А.М. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе рассматривается взаимосвязь спорта и математики. Математика – это наука, которая изучает величины, количественные отношения и пространственные формы. Любой вид соревнований на скорость подразумевают подсчет результата в часах, минутах, секундах.

Современные математики объединяют очень разные сферы знаний в единой системе. Есть несколько очень серьёзных научно-исследовательских журналов, которые целиком посвящены анализу спортивной информации. Ежегодно устраиваются международные конференции, одна из наиболее заметных MathSport International Conference.

Каждый год в спорте расширяется сфера применения математических методов. Этот процесс сильно обусловлен быстрым накоплением данных и развитием компьютерных технологий. Математические методы позволяют достоверно оценить потенциал спортсмена, подобрать наиболее выигрышную тактику конкурса, прогнозировать результат. Математическая модель помогает создать план тренировки и изменить процесс тренировки, чтобы добиться высоких результатов в спорте.

В современном спорте анализируются графики различных зависимостей, выводятся математические формулы, проводится математическая обработка данных.

Использование моделей математического моделирования позволяет избегать ошибок, позволяет провести эксперименты не с самим спортсменом, а с его моделью математического моделирования, рассчитывая самые приемлемые для тренировок режимы и восстановление. При этом спортивный результат закономерно растет, снижает риск перетренировки и травм спортивного характера. Таким образом, решаются задачи о сохранении здоровья спортсмена и спортивном долголетии.

Специалисты спортивной науки – тренеры, врачи, физиологи, биохимики, психологи говорят о том, что математические методы – это уникальный и сильный инструмент исследования организма человека в адаптации к нагрузкам тренировки, инструмент анализа процессов тренировки и прогнозирования спортивных результатов.

*Руководитель: старший преподаватель Митрофанова А.А.*

# ИНТЕРПОЛЯЦИЯ НА ОСНОВЕ КУБИЧЕСКИХ СПЛАЙНОВ

Русина В.В. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

Метод сплайн - функции в настоящее время являются основным аппаратом автоматизированного геометрического проектирования при описании сложных кривых и поверхностей. Такие методы являются чрезвычайно полезным аппаратом при решении ряда важных прикладных задач. В частности, такие методы не только традиционно используются при проектировании самолётных поверхностей, корпусов судов, кузовов автомобилей, лопастей гидротурбин, сложных деталей двигателей, но и находят применение при описании геологических, физических и биологических явлений.

Кубические сплайны - специальным образом построенные многочлены третьей степени. Они представляют собой некоторую математическую модель гибкого тонкого стержня из упругого материала. Если закрепить его в двух соседних узлах интерполяции с заданными углами наклонов, то между точками закрепления этот стержень (механический сплайн) примет некоторую форму, минимизирующую его потенциальную энергию.

Пусть форма этого стержня определяется функцией:  $y = S(x)$ . Из курса сопротивления материалов известно, что уравнение свободного равновесия имеет вид:  $S^{(4)} = 0$ . Отсюда следует, что между каждой парой соседних узлов интерполяции функция  $S(x)$  является многочленом третьей степени:

$$S(x) = a_i + b_i(x - x_{i-1}) + c_i(x - x_{i-1})^2 + d_i(x - x_{i-1})^3, \quad x_{i-1} \leq x \leq x_i$$

Для определения коэффициентов  $a_i, b_i, c_i, d_i$  на всех  $n$  элементарных отрезках используем условие прохождения графика функции  $S(x)$  через заданные точки и из условия непрерывности первых и вторых производных в узлах интерполяции, т.е. условия гладкости кривой во всех точках.

К важным достоинствам интерполяции кубическими сплайнами относится получение функции, имеющей минимальную возможную кривизну. К недостаткам сплайновой функции относится необходимость получения сравнительно большого числа параметров.

## Литература

Стечкин С.Б., Субботин Ю.Н. Сплайны в вычислительной математике, М.: Наука, 1976. – 248 с.

*Руководитель: ст. преп. Кулакова С.В.*

## КАК МАТЕМАТИКА ПОМОГАЕТ ПОБЕЖДАТЬ В ИГРАХ

Рыжик Д., Румянцев М.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Киберспорт – быстро набирающая обороты дисциплина. Всё больше людей начинают погружаться в игры из спортивного и личного интереса, а правильное использование математики стало неотъемлемой частью победы. В качестве примера игры, где математика влияет на победу, приведем Dota2.

Dota2 – командная игра, где два состава из пяти человек стараются набрать преимущество и разрушить базу противника. Отличается дота от остальных игр тем, что в ней большую долю победы составляет умение людей зарабатывать и рационально тратить игровые деньги.

Один из аспектов – это заработок денег. В игре есть так называемые крипы (существа, за убийство которых персонаж получает немного монет, которые называются голдой). Все крипы делятся на лайновых, и лесных (первые ходят по карте, а вторые стоят на месте в лесу). И вот у игрока появилась минута свободного времени, в которую он собирается заработать так много денег, как только возможно. Он обладает следующей информацией – на данном этапе игры за убийство отряда лайновых крипов он получит 300 монет, далее он планирует побежать через лес к другим лайновым крипам, по пути уничтожая отряды лесных крипов. Цена уже разнится гораздо сильнее, есть отряды, которые дают 50 голды, а есть, которые дают 250. Несмотря на то, что игрок может уничтожить все лесные отряды, он решает пропустить дешевых крипов, потому что ему выгоднее не тратить время на лишние движения, уничтожение лагеря, а вложить его в более быстрый подход к лайновым крипам. Также не забываем, что при перемещении между лагерями лесных крипов игрок выбирает наиболее короткий маршрут, ведь все это выигрывает ему лишние секунды, а впоследствии деньги. Этот пример – упрощенная интерпретация мышления дотера, основывающегося на математике. Для упрощения изложения мы упустили множество второстепенных факторов (лесные крипы могут появиться вновь, лайновые крипы могут погибнуть раньше, чем до них доберется игрок и т.д.)

Несомненно, математика помогает побеждать в играх, конкретный пример мы рассмотрели в игре Dota2. Отсюда вытекает и следующее заключение – математика неотъемлемая часть жизни. Казалось бы, зачем обычному игроку знать ее? Но даже при использовании несложных алгоритмов, подсчетов и экспериментах можно увеличить свои шансы на победу в несколько раз.

*Руководитель: к.т.н., Лысова М.А.*



# РЕШЕНИЕ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ НЬЮТОНА

Стаканова В.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Системы нелинейных уравнений используются при изучении нелинейных волновых процессов, например, для анализа поведения морских волн при подходе к берегу или в узкостях, при изучении цунами.

Цель работы – сформулировать алгоритм вычислений, рассмотреть пример решения системы нелинейных уравнений методом Ньютона.

Метод Ньютона решения систем нелинейных уравнений является обобщением метода Ньютона решения нелинейных уравнений, который основан на идее линеаризации.

В основе метода Ньютона для решения системы нелинейных уравнений лежит использование разложения функций:

$$F_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0, \quad \text{где } i = 1, 2, \dots, n$$

в окрестности точки  $X^0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$  в ряд Тейлора:

$$F_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \cong F_i(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) + \frac{\partial F_i}{\partial x_1}(x_1 - x_1^0) + \dots + \frac{\partial F_i}{\partial x_n}(x_n - x_n^0).$$

Формулы последовательности приближений решения:

$$X^{k+1} = (x_1^{k+1}, x_2^{k+1}, \dots, x_n^{k+1}), \quad k = 0, 1, 2, \dots,$$

$$\text{где } x_1^{k+1} = x_1^k + \Delta x_1^k, \dots, x_n^{k+1} = x_n^k + \Delta x_n^k,$$

$\Delta x_i^k, \quad i = 1, 2, \dots, n$  являются решением системы

$$\frac{\partial F_i}{\partial x_1} \Delta x_1^k + \dots + \frac{\partial F_i}{\partial x_n^k} \Delta x_n^k = -F_i(x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Проверим условие:  $\max |\Delta x_i^k| \leq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, n,$

где  $\varepsilon$  наперед заданная точность вычислений. Если это условие выполняется, то заканчиваем вычисления, выбрав за приближенное решение системы приближение  $X^{k+1} = (x_1^{k+1}, x_2^{k+1}, \dots, x_n^{k+1})$ .

Литература

Тыртышников Е. Е. "Методы численного анализа" — М., Академия, 2007. - 320 с.

*Руководитель: ст. преп. Кулакова С.В.*

# СРАВНЕНИЯ МЕТОДОВ АППРОКСИМАЦИИ ГРАФИКА ДИНАМИКИ КИТАЙСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА ЗА 2022 ГОД

Сироткина А.С., Суворова В.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе представлен анализ методов аппроксимации графика китайского фондового рынка.

Аппроксимацией (приближением) функции  $f(x)$  называется нахождение такой функции (аппроксимирующей функции)  $g(x)$ , которая была бы близка заданной. Критерии близости функций могут быть различные. В случае если приближение строится на дискретном наборе точек, аппроксимацию называют точечной или дискретной.

Аппроксимация позволяет исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта, сводя задачу к изучению более простых или более удобных объектов (например, таких, характеристики которых легко вычисляются или свойства которых уже известны).

Существует несколько методов аппроксимации данных. Мы рассмотрим основные из них, на основании которых можно сгладить значения графика: интерполяция рядом Фурье, сплайны, степенные полиномы, метод наименьших квадратов. Каждый из методов является по-своему практичным при разнообразии рассматриваемых графиков. Однако в данной работе предложен вариант приоритета метода ряда Фурье над остальными. За основу главным объектом при проведении математического анализа был взят динамичный график вложений в китайский фондовый рынок за период 01.04.2021-02.04.2022 (при анализе рынка удобно взять этот вариант, ведь резонно на основании него построить прогноз на текущий год). Эти данные являются наиболее подходящими для проведения расчетов, так как значения находятся абсолютно в разном диапазоне, на некоторых участках вызывая резонанс.



*Руководитель: к.т.н., Лысова М.А.*

# РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ АСПЕКТАХ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Хохлова Ю.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

Данная работа посвящена вопросам применения математики в химико-фармацевтической промышленности, использовании математики в области разработки и внедрения лекарственных средств, их производства и реализации в экономике предприятия, указана роль математики в этих аспектах.

Пример: расчет материального баланса процесса сульфохлорирования фенилуретана в производстве *n*-уретанбензолсульфохлорида, если в загрузке фенилуретана 391,6578 кг.

1) Т.к. конверсия не равна 1, то количество вступившего в реакцию фенилуретана:  $391,6578 \cdot 0,978 = 383,0413$  кг.

2) Находим  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  и т.д. по целевому продукту на основании балансового уравнения. Расчет ведется на чистое вещество.

$$m(HOSO_2CL) = x_1 = \frac{383,0413 \cdot 116,5}{151} = 295,5252 \text{ кг, и т.д.}$$

По регламенту хлорсульфоновая кислота берется в избытке к фенилуретану в мольном соотношении 5:5:1.

3) Составляем таблицу материального баланса:

Загружено, кг			Получено, кг		
Наименование веществ	Техническая форма	100%-ое исчисл-е	Наименование веществ	Техническая форма	100%-ое исчисл-е
А) Полупродукт, в т.ч.			А) Технический продукт, в т.ч.	2056,4417	
- фенилуретан	391,6578	391,6578	- <i>n</i> -уретан-бензолсульфохлорид		537,3372
Б) Сырьё, в т.ч.			- <i>n</i> -уретан-бензолсульфокислота		88,4825
- хлорсульфоновая кислота, в т.ч.	1678,7649	1661,9773	- фенилуретан не вступ.		8,6165
- чистая		16,7876	- хлорсульфоновая к-та не вступ.		1366,4521
- примеси			- примеси хлорсульфоновой к-ты		16,7876
			- H <sub>2</sub> O		38,7658
			Б) Отходы, в т.ч.	13,9810	
			- HCl		13,9810
<b>Итого</b>	<b>2070,4227</b>	<b>2070,4227</b>	<b>Итого</b>	<b>2070,4227</b>	<b>2070,4227</b>

## Литература

Пассет Б. В., Воробьева В. Я. Технология химико-фармацевтических препаратов и антибиотиков //М.: Медицина. – 1977. - 430 с.

*Руководитель: ст. преп. Кулакова С.В.*

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МУЗЫКИ: КАК ЧИСЛА И АЛГОРИТМЫ ВЛИЯЮТ НА ЗВУК?

Ширяева М.И. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Музыка – это звуковые волны, которые имеют определенную высоту, длительность и громкость. Она может быть описана с помощью математических пропорций и законов, что делает математику – неотъемлемой частью музыки. Одна из теорий, которая связывает музыку и математику, называется математической теорией музыки. Эта теория исследует отношения между звуками, которые мы слышим, и числами, которые мы используем для описания этих звуков. Математическая теория музыки утверждает, что музыка может быть описана с помощью математических пропорций и законов. Согласно этой теории, звуковые волны, которые мы слышим, могут быть представлены в виде синусоидальных функций, которые могут быть описаны с помощью математических уравнений.

Так, рассматривая составляющие музыки, можно четко выявить зависимость музыки от математических алгоритмов. Высота звука связана с его частотой, которая измеряется в герцах. Чем выше частота, тем выше звук. Например, октава — это интервал между двумя звуками, чьи частоты относятся как 2:1. Это означает, что звук, который находится на одной октаве выше другого звука, имеет в два раза большую частоту. Длительность звука также связана с математическими пропорциями. Например, музыкальная нота может иметь различную длительность, которая измеряется в долях от целой ноты. Две ноты, которые имеют длительность  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{1}{8}$ , соответственно, будут звучать в определенной математической пропорции. Ритмическая структура музыки также может быть описана с помощью математических алгоритмов и функций. Например, музыка может иметь определенный темп, который измеряется в ударах в минуту (уд/мин). Чтобы создать музыку с определенным темпом, нужно использовать математические алгоритмы.

Современные технологии позволяют использовать математические алгоритмы и функции для создания, обработки и анализа звука. Один из примеров— цифровых синтезаторов. Цифровые синтезаторы используют математические функции для создания звуковых волн. Например, алгоритм Фурье используется для разложения сложного звука на его составляющие гармоники. Эти гармоники затем могут быть использованы для создания новых звуковых волн с помощью математических функций. Также, математические алгоритмы используются для анализа и классификации звуков.

*Руководитель: к.т.н., Лысова М.А.*

**Секция 16. Компьютерное моделирование,  
оптимизация и управление технологическими  
процессами**

# СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ САУ ПРОЦЕССОМ ДЕАЭРАЦИИ

Андреенков А.А. (1 курс магистратуры)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Исходя из назначения и цели функционирования деаэратора выбраны регулируемые переменные: уровень жидкости в баке  $h$  и давление пара в колонке  $P$ .

Анализ математической модели с учётом практической реализации позволил выбрать регулирующие воздействия:  $L_{\text{вх}}$ ,  $G_{\text{вх}}$  – расход воды и пара, подающихся в колонку деаэратора. Концентрация кислорода не регулируется в связи с отсутствием возможности измерения.

Среди основных контролируемых возмущений можно выделить следующие: расход воды на выходе из бака-аккумулятора, расход поступающей в колонку воды и её температура. Соответствующие каналы возмущений:  $L_{\text{вых}}^{\delta} \rightarrow h$ ,  $L_{\text{вх}}, t_{\text{вх}} \rightarrow P$ .

Кроме САР по отклонению возможно применить комбинированную САР, учитывающую контролируемые возмущения.

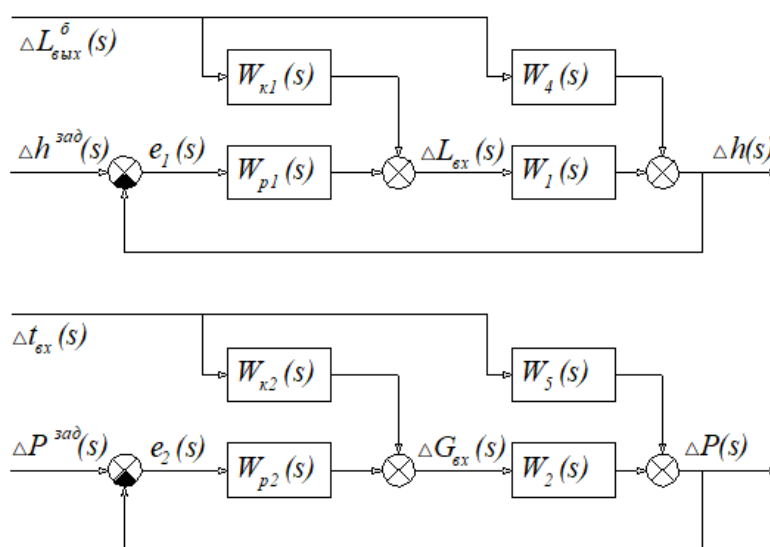


Рисунок 1 – Структура комбинированной САР

$W_{p1}$  и  $W_{p2}$  – передаточные функции ПИ-регуляторов.  $W_{\kappa i}$  – передаточные функции компенсаторов возмущений.  $W_i$  – передаточные функции объекта по соответствующим каналам.

$$W_{p1}(s) = \frac{K_{p1}(T_{u1}s + 1)}{T_{u1}s} \quad W_{p2}(s) = \frac{K_{p2}(T_{u2}s + 1)}{T_{u2}s}$$

Руководитель: д.т.н., проф. Лабутин А.Н.

# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДЕАЭРАЦИИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА

Андреев А.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В производстве аммиака в большом количестве производится и используется пар. Для защиты оборудования от коррозии осуществляется деаэрация питательной воды с целью удаления из неё кислорода и углекислоты. Деаэрационная установка представляет собой теплообменный аппарат, состоящий из колонки и бака-аккумулятора. Поток воды подается в колонку сверху и распыляется. Пар низкого давления - в нижнюю часть колонки. Жидкость стекает по поверхности насадки и контактирует с паром, протекает интенсивный процесс десорбции.

Практически кипящая вода поступает в бак-аккумулятор, где реализуется химический способ деаэрации путём подачи химического реагента.

Математическая модель процессов теплообмена, происходящих в колонке, представлена ниже.

$$c_m \frac{d(M_{ж}t)}{d\tau} = c_m L_{вх} t_{вх} + W_{\kappa} r + c_m W_{\kappa} t_n - c_m L_{вых} t$$

$$t_n = 91,6 + 0,143P$$

$$\frac{dP}{d\tau} = \frac{RT_n}{V_n} (G_{вх} - W_{\kappa} - G_{вых})$$

$$\frac{d(M_{ж}C_{ж})}{d\tau} = L_{вх}C_{вх} - L_{вых}C_{ж} - N_{\kappa}$$

$$\frac{d(M_n C_n)}{d\tau} = N_{\kappa} - G_{вых}C_n$$

где  $W_{\kappa} = \frac{K_t F}{r} \frac{\Delta t_{cp}^0}{(t_n^0 - t^0)} (t_n - t)$  и  $N_{\kappa} = K_c F \frac{\Delta C_{cp}^0}{(C_{ж}^0 - C^{*0})} (C_{ж} - C^*)$  - поток

конденсирующегося на поверхности жидкости пара и поток десорбированного кислорода соответственно;  $M_{ж}$ ,  $M_n$  – масса жидкости и пара в колонке;  $t_n$ ,  $t$  – температура пара и жидкости,  $P$  – давление паровой фазы;  $C_{ж}$  и  $C_n$  – концентрация кислорода в воде и паре соответственно.

В выражениях для  $W_{\kappa}$  и  $N_{\kappa}$  использованы значения среднелогарифмической движущей силы процессов, учитывающие пространственную распределенность технологических параметров.

Математическая модель бака наряду с процессом массообмена учитывает химическое взаимодействие кислорода с поглотителем.

Разработанные ММ позволяют исследовать процесс деаэрации как объект управления и сформировать рекомендации по синтезу САР.

*Руководитель: д.т.н., проф. Лабутин А.Н.*

# РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧАСТКОМ ДЕАЭРАЦИИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ

Андреенков А.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе представлена разработка фрагмента автоматизированной системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления участком деаэрации питательной воды. Деаэрационная установка предназначена для удаления коррозионно-активных газов (кислород, углекислый газ) из питательной воды.

Параметрами, подлежащими управлению, являются уровень воды и давление пара в деаэраторе. Контролю подлежат такие параметры как расходы пара и деаэрированной воды, давление и температура в аппарате и трубопроводах, уровень в деаэраторе, а также качественные показатели воды: проводимость, кислотность и концентрация кислорода в воде.

Работа выполнена с использованием современной объектно-ориентированной SCADA-системы MasterSCADA, разработанной компанией InSAT.

В работе создана структура АСУТП, построено дерево объектов, дерево системы, в котором настроено подключение к OPC-серверу для связи с объектом. Созданы мнемосхемы, на которых размещены: участок деаэрации питательной воды (рис. 1), тренды, насосы. Реализована динамизация уровня жидкости в деаэраторе. Предусмотрена система алармов. Составлено руководство пользователя.

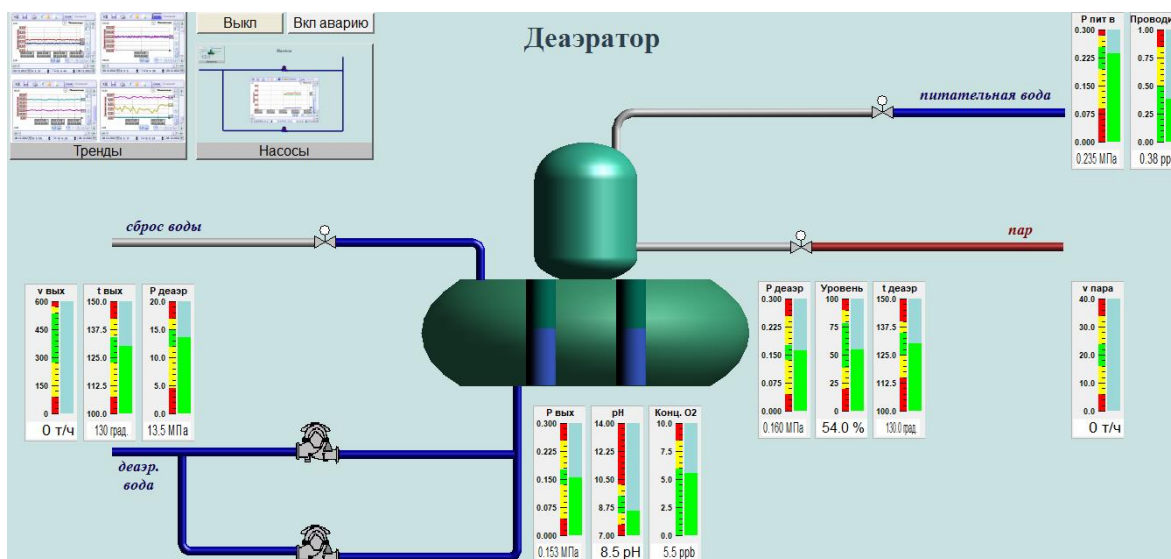


Рисунок 1 – Вид мнемосхемы участка деаэрации

*Руководитель: к.т.н., доц. Грименицкий П.Н.*



## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОКИСЛЕНИЯ АММИАКА**

Балакирев В.Н. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Технический прогресс в различных отраслях промышленности невозможен без средств диагностики и автоматического управления им. Благодаря автоматизации процессов повышается производительность труда, растет качество производимой продукции, а влияние человеческого фактора стремится к нулю.

Цель работы - автоматизация участка окисления аммиака. Рассматриваемый участок состоит из: смесителя, фильтра, контактного аппарата и котла-утилизатора.

Проанализировав участок окисления аммиака с точки зрения автоматизации и управления: были подмечены основные особенности объекта, определены параметры, которые нужно отслеживать и регулировать, а также были обозначены действия, которые необходимо выполнять при возникновении предаварийной и аварийной ситуациях.

В работе предложена трёхуровневая структура комплекса технических средств АСУ ТП. Нижний уровень – датчики и исполнительные механизмы, средний уровень состоит из контроллерной техники, а на верхнем уровне располагается АРМ оператора. При выборе датчиков, регулирующих механизмов и микропроцессорного контроллера учтены принятые решения на схожих производствах.

Для участка окисления аммиака были разработаны следующие схемы: автоматизации, электропитания, соединения внешних проводок, пневмоподключения, подключения датчиков и исполнительных механизмов к модулям ввода/вывода контроллера. К схемам имеются спецификации, составлена карта заказа контроллерной техники.

Благодаря введению предложенных решений технологический процесс окисления аммиака станет более эффективным, а шанс появления аварий на производстве снизится.

*Руководитель: к.т.н., Алексеев Е.А.*

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ГРАНУЛЯЦИИ И СУШКИ АММОФОСА

Беспалов Д. В. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Гранулирование и сушка аммофоса осуществляется в аппарате БГС – барабанный гранулятор-сушилка, принцип работы которого заключается в том, что аммонизированная пульпа посредством форсунки диспергируется во вращающийся барабан на завесу сухого продукта.

Данная работа посвящена разработке фрагмента АСУ процессами 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 фирмы InSAT – MasterSCADA.

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.

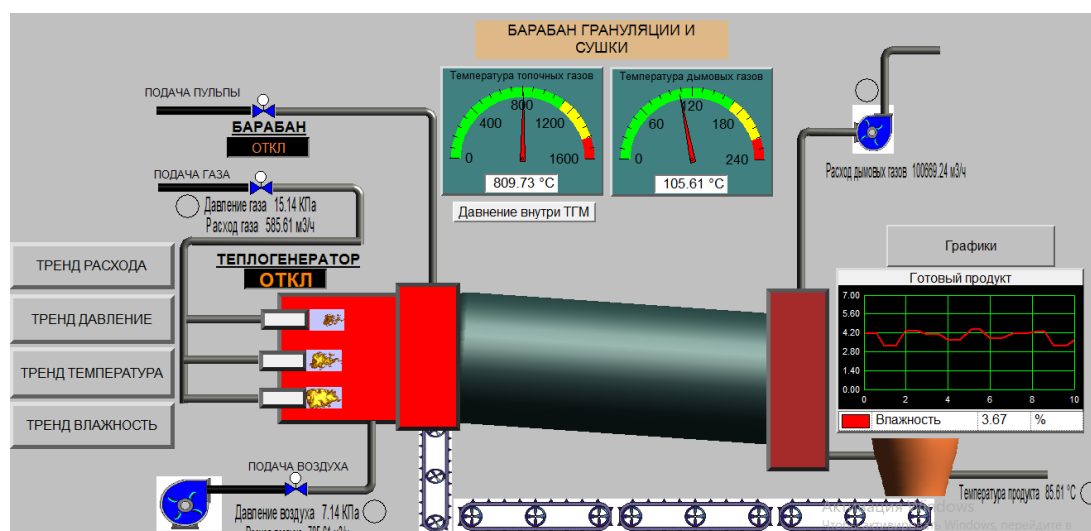


Рис. 1. Мнемосхема процессов грануляции и сушки аммофоса

*Руководитель: к. т. н., доц. Грименицкий П. Н.*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАСКАДОМ АППАРАТОВ ЕМКОСТНОГО ТИПА**

Бобров Д.А., Котов А.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Данная работа посвящена исследованию технологического процесса, представляющего собой последовательное соединение двух аппаратов: емкостного типа: смесителя со свободным истечением и теплообменника с паровой рубашкой. Назначение и цель функционирования процесса заключается в получении раствора заданной концентрации и температуры.

Разработана математическая модель технологического процесса в предположении существования в аппаратах гидродинамического режима идеального смешения. В рубашку теплообменника подается насыщенный пар, учитывается теплоаккумулирующая способность стенки.

Исследованы статические и динамические свойства объектов, выбраны управляющие воздействия, сформулированы основные задачи системы управления.

На втором этапе исследований была разработана система автоматизации и управления каскадом емкостных аппаратов. Предложены следующие решения: поддержание заданного значения концентрации в смесителе осуществлять путем реализации САР по отклонению; регулирование температуры в теплообменнике осуществлять поддержанием САР соотношения расходов теплоносителя и входного потока смеси с коррекцией по температуре жидкости в аппарате; для стабилизации рабочих уровней в аппаратах применить одноконтурные САР по отклонению.

В соответствии с предложенными решениями, разработана структурная схема системы управления, проведен алгоритмический и параметрический синтез, составлена математическая модель системы управления в целом.

В качестве алгоритма регулирования предложен ПИ-закон, преимущество которого состоит в его быстродействии и отсутствии статической ошибки. Разработанная программа численного моделирования позволила исследовать систему управления каскадом емкостных аппаратов на свойство инвариантности к возмущениям и ковариантности с задающими воздействиями. Установлен факт работоспособности синтезированной системы управления.

*Руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г.В.*

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РАСЧЁТА РЕАКТОРНОЙ СИСТЕМЫ

Бодров А.А. (1 курс аспирантуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Реакторная система (РС) предназначена для проведения последовательно-параллельных реакций  $A+B \xrightarrow{k_1} P_1$ ,  $A+P_1 \xrightarrow{k_2} P_2$  и функционирует в условиях изменяющегося спроса на продукты реакции, что предполагает необходимость изменения селективностей по продуктам при заданной нагрузке на систему.

Структура реакторной системы, обеспечивающая возможность решения этой задачи, включает в себя реактор смешения (РИС), реактор вытеснения (РИВ) и предусматривает возможность последовательного и параллельно-последовательного включения аппаратов, а также организацию рециркуляционного потока промежуточного продукта  $P_1$  со стадии разделения на входы реакторов.

Для решения задач анализа и оптимизации РС необходима её математическая модель, включающая математическое описание элементов, уравнения связи между элементами и соотношения для вычисления показателей эффективности (степень превращения -  $X_A$ , селективность по продуктам -  $\sigma_{P1}$ ,  $\sigma_{P2}$ ).

Математические модели элементов (РИС и РИВ) представляют собой уравнения материального баланса по компонентам, записанные с учётом структуры гидродинамических потоков в реакторах; аппараты работают в изотермических условиях. По своей структуре модель динамики РИС – это система нелинейных обыкновенных диф. уравнений; модель РИВ – система нелинейных диф. уравнений в частных производных, учитывающих распределённость технологических параметров по длине аппарата.

Алгоритм расчёта РС, работающей в статическом режиме, предполагает последовательное выполнение следующих этапов:

- формирование массива исходных данных, включающих параметры входных потоков, рециркуляционного потока, физико-химические параметры, объёмы аппаратов и значения структурных параметров;
- расчёт РИС путём решения уравнений модели статики (система нелинейных алгебраических уравнений) относительно концентраций компонентов на выходе аппарата; вычисление показателей эффективности реактора –  $X_{A,ИС}$ ,  $\sigma_{P1,ИС}$ ,  $\sigma_{P2,ИС}$ ;
- определение граничных условий для решения уравнений модели статики РИВ (система обыкновенных дифференциальных уравнений) и определение концентраций компонентов на выходе аппарата, вычисление показателей эффективности РС -  $X_A$ ;  $\sigma_{P1}$ ,  $\sigma_{P2}$ .
- вывод результатов расчёта.

*Руководитель: проф., д.т.н. Лабутин А.Н.*

# АНАЛИЗ И ОПТИМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ РЕАКТОРНОЙ СИСТЕМЫ

Бодров А.А. (1 курс аспирантуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Структура реакторной системы (РС) для проведения последовательно-параллельных реакций задана: РС включает в себя реактор смешения (РИС), реактор вытеснения (РИВ) и предусматривает возможность последовательного и параллельно-последовательного включения аппаратов, а также организацию рециркуляционного потока промежуточного продукта  $P_1$  со стадии разделения на входы реакторов.

Задача анализа РС заключается в исследовании влияния структурных и конструктивных параметров ( $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $v_{\text{рец}}$ ,  $V_{\text{ИС}}$ ,  $V_{\text{ИВ}}$ ) на показатели эффективности системы ( $X_A$  и  $\sigma_{P_1}, \sigma_{P_2}$ ) при заданной нагрузке на РС и температуре проведения процесса путём проведения вычислительного эксперимента.

Результаты расчётов показывают, что при различных значениях объёмов аппаратов и величине рециркуляционного потока, увеличение байпасного потока реагента А, т.е. увеличение параметра  $\alpha$  приводит к увеличению  $\sigma_{P_1.\text{общ}}/\sigma_{P_2.\text{общ}}$ ; увеличение доли рециркуляционного потока продукта  $P_1$ , направляемой в РИВ, так же приводит к возрастанию отношения  $\sigma_{P_1.\text{общ}}/\sigma_{P_2.\text{общ}}$ . Указанные закономерности необходимо учитывать при оптимальном синтезе РС.

Содержательная формулировка задачи: определить значения режимно-технологических переменных, структуру системы и величины потоков между элементами, значения рециркуляционных потоков продуктов со стадии разделения, обеспечивающих экстремум некоторого критерия оптимальности при заданной мощности по переработке исходного «ведущего» реагента и полного превращения этого реагента. В качестве критерия оптимальности предлагается использовать величину:

$$R = b_1(1 - \sigma_{P_1}/\sigma_{P_1}^*)^2 + b_2(1 - \sigma_{P_2}/\sigma_{P_2}^*)^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

где:  $\sigma_{P_i}$ ,  $\sigma_{P_i}^*$ ,  $i=2$  – текущее и заданное значения селективности по  $i$  – ому продукту,  $b_i$  – весовой множитель, в качестве которого можно использовать цену соответствующего продукта.

Процедура оптимизации включает следующие этапы:

1. Определение  $V_{\text{ИС}}$ ,  $V_{\text{ИВ}}$ , обеспечивающих выполнение ограничений  $X_{A.\text{ИС}} \leq 85\%$ ,  $X_A = 100\%$  в заданном диапазоне изменения структурных параметров  $\alpha = [0 \div 0.15]$ ,  $\gamma = [0 \div 1]$  и рециркуляции потока  $v_{\text{рец}} = [0 \div 0.15]$ .

2. При определённых ранее значениях  $V_{\text{ИС}}^*$ ,  $V_{\text{ИВ}}^*$  вычисляются значения  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $v_{\text{рец}}$ , обеспечивающие оптимальное значение критерия  $R \rightarrow \min$ .

*Руководитель: проф., д.т.н. Лабутин А.Н.*

## **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ АДМИНИСТРАТОРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

Булатный В.Е. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время, администратор детского учебного центра сталкивается с необходимостью сокращения трудоемкости и времени обработки информации об учащихся, преподавателях, и о других составляющих образовательного процесса. В связи с этим появилась необходимость повысить эффективность обработки информации с возможностью предоставления отчетной и статистической информации о стоимости обучения, загруженности преподавателей, количестве учащихся и т. д.

Актуальность разработки базы данных и приложения для детского учебного центра обусловлена необходимостью хранения сведений об обучающихся, преподавателях и занятиях с возможностью просмотра, обработки и изменении этих данных.

Благодаря разработке базы данных и приложения для администратора детского учебного центра, управление центром становится более эффективным и удобным, что позволяет сэкономить время и ресурсы, а также повысить качество обучения.

*Руководитель: к.т.н., Князева Е.Я.*

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОЛОТЕННОГО МАТЕРИАЛА

Ваняйкин И.К. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Химический процесс отбеливания полотна является важной стадией текстильного производства. Данный процесс можно разделить на две части:

- физико-химические процессы, протекающие в ванне отбеливания;
- электромеханические процессы перемещения полотна ткани.

Процедура намотки-размотки работает за счёт механизмов, приводимых в движение электродвигателями. Электромеханические процессы подобного рода имеют широкое применение в промышленности и потребляют большое количество электроэнергии. Эффективное управления этими процессами позволяет снизить количество потребляемой электроэнергии и повысить качество производимой продукции.

Для создания системы управления требуется, во-первых, исследовать процесс намотки – размотки полотна. Одним из методов исследования является имитационное моделирование. Для проведения процедуры численного эксперимента создается математическая модель.

Математическая модель представляет собой систему уравнений в пространстве состояний. Так же этот вид математического описания легко интерпретировать в виде блок-диаграмм визуальных языков программирования систем компьютерной математики.

Язык функциональных блок-диаграмм входит в набор языков стандарта международной электротехнической комиссии всемирной торговой организации и используется для программирования современных контроллеров.

На данный момент сделана имитационная модель процесса отбеливания полотна в программном пакете Simulink, на базе ранее созданной математической модели.

Следующий этап исследования – проведение численных экспериментов. Эти эксперименты позволят провести структурный синтез системы управления.

*Руководитель: к.т.н., доц. Грименицкий П.Н*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ АБСОРБЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА**

Войнов Е.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Аммиак – один из важнейших продуктов химической промышленности. Он используется для ряда азотсодержащих соединений, азотной кислоты и минеральных удобрений (аммиачная селитра, карбамид, сложные удобрения).

Абсорбционная колонна представляет собой теплообменник, предназначенный для разделения газовых смесей, путем избирательного поглощения их отдельных компонентов жидким абсорбентом. В данном проекте в качестве контактного устройства используется неупорядоченная насадка – керамические седла «Инталокс».

В работе рассмотрены вопросы автоматизации процесса очистки конвертированного газа от диоксида углерода путем абсорбции раствором карбоната калия в производстве аммиака.

Процесс абсорбции исследован с точки зрения автоматизации и с учетом особенностей процесса (взрывопожароопасность производства, токсичность веществ, обращающихся на участке), приведены требования к разрабатываемой АСУТП, составлен перечень параметров контроля и управления.

Выбрана структура комплекса технических средств автоматизированной системы управления.

Предлагается вариант автоматизации технологического процесса на основе применения современной контроллерной техники и средств автоматизации. Основой для реализации АСУТП является микропроцессорный контроллер «SIMATIC S7 400». Разработан фрагмент автоматизированной системы сбора данных и оперативного диспетчерского управления абсорбером в программном пакете MasterSCADA.

Выполнена развернутая схема автоматизации абсорбционной колонны, позволяющая получать в оперативном режиме комплексную информацию о параметрах работы установки для последующего технологического и экономического анализа.

*Руководитель: к.т.н., доцент Головушкин Б.А.*



# СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЕМКОСТНЫМ АППАРАТОМ СМЕШЕНИЯ

Горошков И.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе поставлена задача управления емкостным смесителем со свободным истечением. На рис. 1 представлена принципиальная схема аппарата.

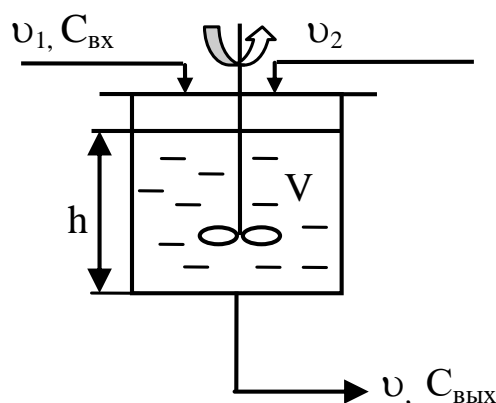


Рис.1. Схема аппарата

Назначением химико-технологического процесса является смешение двух потоков жидкости с различными концентрациями.

Цель функционирования объекта: получение раствора с заданным значением концентрации.

Анализ данного объекта заключается в проведении моделирования и исследовании смесителя как объекта управления. В результате произведена разработка математической модели объекта в виде дифференциальных уравнений, переменных состояния, в дискретном виде, определена переходная функция объекта по заданному динамическому каналу, рассчитаны коэффициенты передаточной функции.

Разработана концептуальная модель смесителя. В среде MathCad составлена программа для исследования таких свойств системы как инвариантность, ковариантность и грубость с целью установления факта работоспособности системы. Также рассчитаны параметры регуляторов.

Разработана схема автоматизации. Проведен выбор комплекса технических средств автоматизации.

*Руководитель: к.т.н., доц. Невиницын В.Ю.*

## РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО КУРСА ПО 3D МОДЕЛИРОВАНИЮ

Гудков Н.И. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время компьютерные технологии являются одной из быстро развивающихся отраслей. За последние десятилетия прогресс в этой области достиг внушительных размеров. Если раньше компьютеры и телефоны, какими мы знаем сейчас, являлись редкостью, фильмы снимались без спецэффектов, а игры и вовсе не представлялись в цифровом виде, то сейчас невозможно представить себе современные области производства, науки, культуры, спорта и экономики, где не применялись бы компьютеры. Одной из значимых областей компьютерных технологий является компьютерная графика, в частности ее раздел — трехмерная графика, или 3D-моделирование. Главная задача 3D-моделирования — это показать визуальное объемное представление какого-либо объекта: уже существующего или же только задуманного. Без моделирования тяжело представить нашу жизнь: архитектурная визуализация вылилась в специальное направление в жизни архитекторов; в медицине выделяются отдельные направления: точечная томография и конструирование и создание протезов.

Трехмерная графика также получила большое признание в кинематографе и компьютерных играх. И если раньше в фильмах частично и прибегали к 3D-моделированию, то сейчас выходят фильмы, в которых большая часть сделана с помощью компьютерной обработки, к примеру «Аватар», «Валериан и город тысячи планет», киноэпопея «Звездные войны», фильмы студии Марвел. В области мультфильмов трехмерная анимация вытесняет классическую двумерную — сейчас большая часть мультфильмов выполнена в технике 3D. Из последних мультфильмов можно привести в пример «Моана», «Суперсемейка 2», «Гринч», «Как приручить дракона». А игры из-за быстрого развития трехмерной графики по степени схожести с реальностью на данный момент практически не отстают. Также трехмерные модели очень широко используются на телевидении и в рекламе. Например, 3D-модели можно увидеть в рекламе сотового оператора Мегафон, в рекламе магазина М-Видео, в рекламах автомобилей, аптечных средств, продуктов питания, а также в заставках к телепередачам. Поэтому изучение процесса построения трехмерной графики и непосредственно моделирование объектов является актуальной темой для студентов, поскольку сфера применения 3D-моделей огромна.

*Руководитель: к.т.н., Князева Е.Я.*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ УПАРИВАНИЯ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ**

Евдокимов П.Е. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе рассмотрены вопросы автоматизации процесса упаривания нитратных растворов, а именно концентрирования раствора нитратных солей путем выпаривания из него воды за счет теплоты конденсации греющего пара.

Участок состоит из выпарного аппарата с вынесенной греющей камерой, конденсатора сокового пара, емкости исходного раствора, приемного бака упаренного раствора и насосного оборудования.

Процесс упаривания исследован с точки зрения автоматизации и с учетом особенностей процесса (взрывопожароопасность производства, токсичность веществ, обращающихся на участке), приведены требования к разрабатываемой АСУТП, составлен перечень параметров контроля и управления.

Выбрана структура комплекса технических средств автоматизированной системы управления. В частности, выбраны волноводные радарные уровнемеры, датчики абсолютного давления, температуры, вилочный преобразователь плотности и вихревой расходомер. В качестве регулирующих органов применены клапаны КМР ЛГ фирмы «ЛГ Автоматика» с электропневмопозиционерами SIPART PS2.

Предлагается вариант автоматизации технологического процесса на основе применения современной контроллерной техники и средств автоматизации. Основой для реализации АСУТП является отечественный микропроцессорный контроллер МФК 3000.

Разработана система диспетчерского контроля и управления участком упаривания с использованием Master SCADA.

Выполнена развернутая схема автоматизации процесса упаривания нитратного раствора, позволяющая поддерживать регламентный режим работы установки с контролем плотности упаренного раствора; получать в оперативном режиме комплексную информацию о параметрах работы установки для последующего технологического и экономического анализа. Также выполнены рабочие чертежи: принципиальная схема электро- и пневмопитания, схема соединения внешних проводов. Ко всем схемам составлены подробные спецификации.

*Руководитель: ст. преп. Ерофеева Е.В.*

# ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА АММИАКА

Егоров Н. А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Синтез аммиака – экзотермическая газовая реакция, которая может быть осуществлена в существенно отличающихся условиях в зависимости от типа применяемого катализатора. Наряду с производительностью установки на ее экономические показатели влияют затратные статьи: расход энергии на компремирование азотоводородной газовой смеси (АВС), стоимость оборудования и катализатора. Для уменьшения энергетических затрат в схеме следует предусмотреть возможно более полную рекуперацию тепловой и механической энергии, а избыточное количество тепла отводить из системы при более высокой температуре. Наиболее универсальным техническим показателем эффективности установки может служить энергетические коэффициенты тепловых и механических процессов. Они позволяют подвести оценку тепловых, механических и химических процессов под общий знаменатель – эксергию суммарного процесса. Поэтому в настоящей работе процесс синтеза аммиака анализировался комплексно с оценкой эксергии тепловых и механических процессов.

Количество образовавшегося аммиака зависит от условий проведения процесса. При снижении температуры реакции от 450 °С до 350 °С концентрация аммиака в газе увеличивается до 55 об.%, а производительность по аммиаку возрастает в ~1,5 раза. При снижении давления синтеза от 25 до 6 МПа (~в 4 раза) работа сжатия уменьшается ~на 25%. За счет использования энергии избыточного давления отходящего газа компенсируется ~50% энергии на сжатие АВС.

На количество жидкого аммиака, выделившегося при конденсации, влияет давление, при котором проводится процесс. При низком давлении в системе степень выделения аммиака значительно ниже, поэтому для полного выделения аммиака из смеси необходима более низкая температура охлаждения. Затраты энергии для работы холодильного цикла составляют ~4% от работоспособности высокопотенциального тепла из колонны синтеза.

Только ~50% высокопотенциального тепла реакции синтеза может быть превращено в работу. Работоспособность низкотемпературных потоков более чем на порядок ниже, чем работоспособность отводимого тепла химической реакции. Работоспособность отводимого высокопотенциального тепла сопоставима с затратами энергии на сжатие АВС. С уменьшением давления эта разница уменьшается и можно подобрать давление, когда тепловая энергия химической реакции полностью компенсирует затраты энергии на компремирование азотоводородной смеси.

*Руководитель: д.т.н., проф. Морозов Л. Н.*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧАСТКА ОЧИСТКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА**

Егорова Л.Д., Хухлаев А.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе рассмотрены вопросы автоматизации участка очистки и охлаждения двуокиси углерода в производстве жидкой углекислоты и сухого льда.

Участок состоит из кожухотрубного холодильника, промывного скруббера, центробежного влагоотделителя, щелевого сепаратора, компрессора и насосного оборудования.

Участок исследован с точки зрения управления и составлен перечень параметров контроля и управления.

Разработана структура комплекса технических средств автоматизированной системы управления с учетом пожаровзрывоопасности данного производства.

Выбраны датчики температуры, расхода, уровня, давления фирмы «Элемер» в пожаровзрывозащищенном исполнении, регулирующие и отсечные клапаны фирмы «РУСТ» с пневмоприводом, частотные преобразователи фирмы «Веспер».

Все средства автоматизации имеют сертификаты Российской Федерации и разрешения на применение Ростехнадзора и соответствуют требованиям технологического процесса.

Предлагается вариант автоматизации участка на основе применения современной контроллерной техники и средств автоматизации. Основой для реализации АСУТП является отечественный контроллер REGUL R600 с программным комплексом Redkit SCADA.

Выполнена развернутая схема автоматизации участка очистки и охлаждения двуокиси углерода. Предусмотрены 17 точек контроля и 4 контура регулирования.

Также выполнены рабочие чертежи: принципиальная схема электропитания, принципиальная схема пневмопитания, схема соединения внешних проводов. Ко всем схемам составлены подробные спецификации.

Решения, принятые в данной работе, можно использовать для автоматизации сходных участков, а также для замены зарубежных средств автоматизации действующих производств жидкой углекислоты и сухого льда в рамках импортозамещения.

*Руководитель: ст. преп. Ерофеева Е.В.*

# УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПОДОГРЕВА РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ

Котов А.С., Бобров Д.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В химическом производстве на стадиях подготовки сырья очень часто приходится сталкиваться с процессами смешения и подогрева. 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 и теплообменник с рубашкой, обогреваемой жидким теплоносителем.

Разработана математическая модель объекта в предположении существования в аппаратах гидродинамического режима идеального смешения. Модель динамики представляет собой:

$$\begin{aligned}\frac{dV_c}{d\tau} &= v_1 + v_2 - v \\ \frac{d(CV_c)}{d\tau} &= v_1 C_{\text{BX}} - vC \\ \frac{dV}{d\tau} &= v_{\text{BX}} - v \\ \frac{d(tV)}{d\tau} &= v_{\text{BX}} t_{\text{BX}} - vt + \frac{K_T F_T}{C_p \rho} \cdot (t_T - t) \\ V_{\text{руб}} \frac{dt_T}{d\tau} &= v_T t_{T \text{ BX}} - v_T t_T - \frac{K_T F_T}{C_T \rho_T} \cdot (t_T - t)\end{aligned}$$

Исследованы статические и динамические свойства объекта, выбраны управляющие воздействия, сформулированы основные задачи системы автоматизации данного узла.

В ходе дальнейших исследований была разработана функциональная схема автоматизации объекта, структурная схема системы управления, проведен алгоритмический и параметрический синтез, составлена математическая модель системы управления и разработаны программные средства моделирования.

*Руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г.В.*

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ И ОКИСЛЕНИЯ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ

Лезин Д.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В промышленности технический прогресс определяется уровнем АСУ ТП. Современная функциональная АСУ ТП помогает предприятию в достижении таких целей, как: повышение производительности, конкурентоспособности, эффективности и рентабельности производства. За счет внедрения прогрессивных технологий и оборудования, производству удастся упростить и усовершенствовать производственный процесс. Поэтому разработка систем автоматизации и управления новыми технологическими процессами является актуальной задачей.

Целью данной работы является автоматизация участка охлаждения и окисления нитрозных газов в производстве азотной кислоты. Рассматриваемый участок состоит из газового холодильника-промывателя, нитрозного нагнетателя, экономайзера, подогревателя частично-обессоленной воды и 3-х холодильников нитрозного газа.

Участок охлаждения и окисления нитрозных газов в производстве азотной кислоты рассматривался с точки зрения автоматизации и управления: были выделены характерные особенности производства, определены основные параметры, которые необходимо контролировать и регулировать, а также действия, выполняемые при возникновении предаварийной и аварийной ситуации.

В работе предложена трёхуровневая структура комплекса технических средств АСУ ТП. Нижний уровень – датчики и исполнительные механизмы, средний уровень состоит из контроллерной техники, а на верхнем уровне располагается АРМ оператора и ПЭВМ инженера. При выборе датчиков, регулирующих механизмов и микропроцессорного контроллера учтены принятые решения на схожих производствах.

Для участка получения азотной кислоты были разработаны следующие схемы: автоматизации, электропитания, пневмоподключения соединения внешних проводок, подключения датчиков и исполнительных механизмов к модулям ввода/вывода контроллера. К каждой схеме приложены спецификации, составлена карта заказа контроллерной техники для данного производства.

При введении данных проектных решений, технологически процесс охлаждения и окисления нитрозных газов в производстве азотной кислоты станет эффективнее, и позволит быстро реагировать на возможные аварии, не допуская их дальнейшего развития.

*Руководитель: к.т.н., Алексеев Е.А.*

# СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СМЕСИТЕЛЕМ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА С ЗАДАНЫМ ЗНАЧЕНИЕМ КОНЦЕНТРАЦИИ

Лихач Д.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе поставлена задача управления емкостным смесителем со свободным истечением. На рис. 1 представлена упрощенная схема автоматизации.

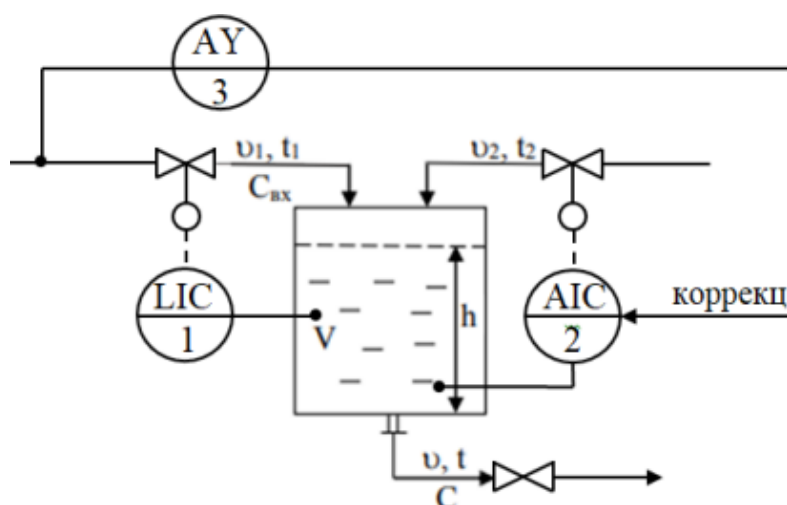


Рис.1. Схема автоматизации

Назначением химико-технологического процесса является смешение двух потоков жидкости с различными концентрациями и температурами с целью получения раствора с заданным значением концентрации.

Анализ объекта проведен при помощи методов математического моделирования. Была осуществлена разработка математической модели объекта в виде дифференциальных уравнений, в виде переменных состояния, в дискретном виде, получены передаточные функции, определены переходные функции объекта по заданным динамическим каналам, рассчитаны коэффициенты передаточных функций.

Из цели функционирования объекта поставлена задача синтеза системы автоматического управления путем регулирования концентрации на выходе смесителя в условиях действия возмущений.

Разработана упрощенная схема автоматизации. Синтезирована комбинированная система управления и произведено её моделирование в среде Mathcad. Выполнено исследование на инвариантность, ковариантность и робастность системы управления

*Руководитель: к.т.н., доц. Невиницын В.Ю.*



# СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДГОТОВКИ ИСХОДНОГО РЕАГЕНТА

Молюков Т.Р., Ремнев К.А.

Ивановский государственный химико-технологический университет

Цель работы: исследование технологического процесса как объекта управления методом математического моделирования и синтез систем автоматического управления: 1) на базе одноконтурных САР по отклонению, 2) комбинированная СУ концентрацией; 3) связанная система управления объектом.

Был проведен анализ емкостного смесителя как объекта управления. Разработаны концептуальная и математическая модели протекающих технологических процессов, проведено численное моделирование. Исследованы статические и динамические свойства объекта. Результаты моделирования послужили исходными данными для построения систем управления емкостным смесителем.

Задачи системы управления и автоматизации технологического процесса заключаются в обеспечении:

- 1) заданного значения концентрации на выходе из смесителя;
- 2) стабилизации уровня жидкости в аппарате.

В ходе исследований разработаны структурные схемы предложенных систем управления (см. рисунок 1), выбран алгоритм управления и составлены математические модели. Выполнена параметрическая идентификация. Проведено численное моделирование предложенных систем управления.

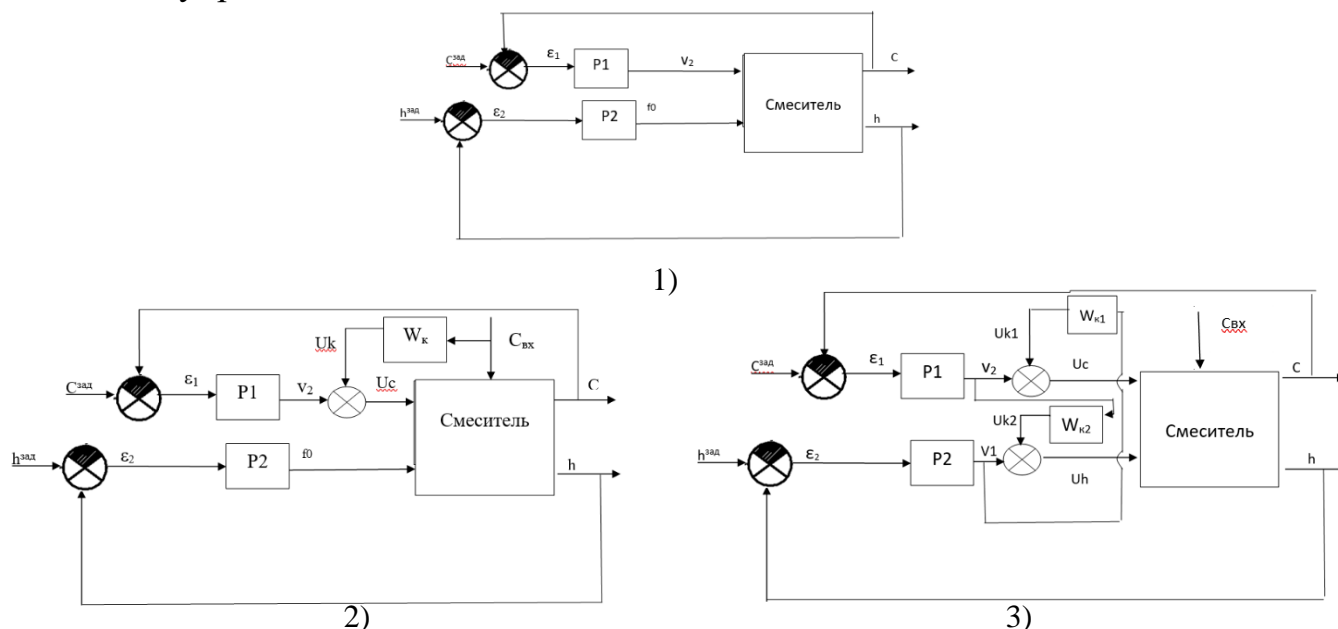


Рис.1 – Структурные схемы систем управления:

1) несвязанная САР, 2) комбинированная САР, 3) связанная САР

Руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г. В.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ УЧАСТКА СИНТЕЗА ФОРМАЛЬДЕГИДА**

Морозов Р.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе рассматриваются вопросы создания автоматизированной системы управления участком синтеза формальдегида, входящего в состав производства формалина. Стадии производства формальдегида: прием метанола; получение формальдегида каталитическим парофазным окислением метанола.

Подробно рассмотрена стадия получения формальдегида каталитическим парофазным окислением метанола кислородом воздуха с применением металло-оксидного катализатора синтеза и составлены требования к разрабатываемой АСУТП, с учетом пожаровзрывоопасности и токсичности данного производства.

Проведен анализ участка с точки зрения автоматизации, выбраны параметры управления и контроля. Разработана структура комплекса технических средств автоматизированной системы управления участком синтеза формальдегида. В частности, выбраны датчики расхода, давления, температуры, уровня, анализа газа во взрывобезопасном исполнении. Все датчики имеют международные сертификаты соответствия для работы с агрессивными средами. В качестве регулирующих органов выбраны футерованные клапаны. Данные клапаны комплектуются пневматическим приводом двустороннего действия с электропневматическими позиционерами. Все средства автоматизации имеют сертификаты Российской Федерации и разрешения на применение Ростехнадзора и соответствуют требованиям технологического процесса.

Разрабатываемая АСУТП реализована на базе микропроцессорной техники компании Foxboro, в частности контроллерной техники FCP270.

Выполнена развернутая схема автоматизации процесса синтеза формальдегида, которая включает 7 контуров управления и 18 точек контроля, а также блокировки уровня А и В при выходе параметров за регламентные значения.

Разработана система диспетчерского контроля и управления процессом синтеза формальдегида с использованием Master SCADA.

Также выполнены рабочие чертежи: принципиальная схема электро- и пневмопитания, схема соединения внешних проводок.

*Руководитель: ст. преп. Ерофеева Е.В.*

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСЦИЛЛИРУЮЩИХ РЕЖИМОВ ПРИ НАЛИЧИИ ШУМА

Наимов А. (3 курс)

*МИРЭА – Российский технологический университет*

В данной работе представлена математическая модель колебательной реакции [1], на которую искусственным образом был наложен шум (рис. 1а). В ходе работы по прямому преобразованию Фурье данных изменения концентрации от времени было обнаружено, что частота шумов отлична от частоты колебания концентрации компонентов в ходе реакции (рис. 1б).

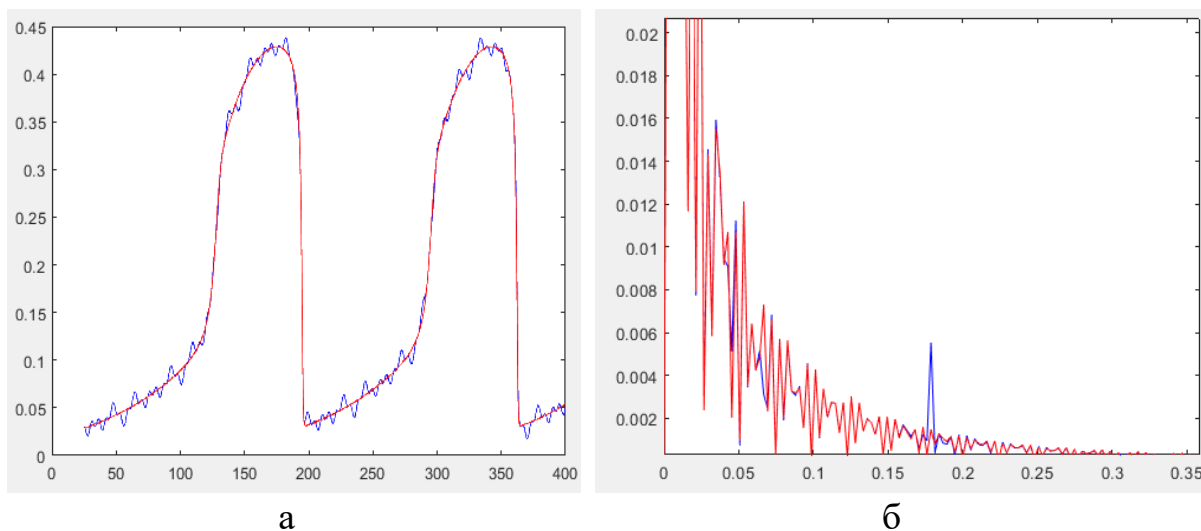


Рис.1. а – зависимость концентрации компонента от времени; б – результат Фурье преобразования.

Это отличие позволяет выявить «нежелательные» для кинетического анализа шумы, что в дальнейшем позволит с большим успехом составлять математические модели для реакций, проходящих в колебательном режиме.

## Литература:

1) Наимов А.Я. Параметрический анализ базовой кинетической модели, содержащей автокатализ / Наимов А.Я., Быков В.И. // Эл. сб. тр. Первая научно-техническая конференция Московского технологического университета. – 2016. С. 682

*Руководитель: д.т.н., доц. Назанский С.Л.*

# ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Окуньков Н.С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью данной работы является проведение сравнительной характеристики различных программных пакетов для робототехнических комплексов и выбор из них наиболее благоприятный для дальнейшего использования.

Роботизированный технологический комплекс (РТК) - это система, состоящая из одного или нескольких высокотехнологичных устройств, работающая автономно и выполняющая многократные циклы.

Был проведен обзор трех программных пакетов для робототехнических комплексов, а именно Gazebo Simulator, Microsoft Robotics Developer Studio и CoppeliaSim. Были выявлены их достоинства и недостатки по свойствам наличия русской локализации и обучающей литературы, бесплатностью доступа и т.д.

На основе достоинств и недостатков был проведен сравнительный анализ программных комплексов в ходе которого было выявлено что для благоприятной работы и дальнейшего использования лучше всего подходит программный пакет CoppeliaSim.

На основе программного комплекса разработан набор лабораторных работ для ознакомления студентов с основами моделирования роботизированных технологических комплексов.

*Руководитель: Князева Елена Яковлевна.*

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Плотникова С.А. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Рассмотрены этапы разработки программного обеспечения для реализации системы диспетчерского контроля и управления химическим реактором. Система реализована на базе программируемого логического контроллера, графической панели оператора и рабочей станции.

Для диспетчерского контроля и управления используется графическая панель оператора ОВЕН СП307. Панель предназначена для отображения и изменения значений параметров технологического процесса в режиме реального времени.

В среде CoDeSys на языке программирования FBD реализованы ПИ-алгоритмы регулирования температуры и концентрации в аппарате.

Разработана Simulink-модель в пакете MATLAB для имитационного моделирования работы реактора. Модель используется для отладки интерфейса пользователя и реализации полунатурного моделирования.

На рис. 1 приведен главный экран проекта в режиме исполнения. Интерфейс пользователя разработан в программе «Конфигуратор СП300».

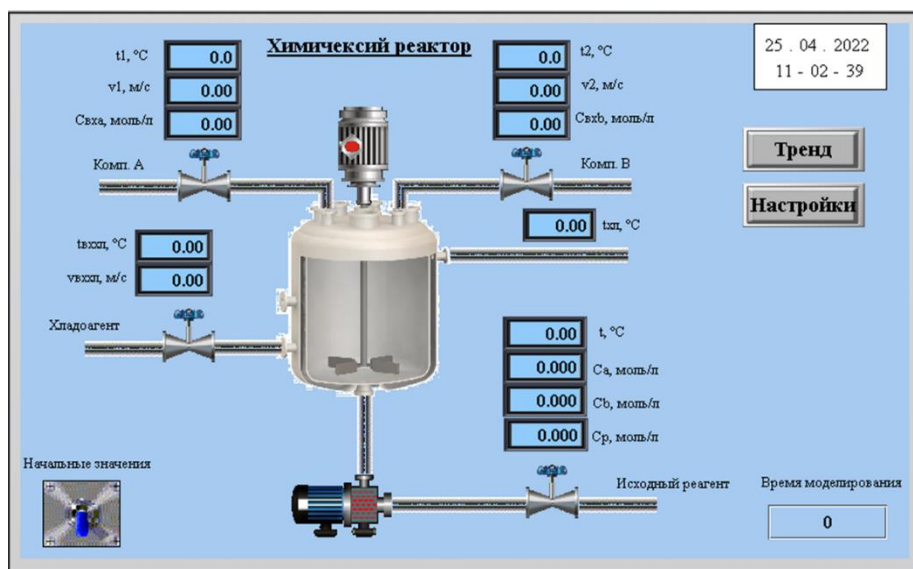


Рис. 1. Главный экран интерфейса пользователя

Интерфейс пользователя позволяет отображать на экране ход выполнения технологического процесса и редактировать значения параметров, отвечающих за функционирование системы.

*Руководитель: к.т.н., доц. Невинцын В.Ю.*

## УПРОЩЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА

Пономарева Ю.Н. (аспирант 3 года обучения)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Для описания процесса динамики нагревания-охлаждения в кожухотрубных теплообменниках при прямоточном или противоточном движении теплоносителей используют модель идеального вытеснения, представляющую собой систему дифференциальных уравнений в частных производных:  $\frac{\partial t_T}{\partial \tau} = -u_T \frac{\partial t_T}{\partial z} - \beta_1(t_T - t_{хл})$ ,  $\frac{\partial t_{хл}}{\partial \tau} = u_{хл} \frac{\partial t_{хл}}{\partial z} - \beta_2(t_T - t_{хл})$ , где  $u_T$ ,  $u_{хл}$  - линейная скорость движения соответствующих потоков, параметры теплопередачи  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  - температура горячего потока и хладагента соответственно;  $\tau$ ,  $z$  - время и продольная координата (длина труб), соответственно.

Синтез алгоритмов управления объектом с использованием такой системы чрезвычайно затруднителен. В связи с этим предлагается допущение об идеальном перемешивании в трубном и межтрубном пространстве, что позволяет упростить модель процесса, исключив распределенность технологических параметров по пространственной координате.

Очевидно, что движущая сила процесса  $\Delta t = t_T - t_{хл}$ , используемая при этом, не обеспечит необходимых проектных значений температуры теплоносителей на выходе аппарата при заданных входных величинах  $t, t_{хл}^{вх}$ , для коррекции движущей силы процесса предложено использовать поправочный коэффициент  $\delta = \frac{\Delta t_{ср}}{(t_T^0 - t_{хл}^0)}$ , который показывает, сколько единиц среднелогарифмической движущей силы ( $\Delta t_{ср}$ ) в статике приходится на один градус разницы температур  $(t_T^0 - t_{хл}^0)$  теплоносителей на выходе аппарата. Математическая модель с учетом изложенного примет вид:

$$M_{ц} c_T \frac{dt_T}{d\tau} = m_{ц} c_T t - K_T F_T \delta (t_T - t_{хл}) - m_{ц} c_T t_T;$$

$$M_{хл} c_{хл} \frac{dt_{хл}}{d\tau} = m_{хл} c_{хл} t_{хл}^{вх} + K_T F_T \delta (t_T - t_{хл}) - m_{хл} c_{хл} t_{хл},$$

где  $M_T$ ,  $M_{хл}$  - масса теплоносителей,  $m_T$ ,  $m_{хл}$  - массовый расход теплоносителей,  $K_T F_T$  - параметр теплообмена.

Проведено моделирование процесса теплообмена с использованием предложенных уравнений и доказана удовлетворительная точность модели.

*Руководитель: к.т.н., доц. Волкова Г. В.*

# АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕАКТОРА С ВЫНОСНЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ

Пономарева Ю.Н. (аспирант 3 года обучения)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Важным этапом исследования химического реактора как объекта управления является исследование статических и динамических свойств путем построения статических и динамических характеристик по различным каналам.

Объектом управления является емкостной химический реактор с выносным теплообменником. В аппарате проводится сложная многостадийная экзотермическая реакция вида:  $A+B \xrightarrow{k_1} P_1, A+P_1 \xrightarrow{k_2} P_2$ , где  $A$  и  $B$  – исходные реагенты;  $P_1$  – целевой продукт;  $P_2$  – побочный продукт;  $k_1, k_2$  – константы скоростей стадий. Для отвода выделяющегося тепла и стабилизации температуры в аппарат подается циркуляционный поток из выносного теплообменника.

На рисунке представлены примеры динамических характеристик объекта по основным каналам возмущения и управления.

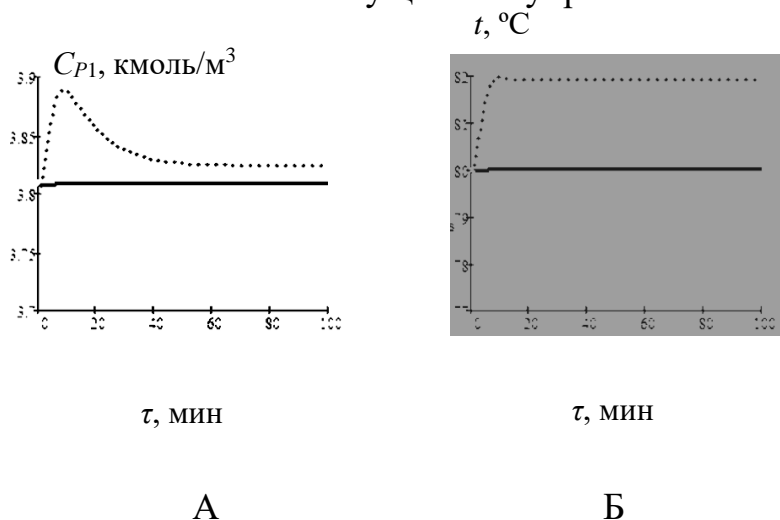


Рисунок - Динамические характеристики объекта:

А - по каналу  $v_1 \rightarrow C_{P1}$ , В - по каналу  $v_1 \rightarrow t$ .

Анализ статических и динамических характеристик и кривых разгона показал нелинейность и многосвязность объекта управления, следовательно необходимо синтезировать соответствующие алгоритмы управления.

*Руководитель: д.т.н., проф. Лабутин А.Н.*

## АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО СИНТЕЗА ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА С ВЫНОСНЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ

Пономарева Ю.Н. (аспирант 3 года обучения)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

При реализации экзотермических химических реакций с большим тепловым эффектом в аппаратах емкостного типа, характеризующихся невысоким значением удельной поверхности теплопередачи, для снятия теплоты реакции часто используются выносные теплообменники. Для стабилизации температуры в реакторе организуется циркуляция реакционной массы через теплообменник.

Общая задача оптимального синтеза реакторного узла декомпозируется на следующие задачи:

1. При заданной нагрузке по исходным реагентам определяются оптимальные значения объема реактора и температуры из заданного интервала, обеспечивающих максимальное значение критерия оптимальности (выход целевого продукта).

В качестве критерия оптимальности предлагается использовать селективность процесса по целевому продукту  $\psi_{P_1}$ :

$$\psi_{P_1} = \frac{C_{P_1}^0 (v_1 + v_2)}{v_1 C_{A_{BX}}^0 - C_A^0 (v_1 + v_2)}.$$

Задача решалась численным методом, так как критерий оптимальности зависит от  $t$  и  $V$  не в явном виде.

2. Определение значений расхода циркуляционного потока и его температуры на выходе из выносного теплообменника, обеспечивающих оптимальное значение температуры в реакторе (определено на первом этапе).

Вычислялась температура на выходе из теплообменника  $t_T$  из уравнения теплового баланса в статике так, чтобы параметры  $t_T$  и  $v_{\text{ц}}$  обеспечивали оптимальную температуру в аппарате.

3. Расчет технологических и конструктивных параметров выносного теплообменника (расход хладагента и поверхность теплообмена), при заданных входных и выходных параметрах циркуляционного потока (расход, температуры на входе и выходе).

На этом этапе выбиралось ориентировочное значение температуры хладагента  $t_{\text{хл}}$  из интервала  $t_{\text{хл}}^{\text{BX}} < t_{\text{хл}} < t$ . И для этого значения  $t_{\text{хл}}$  вычислялся ряд параметров: средняя движущая сила  $\Delta t_{\text{ср}}$ , параметр теплообмена  $K_T F_T$  и массовый расход хладагента  $m_{\text{хл}}$ .

В результате были установлены оптимальные параметры : расход циркуляционного потока, температура на выходе теплообменника, температура хладагента, параметр теплообмена  $K_T F_T$  и расход хладагента.

*Руководитель: д.т.н., проф. Лабутин А.Н.*



## МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Попов И.А. (4 курс аспирантуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

На сегодняшний день линейное моделирование систем постепенно теряет свою актуальность из-за неточности отображения функционирования моделируемого объекта. Напротив, актуализируется использование нелинейных моделей, моделей с запаздывающим аргументом и возмущающими воздействиями.

В современной теории управления особое внимание уделяется адаптивному и робастному управлению, позволяющему влиять на конечные переменные системы, поскольку управление по выходу позволяет уменьшить затраты на проектирование и разработку сложных датчиков. Это в свою очередь усложняет математическую модель системы, что способно привести к погрешностям.

Традиционные методы нелинейного и робастного управления слабо связаны с применением к автоматизированным системам. Поскольку если использовать данные методы, то звено управления может получиться очень объемным и затруднять работу всей системы целиком из-за высокого уровня запаздывания. А также если будет присутствовать неучтенное запаздывание, то система способна работать не адекватно. Поэтому разработка новых методов, позволяющих выполнять робастное управление с более простыми и малоразмерными регуляторами, является актуальной задачей.

*Руководитель: д.э.н., проф. Ермолаев М.Б.*

## УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТОРНЫМ УЗЛОМ

Ремнев К.А., Молюков Т.Р. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

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 смеситель и химический реактор с рубашкой (см. рис.1).

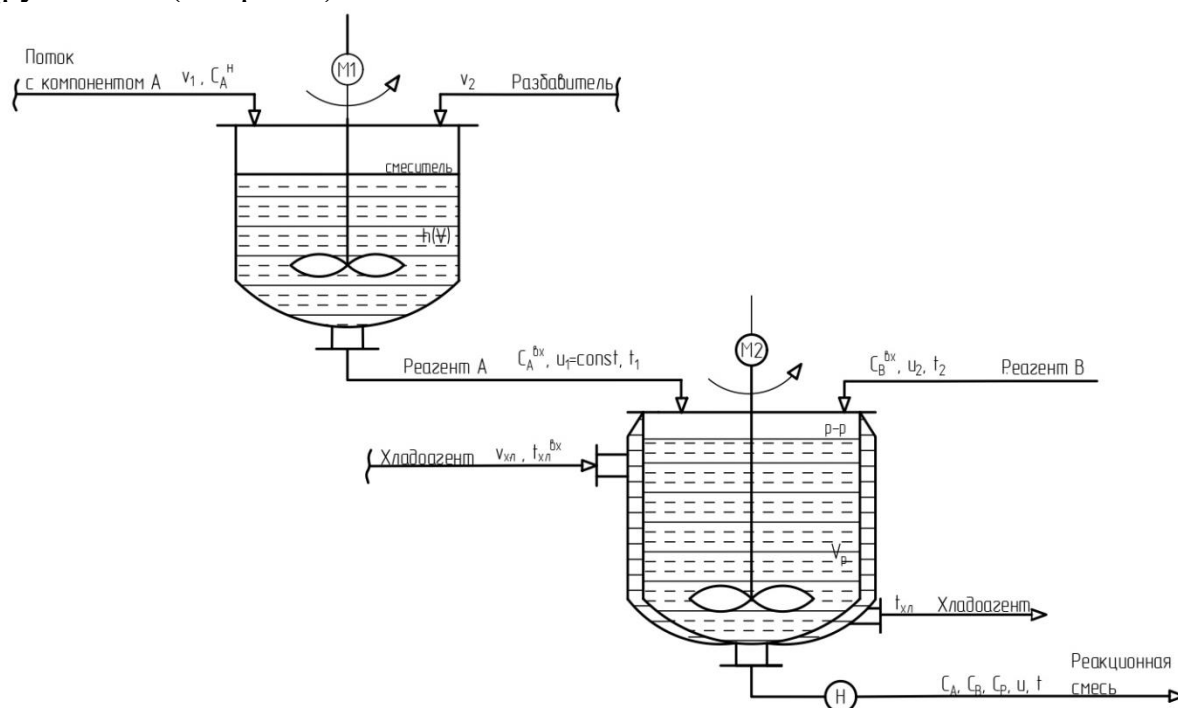


Рис. 1 Принципиальная схема реакторного узла

Разработана математическая модель протекающих технологических процессов и проведено численное моделирование с целью исследования статических и динамических свойств объекта. Результаты моделирования послужили исходными данными для второго этапа исследований - построения системы управления объектом.

Задачи системы управления и автоматизации реакторным узлом заключаются в обеспечении:

- 3) заданного значения концентрации исходного реагента А на выходе из смесителя;
- 4) заданного значения концентрации целевого продукта Р на выходе из реактора;
- 5) температурного режима протекания химических реакций;
- 6) стабилизации уровней смеси в аппаратах.

Руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г.В.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Родионов А.Д. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В различных отраслях промышленности технический прогресс в основном определяется уровнем автоматизации производственного процесса. Автоматизация процессов позволяет повысить производительность труда, снизить влияние человеческого фактора, повысить качество продукции и снизить ее себестоимость, а также увеличить производительность оборудования и уменьшить брак и отходы производства.

Целью данной работы является автоматизация участка получения азотной кислоты. Данный участок состоит из 2-х холодильников нитрозного газа и абсорбционной колонны.

Участок получения азотной кислоты был рассмотрен с точки зрения автоматизации и управления: были выделены основные особенности производства, определены параметры, которые необходимо контролировать и регулировать, и действия, выполняемые при возникновении предаварийной и аварийной ситуации.

В работе предложена трёхуровневая структура комплекса технических средств АСУ ТП. Нижний уровень – датчики и исполнительные механизмы, средний уровень состоит из контроллерной техники, а на верхнем уровне располагается АРМ оператора. При выборе датчиков, регулирующих механизмов и микропроцессорного контроллера учтены принятые решения на схожих производствах.

Для участка получения азотной кислоты были разработаны следующие схемы: автоматизации, электропитания, соединения внешних проводок, пневмоподключения, подключения датчиков и исполнительных механизмов к модулям ввода/вывода контроллера. К каждой схеме приложены спецификации, составлена карта заказа контроллерной техники для данного производства.

Введение новых проектных решений позволит эффективно вести технологический процесс получения азотной кислоты и быстро реагировать на потенциальные аварии, не допуская их дальнейшего развития.

*Руководитель: к.т.н., Алексеев Е.А.*

# АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМВАРКИ ПИВА

Романов Д.С. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе рассматриваются вопросы автоматизации и управления процесса варки пива. Для рассмотрения выбраны процессы кипячения первичного сусла с хмелем, отстаивания и охлаждения.

Рассмотрены аппараты: сусловарочный котел с перкалятором; вирпул; суслоохладитель; емкость первичного сусла; насосное оборудование.

Рассматриваемые аппараты и процессы, протекающие в них, проанализированы с точки зрения автоматизации, составлены требования к разрабатываемой АСУТП, а также выбраны параметры, подлежащие контролю и управлению.

Осуществлен выбор современного комплекса технических средств с применением программно-логического контроллера SIMATIC S7-1500.

Выбраны приборы и средства автоматизации фирм JUMO, НПП «АгроМашРегион» и «ЛГ Автоматика», позволяющие учитывать особые требования пивоваренного производства. А именно выбраны: уровнемер NESOS R20 LT, датчик температуры - термометр сопротивления платиновый, pH-метр digiLine pH, датчик давления dTRANS p20, датчик расхода dTRANS p02 DELTA.

Разработана схема автоматизации процесса кипячения, отстаивания и охлаждения сусла. Также выполнены рабочие чертежи: принципиальная схема электропитания и схема соединения внешних проводок. Ко всем схемам составлены подробные спецификации.

Разработана система диспетчерского контроля и управления участком кипячения пива с использованием Master SCADA.

Разработанная автоматизированная система управления позволяет решить следующие задачи:

- поддерживать заданный технологический режим работы участка и обеспечивать точность соблюдения рецептуры и дозирования компонентов;
- рассчитывать технико-экономические показатели работы участка;
- представлять оператору информации о ходе технологического процесса, о состоянии оборудования в режиме реального времени;
- информировать обслуживающий персонал о предаварийных и аварийных ситуациях.

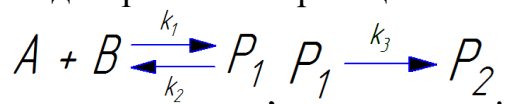
*Руководитель: ст. преп. Ерофеева Е.В.*

# АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Смирнов Н.С. (1 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью работы является анализ емкостного реактора, работающего в политропическом режиме, как объекта управления. В реакторе протекает сложная многостадийная эндотермическая реакция типа:



Исследуемый аппарат представляет собой химический реактор емкостного типа, оснащенный рубашкой, в которую подается жидкофазный горячий теплоноситель. В аппарат поступает два потока, которые содержат исходные реагенты А и В, соответственно. Реакционная смесь из реактора забирается насосом. Целевым компонентом является вещество Р<sub>1</sub>.

Целью и задачами анализа химического реактора как объекта управления являются:

- разработка концептуальной и математической моделей объекта;
- исследование статических и динамических свойств объекта по различным каналам путем построения и анализа статических и динамических характеристик;
- формулировка задач системы управления объектом с выбором регулируемых параметров и регулирующих воздействий.

Для решения вышеперечисленных задач разработана математическая модель объекта в предположении существования гидродинамического режима идеального смешения, как в рабочем объеме, так и в рубашке. Модель динамики представляет собой систему нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

На основе проведенного анализа и в соответствии с назначением и целью функционирования объекта выбраны регулируемые параметры: концентрация целевого продукта, температура в аппарате и объем реакционной смеси. Рекомендовано в качестве регулирующих воздействий использовать расходы входного потока, теплоносителя и выходного потока, соответственно.

Для дальнейшего синтеза системы управления химическим реактором необходимо выбрать алгоритм управления. Результаты численного эксперимента позволят установить факт работоспособности предлагаемой системы управления.

*Руководитель: к.т.н., доцент Волкова Г.В.*

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СМЕСИТЕЛЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Субботин П.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе был рассмотрен вопрос автоматизации и управления смесителем с помощью комбинированной системы регулирования.

Назначение аппарата заключается в получении раствора с заданной концентрацией. На рис. 1 изображена схема автоматизации смесителя.

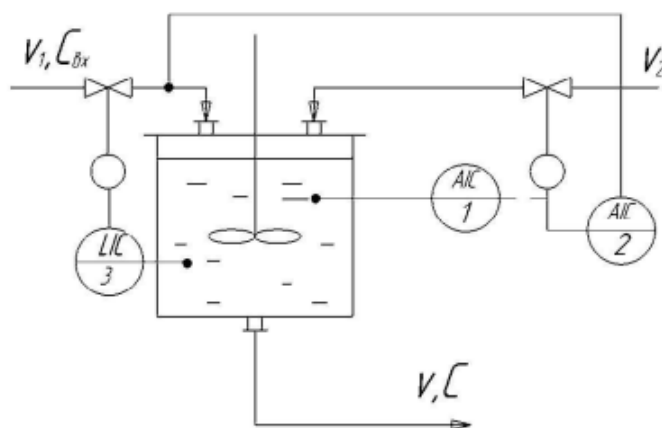


Рис.1. Схема автоматизации

В ходе синтеза системы управления составлены концептуальная и математическая модели объекта. Были приняты упрощающие допущения. По итогу были получены передаточные функции по отдельно взятым каналам. Также были исследованы статические и динамические характеристики объекта. На основе полученной информации были выбраны наиболее оптимальные каналы для управления выходными параметрами. Выполнен параметрический синтез, в результате которого были рассчитаны коэффициенты передачи и постоянные времени.

С помощью программного обеспечения Mathcad были разработаны программы для осуществления моделирования системы регулирования. По итогам исследования установлено, что синтезированная система управления инвариантна к возмущениям, ковариантна с заданиями, робастна к изменению заданных параметров регулятора и объекта. На основании этого можно сделать вывод, что предложенная система управления является работоспособной.

*Руководитель: к.т.н., доц. Невиницын В.Ю.*

# СИМУЛЯТОР СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

Хабибулин Н.М. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе рассмотрен процесс разработки симулятора для обучения операторов систем диспетчерского контроля и управления технологическими процессами. Симулятор реализован на базе программно-технического комплекса (ПТК), структура которого представлена на рис. 1.

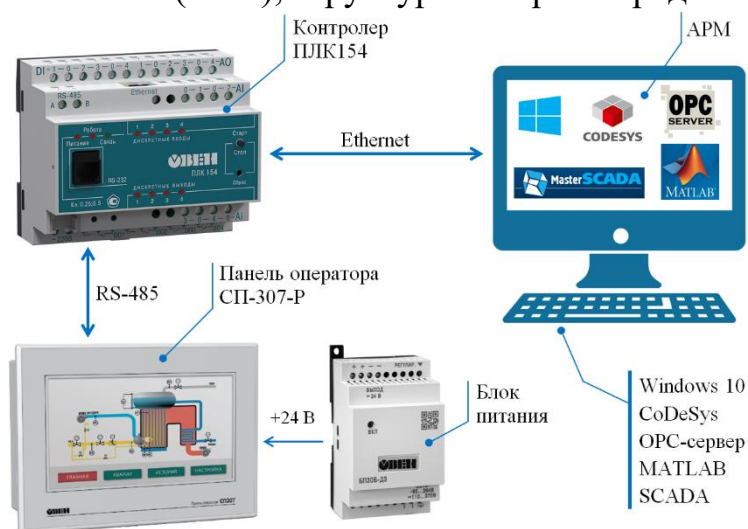


Рис. 1. Структура программно-технического комплекса

ПТК построен на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК154, рабочей станции (автоматизированное рабочее место, АРМ) и графической панели оператора ОВЕН СП307, соединенных по сети Ethernet и RS-485. АРМ содержит следующее программное обеспечение: CoDeSys, OwenOPC-сервер, Конфигуратор СП300, MATLAB, MasterSCADA.

ПТК реализует имитацию работы теплообменника смешения, представляющего собой емкостной аппарат идеального перемешивания с двумя входными потоками жидкости и выходным потоком со свободным истечением. В аппарате проводится смешение двух входных потоков однородных жидкостей разной температуры. Целью функционирования объекта является получение раствора с заданным значением температуры.

Количество технологических объектов может быть расширено путем добавления соответствующих математических моделей. Например, на базе данного ПТК также можно реализовать симулятор системы контроля и управления химическим реактором.

*Руководитель: к.т.н., доц. Невиницын В.Ю.*

## РАЗРАБОТКА И ОТЛАДКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Хабибулин Н.М., Андреенков А.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью работы является создание многомерной системы управления на базе программно-технического комплекса, а также анализ ее работоспособности. Для решения поставленной задачи в работе применяется программно-технический комплекс (ПТК) на базе многофункционального контроллера ТКМ410. Структура ПТК представлена на рис. 1.

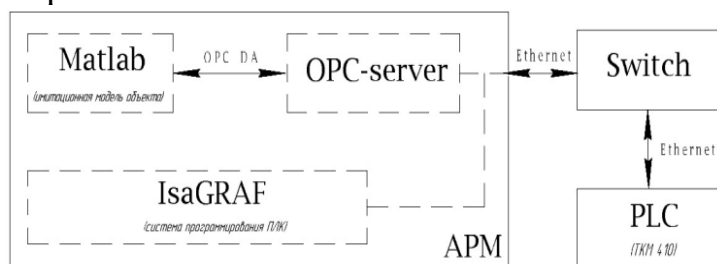


Рис. 1. Структура программно-технического комплекса

В основу работы ПТК положен метод полунатурного моделирования. Полунатурная модель-это система, или ее физическая модель, в которой отдельные функциональные части формализованы, т.е. заменены адекватными математическими моделями, решаемыми с помощью вычислительных средств в реальном масштабе времени.

В ходе выполнения работы были выполнены следующие задачи: описана структура ПТК; описано программирование и конфигурирование контроллера ТКМ410, а так же конфигурирование TeconOPC-сервера; разработана программа имитационного моделирования объекта с применением расширения Simulink пакета MATLAB; на языке FBD (functional block diagram) в среде разработки приложений ISAGRAF написана программа, реализующая управление объектом через ПИ-закон регулирования; разработан интерфейс пользователя в MasterSCADA для оперативного диспетчерского управления и сбора данных; проведено полунатурное моделирование системы управления с применением ПТК. Для организации работы ПТК использовано программное обеспечение: MATLAB Simulink; TeconOPC-сервер; MasterSCADA; ISaGRAF PRO.

В ходе полунатурного моделирования двумерной САУ проведено исследование системы на ковариатность с заданием и инвариантность к возмущениям. Установлено, что переходные процессы затухают и выходят на заданную величину, что говорит о работоспособности системы.

*Руководитель: к.т.н., доц. Невиницын В.Ю.*



# АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ МЕТАНА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Хренова К.В. (4 курс)

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ  
им. Р.Е.Алексеева

Синтез окиси этилена производится в условиях метанового балласта. В качестве источника метана используется природный газ, который подается от газопроводной сети предприятия через фильтр, затем очищается от соединений серы в адсорбере и через сепаратор направляется на доочистку от серосодержащих соединений. Далее направляется либо в линию всаса этиленовых компрессоров, либо на всас компрессора метана.

Основным аппаратом для очистки метана от соединений серы является адсорбер. Объектом автоматизации является адсорбционная установка, состоящая из противоточного адсорбера и холодильника на линии подачи исходной газовой смеси. Процесс является непрерывным. Объект управления многомерный с распределёнными параметрами.

Показатель эффективности процесса (достижение определенной концентрации извлекаемого компонента в очищенном газе), степень влияния возмущающих воздействий определяет структуру системы регулирования. Разработка концептуальной модели с последующим построением математической модели позволили осуществить анализ процесса как объекта автоматизации и управления. Выходные (регулируемые) и входные (управляющие и возмущающие) переменные представлены на рисунке.

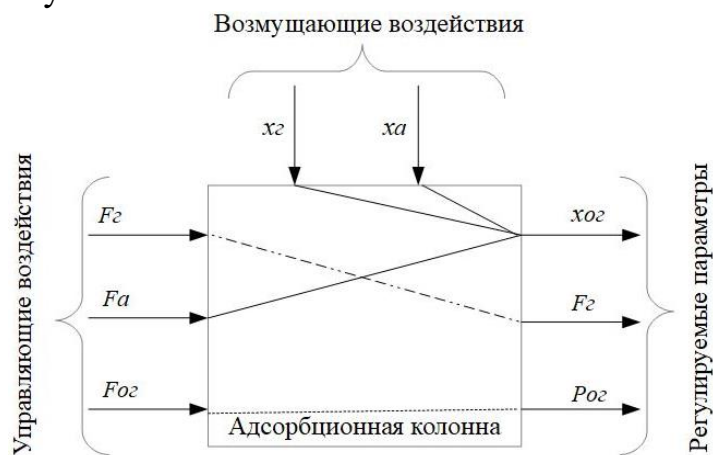


Рис. 1. Информационная схема объекта управления

$F_g$ ,  $F_{og}$ ,  $F_a$  – массовые расходы исходной газовой смеси, обедненной газовой смеси и адсорбента соответственно;  $x_{og}$  – доля извлекаемого компонента в очищенном газе соответственно;  $P_{og}$  – давление в колонне

Руководитель: к.т.н. Кечкина Н.И.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛИНИИ ГЛАЗИРОВАНИЯ

Хухлаев А.С., Егорова Л.Д. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе рассмотрены вопросы автоматизации линии глазирования, предназначенной для покрытия шоколадной глазурью кондитерских изделий, в частности печенья.

Линия состоит из сетчатого транспортера, подогреваемой емкости глазури с перемешивающим устройством, верхнего глазировочного ящика, шнекового насоса, вентилятора обдува кондитерских изделий и водяной системы терморегуляции.

Процесс глазирования исследован с точки зрения управления и составлен перечень параметров контроля и управления.

Выбрана отечественная структура комплекса технических средств автоматизированной системы управления с учетом санитарно-гигиенических требований кондитерского производства и особенностей процесса глазирования.

Выбраны датчики фирмы «Элемер», «Технологии контроля», регулирующие органы от фирмы ЛГ «Автоматика», частотные преобразователи «Веспер», регулятор мощности от фирмы «ОВЕН». Все средства автоматизации имеют сертификаты Российской Федерации и разрешения на применение Ростехнадзора и соответствуют требованиям технологического процесса.

Предлагается вариант автоматизации технологического процесса на основе применения современной контроллерной техники и средств автоматизации. Основой для реализации АСУТП является отечественный контроллер REGUL R600 с программным комплексом Redkit SCADA.

Для укладки охлажденного глазированного печенья в коробки выбран промышленный порталый робот Birbi P-1 Pro с системой пневмозахвата на присосках. Для обеспечения безопасной работы робота применена световая завеса безопасности.

Выполнена свернутая и развернутая схема автоматизации линии глазирования, а также рабочие чертежи: принципиальная схема электропитания, схема соединения внешних проводов.

Решения, принятые в данной работе, можно использовать для автоматизации и роботизации сходных линий глазирования, а также для замены зарубежных средств автоматизации действующих линий глазирования в рамках импортозамещения.

*Руководитель: ст. преп. Ерофеева Е.В.*

## **Секция 17. Технологические машины и оборудование**

## УСТРОЙСТВО ПОДАЧИ ДЛЯ ДОЗАТОРА ПАСТООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Быченков Е.М. (2 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время актуальной проблемой в химической, пищевой и других отраслях промышленности является надежное дозирование пастообразных материалов [1].

Ранее в ходе научной работы была разработана конструкция шнекового дозатора-охлаждителя. Главным рабочим органом является шнек, помещенный в цилиндрический корпус. Шнек исполнен в виде пружины на неподвижном сердечнике, который придает жесткость пружине и способствует самоочищению. Пружина приводится в движение за счет электродвигателя и толкает подаваемый материал к перфорированному фланцу в разгрузочную зону.

Отличительной особенностью установки является змеевиковая рубашка, намотанная с внешней стороны корпуса. Данная модификация позволяет охлаждать/нагревать дозируемый материал, а так же изменять его реологические параметры для более эффективного дозирования.

Главным недостатком конструкции была непроработанная система подачи материала в загрузочный бункер дозатора. В качестве решения предложено установить в зоне подачи перемешивающее устройство [2-3]. Конструкция представляет собой плоский перфорированный диск, закрепленный на валу, совершающем возвратно-поступательное движение через направляющие отверстия в неподвижной раме. Для достижения направленного течения материала в диске предусмотрены конические отверстия. Знакопеременное движение в вертикальном направлении обеспечивает привод, связанный с валом через кулачок, и закрепленная на валу пружина, возвращающая вал с диском в крайнее верхнее положение.

Предложенная модификация обеспечит непрерывную автономную подачу материала в рабочую зону дозатора.

Литература:

1. Б.С. Модестов, А.И. Плотников и др. Современные отечественные питатели для сыпучих и пастообразных материалов // Химическое и нефтеперерабатывающее машиностроение; ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ. – Москва, 1977. – 48 стр.

2. Ф. Стренк. Перемешивание и аппараты с мешалками. - «Химия», 1975

3. Основные конструкции пищевых аппаратов: учебное пособие / [Д.М. Бородулин, В.Г. Менх, А.Б. Шуш-Панников, А.Н. Потапов]; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2009. – 167 с.

*Руководитель: д.т.н., проф. Колобов М.Ю., ст. препод. Афонин С.Б.*

## УСТАНОВКА ОЧИСТКИ ГАЗА ОТ НИТРОЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ С РЕГЕНЕРАЦИЕЙ АБСОРБЕНТА.

Васильев И. А (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Данная работа посвящена исследованию процесса очистки газа от оксидов азота на абсорбционной установке с одновременной регенерацией абсорбирующего вещества (трибутилфосфата).

Целью работы является исследование влияния конструктивных и режимных параметров работы установки на эффективность очистки от примесей. И определение наилучших параметров работы установки.

Принцип действия экспериментальной абсорбционной установки. Очищаемый газ с примесями оксидов азота поступает в нижнюю часть абсорбционной колонны. Сверху подается на орошение регенерированный трибутилфосфат (ТБФ), и стекает вниз по насадке, на которой происходит поглощение азотных окислов из газа. Очищенный газ удаляется из колонны в атмосферу. Насыщенный оксидами азота раствор ТБФ поступает в куб абсорбера, откуда подается в межтрубное пространство рекуперативного теплообменника и подогревается в нем. Нагретый поток ТБФ с поглощенными оксидами азота поступает далее в трубное пространство нагревательного теплообменника и нагревается теплоносителем (терминол бб). Потом нагретый поток абсорбента подаётся на орошение в тарельчатый десорбер, где нагретый трибутилфосфат регенерируется до исходных свойств, высвобождая нитрозный газ. Далее ТБФ проходит через рекуперативный тепло-обменник, где отдаёт тепло входящему потоку ТБФ и попадает в куб десорбера. ТБФ охлаждается циркуляцией холодной воды во встроенном змеевиковом теплообменнике в кубе десорбера. Нитрозный газ после процесса выделения из раствора ТБФ в десорбере отводится в теплообменник на конденсацию. Охлаждение происходит холодной водой. Из куба десорбера раствор ТБФ подается на орошение в абсорбционную колонну.

В ходе работы было установлено, что изменение параметров работы установки (расход очищаемого газа, расход раствора ТБФ) влияют на эффективность очистки газа и регенерации раствора ТБФ (степень очистки, энергозатраты). Полученные параметры работы установки по очистке газа от нитрозных примесей с регенерацией абсорбента позволили определить оптимальные параметры.

*Руководитель: к.т.н., доц. Чагин О. В.*

## **РАЗРАБОТКА АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Васильев И.А., Гузенко О.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В наши дни загрязнение окружающей среды отходами пластика – глобальная экологическая проблема. Наиболее эффективным решением данной проблемы является переход от пластиковой тары к эко-упаковке, изготовленной из биоразлагаемых материалов, например, из крахмала. Существует три основных метода получения пленок на основе крахмала: метод литья, метод экструзии и метод формования раздувом.

Целью работы является проектирование аппаратурно-технологической схемы для производства биоразлагаемых упаковочных материалов методом литья по новой запатентованной технологии.

Работа линии состоит из последовательных операций, при которых из исходного сырья получается готовый упаковочный материал. В смеситель, имеющий нагревательную рубашку, поступает крахмал в порошкообразном виде. Затем в смеситель по обогреваемому трубопроводу подается пленкообразователь в жидком виде и далее подается индикатор в жидком виде. После очистки в деминерализаторе по обогреваемому трубопроводу в смеситель поступает вода. В смесителе происходит смешение ингредиентов в течение заданного времени, после чего в смеситель подается порошкообразный антиоксидант. Температура повышается и на протяжении определенного времени продолжается интенсивное перемешивание раствора. Теплоносителем в рубашке смесителя выступает горячая вода. Полученная смесь нагнетается в наливочную машину. Далее подложка по конвейеру направляется в туннельную сушилку. Полученная лента биоразлагаемого упаковочного материала направляется на намотку в намоточную машину. И далее на упаковку, и после на хранение на склад.

Линия, спроектированная нами, позволяет получить представление о производстве пленочного биоразлагаемого материала методом литья в производственных масштабах. Благодаря тому, что аппаратурно-технологическая схема разрабатывается параллельно с созданием и усовершенствованием технологии производства биоразлагаемых пленок, становится возможным дополнять оборудованием производственную линию исходя из изменений в технологическом процессе. Разработка схемы необходима для минимизации убытков при компоновке линии оборудованием на производственной площадке.

*Руководители: к.т.н., доц. Чагин О.В., д.х.н., проф. Кузнецов В.В.*

## СОТРУДНИЧЕСТВО С КОМПАНИЕЙ ELEMET

Догадаев Г.А., Хоменко К.Д., Зуборев Д.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Сотрудничество вуза с компанией ELEMET проходило по двум направлениям:

1. Повышение квалификации сотрудников Элемета, в рамках следующих курсов по дополнительной профессиональной программе «Конструирование и расчет машин и аппаратов отрасли», которые проходили с 28 ноября 2022 года по 18 января 2023 года на базе института высшего дополнительного образования.

2. Создание рабочей группы из студентов 3 курса в составе 5 человек. Данная группа прошла углубленную подготовку по программе в области строения центрифуг. Курс состоял из теоретического курса разделения сред в поле центробежных сил, конструкторского оформления процесса разделения сред в поле действия центробежных сил, а также расчета и конструирования машин, которые предназначены для разделения сред в поле действия центробежных сил с упором на подробное изучение быстро вращающихся валов и обечаек. Для закрепления теоретических знаний на практике были организованы поездки на Электрогорский Металлический Завод. ЭЛЕМЕТ - современное предприятие, которое специализируется на конструировании, производстве, сервисном обслуживании и капитальном ремонте оборудования для углеобогащающей, горнодобывающей индустрии и химической промышленности. На базе полученных знаний группа провела работу по изучению влияния конструкционного материала быстро вращающихся обечаек на работоспособность фильтрующей центрифуги с пульсирующим поршнем взяв для примера образец центрифуги импортного производства. Результаты работы в дальнейшем будут положены в основу проекта конструкции аналога данной центрифуги.

*Руководитель к.т.н. доц. Миронов Е.В.*

## РАЗРАБОТКА ТАРЕЛЬЧАТОГО ПИТАТЕЛЯ

Захаров А.Д. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Тарельчатый питатель, предназначен для непрерывной подачи из загрузочного бункера сыпучих порошкообразных и зернистых материалов. Данная разработка относится к дозированию сыпучих материалов и может быть использовано в химической, пищевой промышленности, на предприятиях строительной индустрии и в других отраслях народного хозяйства, связанных с необходимостью непрерывной равномерной дозированной подачи сыпучих материалов.

Рассмотрено несколько вариантов положения компоновки питателя: расположение под разгрузочным бункером с длинным консольным валом, расположение привода в разгрузочном бункере, расположение привода выше загрузочного бункера. Исходя из достоинств и недостатков, были выбраны оптимальные параметры для разработки тарельчатого питателя. Были рассчитаны зависимости для проектируемого тарельчатого питателя: частота  $n$  вращения диска питателя, производительность, мощность двигателя и оценка эффективности работы.

Поставленная задача достигается лишь тогда, когда поверхность фигурной стенки вертикальной перегородки сложной формы, обращенная к вертикальной радиальной стенке, выполняет функцию скребка и выполнена выгнутой навстречу вращению тарелки таким образом, что угол между касательной к поверхности фигурной стенки, обращенной к вертикальной радиальной стенке и касательной к траектории движения сыпучего материала на тарелке в точке их пересечения был бы меньше угла внешнего трения  $\varphi_{\text{трmax}}$  сыпучего материала, что исключает уплотнение сыпучих материалов перед ней и повышает точность дозирования сыпучих материалов.

### Литература:

1. Тимонин А.С, Балдин Б.Г, Борщев Ю.И. и др. Машины и аппараты химических производств./ Под общ. ред. Тимонин А.С. – Калуга: Издательство Бочкаревой Н.Ф.-2008, -872с.
2. Объёмные питатели. Каталог, – М.:ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ. – 1984, - 37с.

*Руководитель: ст.пр. Афонин С.Б.,  
к.т.н., доц. Миронов Е.В.*



## РАЗРАБОТКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Квитко В.Е. (4 курс)

*Ивановский государственный химико – технологический университет*

Из всего многообразия конвейерных установок около 90 % составляют ленточные конвейеры. К основным достоинствам данных транспортеров можно отнести значительную скорость движения ленты, что обеспечивается высокой эффективностью и производительностью технологических процессов, малое потребление энергии, простоту, надежности и долговечности транспортирующего устройства. Поэтому ленточные конвейеры являются одним из основных средств транспортирования сыпучих грузов в пищевой промышленности.

Основным тяговым и грузонесущим элементом конвейера, является прорезиненная вертикально замкнутая лента, огибающая концевые барабаны, один из которых называется приводным, а другой - натяжным. На верхней ветви ленты перемещается транспортируемый груз, она является грузонесущей (рабочей), нижняя ветвь является холостой (нерабочей). На всем протяжении трассы лента поддерживается роlikоопорами верхней и нижней ветвей, в зависимости от конструкции которых лента имеет плоскую или желобчатую форму. Поступательное движение конвейер получает от фрикционного привода, необходимое первоначальное натяжение ленты обеспечивается натяжным устройством. Груз поступает на ленту через одно или несколько загрузочных устройств, разгрузка производится с концевой барабана в приемный бункер (концевая) или в любом пункте вдоль трассы конвейера с помощью барабанных или плужковых разгрузателей (промежуточная). Очистка ленты от прилипших частиц груза осуществляется с помощью очистных устройств.

В работе выполнен расчет ленточного конвейера при использовании следующих исходных данных: производительность конвейера, длины горизонтальной проекции, высоты подъема груза, угол наклона конвейера насыпная плотность груза, его крупность, липкость, влажность и другие характеристики.

В результате расчета определены режим работы конвейера, тип привода, сделан выбор типоразмера ленты и ее ширина ленты, натяжного устройства, тормозов, электродвигатель и других конструктивных элементы. Проведен расчет основных узлов конвейера: рамы, приводного и натяжного барабанов, винта натяжного устройства, конвейерной ленты. Выбран тип смазки узлов трения конвейера.

*Руководитель: д.т.н., проф. Натарева С.В.*

## ВОЗДУШНЫЙ СЕПАРАТОР

Королев В.В. (1 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Широкое распространение в различных отраслях промышленности получили воздушные сепараторы [1-2]. Наиболее распространена воздушная классификация, которую проводят в аппаратах, работающих по принципу использования центробежных сил, а также сил тяжести.

Разработан воздушный сепаратор, который представляет собой систему вертикальных обечайек, последовательно соединенных между собой. Диаметр каждой верхней последующей обечайки больше предыдущей. В нижней части каждой обечайки смонтировано днище, расположенное под углом  $60^\circ$  к оси аппарата, в центр которого закреплен корпус обечайки меньшего диаметра. У каждого днища спроектировано выгрузочное окно, которое закрывается крышкой с уплотнением. В верхней части сепаратора закреплена конусная крышка с центральным патрубком для выгрузки очищенного воздушного потока.

Особенностью процесса сепарации является совмещение двух процессов: движение стесненной струи и пневмотранспорта. Истечение струи из обечайки меньшего диаметра в обечайку большего диаметра можно рассматривать как истечение из сопла в ограниченное пространство, до тех пор, пока струя не займет всё пространство обечайки большего диаметра, после этого струя переходит в режим пневмотранспорта.

Проведены технологические и конструктивные расчеты сепаратора.

Использование разработанного аппарата позволит повысить эффективность процесса сепарации дисперсных материалов.

Литература:

1. Чагин В.О., Колобов М.Ю. Экспериментальное исследование процесса улавливания нитрозных газов // Кластер конференций 2021: VI Международная научная конференция по химии и химической технологии. – Иваново, 20–24 сентября 2021 г. – С. 330.
2. Колобов М.Ю., Блиничев В.Н., Чагин О.В., Сахаров С.Е., Бойцова В.В., Грименицкий П.Н., Колобова В.В. Повышение эффективности процесса классификации частиц материала // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново, 14 апреля 2022. – С. 362–365.

*Руководители: Колобов М.Ю., д.т.н., проф., Афонин С.Б., ст. препод.*

## ПРОИЗВОДСТВО САХАРНОГО СИРОПА

Крисанов А.Н. (1 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Сироп – концентрированный, но ненасыщенный раствор различных сахаров: глюкозы, фруктозы, сахарозы, лактозы, мальтозы и их производных. В качестве растворителя при приготовлении сиропов могут выступать вода и молоко.

Процесс получения белого сахарного сиропа включает следующие технологические операции: растворение сахара в воде; кипячение водного раствора; фильтрация и охлаждение сиропа.

В кондитерском производстве работают с высококонцентрированными сиропами, концентрация которых составляет не менее 70 %, так как сахароза при такой концентрации выступает в роли консерванта.

Сиропа должны быть прозрачными, без взвешенных частиц, не включать в себя кристаллики сахарозы, обязательно иметь цвет от бесцветного до светло-желтого. Исключением являются молочные сиропа, имеющие кремовый цвет в результате протекания реакции меланоидинообразования.

Сахарный сироп варят в сироповарочных котлах. Типовой сироповарочный котел представляет собой закрытый стальной резервуар цилиндрической формы со сферическим днищем. Котел снабжен паровой рубашкой с патрубками для подвода пара и отвода конденсата и якорной мешалкой с верхним приводом, предназначенной для размешивания содержимого котла. В крышке котла имеется люк с задвижкой для загрузки сахара, а также патрубок для залива воды и вытяжная труба для отвода водяных паров. Для спуска сиропа служит нижний патрубок. Спускное отверстие закрывается клапаном, перемещаемым штурвалом, соединенным с конической передачей через тягу. Сироповарочные котлы изготавливают емкостью на 1; 1,5; 2 и 3 т сахара.

Продолжительность технологических операций варки сахарного сиропа составляет около 2 ч.

### Литература:

1. Ермолаева Г.А., Колчева Р.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. – М.: ИРПО Академия, 2000.
2. Ермолаева Г.А., Сапронова Л.А. Технологические свойства инвертированных сиропов // Сахарная промышленность. 1992. № 3. С. 18–20.

*Руководители: к.т.н., доц. Постникова И.В., д.т.н., проф. Колобов М.Ю.*

## ЦЕНТРОБЕЖНАЯ УДАРНАЯ МЕЛЬНИЦА

Курочкин Д.А. (2 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Исследования [1-2] по измельчению различных материалов в многоступенчатых мельницах показали, что крупные фракции измельчаемого материала попадают в продукты измельчения вследствие наличия мощных турбулентных пульсаций двухфазного потока (воздух + измельчаемые частицы) около отбойных элементов на корпусе мельницы, находящихся в зоне расположения разгрузочного патрубка.

Разработана мельница ударно-отражательного действия.

Центробежная ударная мельница работает следующим образом. Исходный материал подается в загрузочный патрубок, откуда поступает на вращающийся диск ротора первой ступени корпуса. Частицы материала, попадающие под била, разрушаются и отбрасываются на отбойные элементы, где дополнительно измельчаются. Далее материал попадает на вращающийся диск ротора второй ступени корпуса и измельчается, попадая под била и отбойные элементы. Пройдя вторую ступень измельчения, материал попадает на вращающийся диск ротора третьей ступени корпуса и измельчается, попадая под била и отбойные элементы. Измельченный материал удаляется из мельницы через выгрузочный патрубок. Крупные частицы попадают в зазор между корпусом мельницы и отражательной пластиной, которая препятствует выходу частиц через выгрузочный патрубок. Увлекаемые воздушным потоком крупные частицы попадают на отбойные элементы и измельчаются. Измельченные частицы удаляются через выгрузочный патрубок.

Использование центробежной ударной мельницы позволяет повысить эффективность процесса измельчения и устранить проскок крупных фракций в измельченный продукт.

Литература:

1. Гущина Т.В., Гущина Е.А., Колобов М.Ю., Блиничев В.Н. Исследование мельницы ударно-отражательного действия. // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. Иваново, 2020. № 3 (63). С. 54–59.

2. Гущина Е.А., Гущина Т.В., Блиничев В.Н. Разработка и исследование энерго- и ресурсосберегающих машин для тонкого измельчения материалов // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 16 апреля 2020. С. 33–37.

*Руководители: д.т.н., проф. Колобов М.Ю., ст. препод. Гущина Т.В.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТЕЙ В РОТОРНО-КАВИТАЦИОННОМ ДИСПЕРГАТОРЕ

Ларина А.И. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Нестационарное течение жидкости в модуляторе роторного аппарата является определяющим при возникновении гидродинамической и импульсной акустической кавитации - основные факторы, способствующие интенсификации технологических процессов. Ведущими областями образования гидродинамики являются каналы ротора и статора.

В периодически совмещающихся каналах генерируются импульсы повышения и понижения давления. Генерируемое выходным отверстием канал статора, в фазе положительного давления несколько тормозит движение жидкости. Аналогично, давление, генерируемое входным отверстием канала ротора ускоряет поток жидкости, так как работает в противофазе с выходным отверстием канала статора.

Для определения закона изменения давления в потоке жидкости необходимо знать кинематические характеристики потока жидкости (скорость и ускорение). Гидромеханические процессы в прерывателе аппарата описываются нестационарным уравнением Бернулли.

Для решения уравнения необходимо знать значения определённых коэффициентов: количество движения потока жидкости, гидравлическое сопротивление. Трудность определения коэффициентов гидравлических сопротивлений состоит в том, что они являются переменными во времени величинами, а величину коэффициента количества движения требуется определять экспериментальным путем, при этом он является нестационарной величиной

В данной работе были проведены теоретические исследования гидродинамики потоков в аппарате. Предложены уточненные методики расчета параметров потока жидкости в канале статора. Методика расчета параметров жидкости в канале статора основана на модифицированном нестационарном уравнении Бернулли и волновом уравнении, которое позволяет учесть нестационарные процессы при перекрытом канале статора.

*Руководитель: к.т.н., доц. Чагин О.В.*

# ТАРЕЛЬЧАТЫЙ ПИТАТЕЛЬ

Моденов А.В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Питатели – это механические устройства, предназначенные для равномерной, регулируемой подачи дисперсных материалов в различные аппараты – дробилки, сушилки, реакторы и др.

Основными требованиями, предъявляемыми к питателям, являются: стабильность по количеству выдаваемого материала, герметичность конструкции и минимальное влияние на физико-механические свойства материала.

Разработана установка тарельчатого питателя (рис. 1).

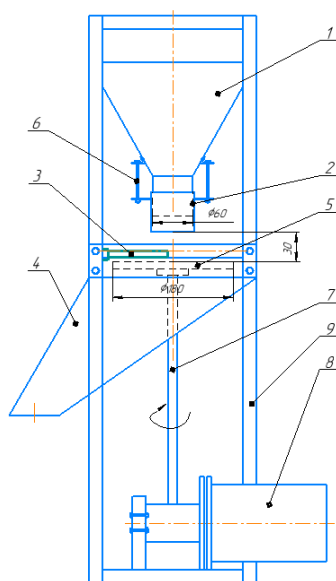


Рис. 1. Схема установки тарельчатого питателя:

- 1 – бункер загрузочный, 2 – подвижная манжета, 3 – скребок,  
4 – бункер разгрузочный, 5 – диск, 6 – регулирующий болт, 7 – вал,  
8 – мотор-редуктор, 9 – рама

Сыпучий материал из бункера поступает на вращающийся диск, с которого скребком снимается и направляется в разгрузочный бункер. Регулировка производительности может осуществляться следующими способами:

- 1) изменением частоты вращения диска,
- 2) положением ножа, относительно диска,
- 3) высотой расположения подвижной манжеты относительно диска.

Проведены технологические и конструктивные расчеты питателя.

Использование разработанного аппарата позволит повысить эффективность процесса подачи дисперсных материалов.

*Руководитель: ст. препод. Афонин С.Б.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИОННОГО ОБМЕНА В АППАРАТЕ С ЗАГРУЗКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИМ СОРБЕНТОМ

Рябиков А.А. (2 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико–технологический университет*

Целью работы является расчет аппарата с плотным неподвижным слоем целлюлозосодержащего сорбента. Аппарат представляет собой корпус, состоящий из двух цилиндрических обечаек различного диаметра, эллиптические днище и крышку, верхнее и нижнее дренажно-распределительные устройства, патрубки для ввода и вывода растворов. По высоте аппарата расположены сверху вниз неподвижный слой сорбента и слой частиц инертного материала, который прижимает слой сорбента к верхнему дренажно-распределительному устройству. Аппарат работает следующим образом. Исходный раствор, содержащий ионы тяжелых металлов, последовательно проходит через нижнее дренажно-распределительное устройство, слой частиц инертного материала и сорбента, где происходит очистка раствора. Затем раствор проходит через верхнее дренажно-распределительное устройство и выводится через патрубок в верхней части аппарата. К достоинству аппарата можно отнести возможность пользования для очистки раствора целлюлозосодержащих сорбентов с плотностью, меньшей, чем плотность раствора.

Расчет аппарата проводили при следующих условиях: объемный расход раствора  $0,001 \text{ м}^3/\text{с}$ ; концентрация раствора сульфата меди на входе в аппарат  $0,005 \text{ кг-экв}/\text{м}^3$ ; плотность раствора  $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; динамическая вязкость раствора  $0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ; высота неподвижного слоя катионита  $0,5 \text{ м}$ ; диаметр меньшей обечайки  $0,5 \text{ м}$ ; диаметр большей обечайки  $0,67 \text{ м}$ ; высота свободного пространства  $0,3 \text{ м}$ . В качестве ионообменного материала применяли катионит на основе модифицированных древесных опилок и хитозана. Катионит имеет следующие свойства: средний диаметр набухших частиц  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ ; плотность набухших частиц  $570 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; полная динамическая обменная емкость  $0,137 \text{ кг-экв}/\text{м}^3$ , насыпная плотность набухших зерен инертного материала  $625 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; порозность слоя катионита  $0,4$ ; средний диаметр частиц инертного материала  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ .

В ходе проведенного расчета определены режимы работы аппарата на стадии сорбции. Из анализа результатов расчета можно сделать вывод о том, что разработанная конструкция аппарата позволяет очищать воду от ионов меди на катионитах с плотностью меньшей, чем плотность очищаемой воды. С целью проверки полученных расчетных данных планируется проведение экспериментальных исследований.

*Руководитель: д.т.н., проф. Натареев С.В.*

## ИОНООБМЕННАЯ ОЧИСТКА РАСТВОРОВ В АППАРАТЕ С МЕХАНИЧЕСКИ СЖАТЫМ СЛОЕМ ИОНИТА

Семёнов А.Ю. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Предложен аппарат для ионообменной очистки водных растворов от ионов тяжелых металлов с загрузкой ионитом с плотностью, меньшей, чем плотность очищаемой воды. Достоинством аппарата является отсутствие перемешивания слоя частиц ионита за счет его удержания в неподвижном состоянии между верхним дренажно-распределительным устройством и слоем частиц инертного материала, прижатого воздушной подушкой. В аппарате также предусмотрены стадии противоточной регенерации, отмывки ионита от остатков регенерационного раствора и отмывки ионита от механических примесей в псевдооживленном слое ионита.

Ионообменный аппарат применяется для очистки воды от ионов меди на катионите, полученном из модифицированного льняного волокна и хитозана. Для расчетов были приняты следующие исходные данные: производительность аппарата по раствору  $Q = 0,001 \text{ м}^3/\text{с}$ ; исходная концентрация раствора сульфата меди  $C_{\text{вх}} = 0,005 \text{ кг-экв/м}^3$ ; полная динамическая обменная емкость катионита  $E_0 = 0,154 \text{ кг-экв/м}^3$ ; порозность плотного слоя катионита  $\varepsilon_{\text{п.с}} = 0,4$ ; порозность кипящего слоя катионита  $\varepsilon_{\text{к.с}} = 0,6$ ; плотность частиц ионита  $\rho_{\text{и}} = 500 \text{ кг/м}^3$ , плотность частиц инертного материала  $\rho_{\text{и.м}} = 1100 \text{ кг/м}^3$ .

В ходе проведенного расчета определены габаритные размеры аппарата и характеристики ионообменного процесса: диаметр аппарата  $D = 0,5 \text{ м}$ ; высота слоя катионита в аппарате  $H_2 = 0,5 \text{ м}$ ; площадь поперечного сечения аппарата  $S = 0,2 \text{ м}^2$ ; высота кипящего слоя катионита  $H_{\text{к.с.}} = 0,75 \text{ м}$ ; объем частиц инертного материала  $V_{\text{и.м.}} = 0,1 \text{ м}^3$ ; высота аппарата  $H_1 = 1,1 \text{ м}$ ; высота свободного объема  $H_3 = 0,25 \text{ м}$ ; объем катионита в аппарате  $V_K = 0,1 \text{ м}^3$ ; давление воздуха в воздушной подушке  $P = 5396 \text{ Па}$ ; продолжительность процесса очистки воды  $\tau = 52 \text{ мин}$ .

На основании полученных данных можно сделать вывод о высокой эффективности разработанного аппарата. Полученные результаты расчетов будут апробированы на лабораторной ионообменной установке, которая планируется к изготовлению. Данный аппарат рекомендуется для проведения процесса очистки промышленных сточных вод от ионов тяжелых металлов

*Руководитель: д.т.н., проф. Натарева С. В.*



## ОЧИСТКА РАСТВОРОВ ОТ ИОНОВ МЕДИ В ИОНООБМЕННОМ АППАРАТЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Снигирев М.Ю. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью работы является экспериментальное исследование процесса очистки растворов от ионов меди в емкостном ионообменном аппарате проточного типа. Аппарат был изготовлен из полипропилена. Аппарат состоит из цилиндрического корпуса, эллиптического днища и перемешивающего устройства. Принцип работы аппарата заключается в следующем. Перед началом работы в аппарат загружается определенная навеска катионита, которая заливается исходным раствором. Суспензия катионит-раствор перемешивается с помощью мешалки. Затем в аппарат подаются исходный раствор и катионит. Одновременно из аппарата выводится равное количество отработанного катионита и очищенного раствора. Интенсивное перемешивание дисперсной среды в аппарате обеспечивает высокую скорость ионного обмена между фазами. Аппарат имел следующие характеристики: диаметр аппарата 0,1 м; высота аппарата 0,3 м; рабочий объем аппарата  $1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ ; частота вращения мешалки  $7 \text{ с}^{-1}$ . В качестве ионообменного материала использовался катионит марки Lewatit S100 в Na-форме. Для опытов использовали растворы сульфата меди с концентрацией 0,1, 0,05 и 0,01 н. Расход раствора на входе в аппарат составлял  $1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$ , а катионита -  $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$ . Исследование процесса ионного обмена заключалось в снятии выходных кривых ионного обмена. Для этого через определенные промежутки времени отбирали на выходе из аппарата очищенный раствор в объеме 10 мл, который анализировали на содержание в нем ионов меди. Концентрацию меди в растворе определяли фотоколориметрическим методом, основанным на образовании комплексного соединения ионов меди с аммиаком, обладающим интенсивной сине-фиолетовой окраской. Оптическую плотность растворов измеряли на спектрофотометре Hitachi U-2001 (Япония) в кюветках с толщиной 10 мм при длине волны 612 нм. Опыт заканчивали при условии, когда концентрация раствора на выходе из аппарата не изменялась во времени. На основании полученных выходных кривых рассчитывали следующие характеристики переходного процесса ионного обмена: время разгона, коэффициент передачи объекта, коэффициент усиления объекта, величину максимальной скорости изменения концентрации раствора. Найденные параметры могут быть использованы при разработке математического описания процесса ионного обмена.

*Руководитель: д.т.н., проф. Натарева С.В.*

## ДИФФУЗИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИНСТРУМЕНТА

Соловьев Д. А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Упрочнение материала по толщине – одно из наиболее развиваемых направлений совершенствования инструментов. Такое изменение достигается за счет диффузионного насыщения поверхности инструмента определенными элементами, нанесением адгезионных покрытий или совместным применением этих технологий. Создание таких градиентных материалов позволяет повысить износостойкость режущего и штампового инструмента.

Для повышения производительности обработки и стойкости инструмента необходимо увеличение твердости и теплостойкости инструментального материала, что достигается насыщением поверхностных слоев азотом или совместно азотом и углеродом. Атомы этих элементов диффундируют в сталь, при этом на поверхности образуются нитридные и карбонитридные фазы высокой твердости. Процессы выполняются в газовых или в жидких средах. Диффузия обеспечивает весьма сильную связь поверхностного слоя и материала инструмента.

К преимуществам диффузионного упрочнения следует отнести сильную связь поверхностного слоя и подложки, большую глубину упрочненного слоя инструмента (до 0,1 мм), пониженный коэффициент трения в паре со сталью.

Жидкостные процессы насыщения поверхностных слоев инструмента азотом и углеродом отличаются составом рабочих сред. Цианирование проводят в расплаве солей  $\text{NaCN}$  (80%) и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (20%); карбонитрацию – в расплаве  $\text{NaCNO}$ . Температура процессов – 540-550°C, продолжительность – от 5 до 25 мин в зависимости от необходимой глубины слоя (до 0,01 мм); твердость слоя 1000 – 1100HV.

Жидкостные процессы позволяют проводить местное упрочнение погружением инструмента в ванну не полностью, они весьма оперативны.

Данные процессы упрочнения поверхностных слоев достаточно надежны и стабильны, они обеспечивают повышение стойкости инструмента (его износостойкость) до 1,5 раза.

*Руководитель: к.т.н., доц. Степанова Т.Ю.*

## УПРАВЛЕНИЕ ТОЧНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ

Соловьева Е.В. (аспирант)

*Ивановский государственный энергетический университет*

Проблема трения, износа и смазки в подвижных сопряжениях технологических процессов является частью общей проблемы управления качеством обработки. От износа элементов наладочных устройств и смазочного действия смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) зависит надежность технологических комплексов и качество продукции.

Эта проблема распространяется на явления изнашивания технологической оснастки обработки резанием.

При шлифовании на БВША круг  $G$ , взаимодействуя с деталью  $D$ , осуществляет резание, причем в каждом цикле, т.е. после обработки каждой детали, происходит его правка алмазом  $C$ . Деталь  $D$  базируется в поперечном направлении на башмаках, а в осевом направлении – на торцевой опоре  $T$  магнитного патрона, армированной твердосплавными штырями.

В данном технологическом процессе участвуют следующие три пары трения:  $C-G$  – алмаз правильного устройства – шлифовальный круг;  $S-D$  – башмачная опора – деталь;  $T-D$  – торцевая опора – деталь. Разность скоростей изнашивания алмаза  $C$  и башмаков  $S$  приводит к смещению уровня настройки станка и ограничивает продолжительность  $T_{mn}$  межналадочного периода, суточную производительность станка и его технологическую надежность.

Характер изнашивания башмаков  $S$  и его скорость в разных точках в осевом направлении влияют на интенсивность наследования отклонений формы базы шлифуемой поверхности отверстия, т.е. влияют на точность обработки.

Трение в трех рассматриваемых парах протекало в присутствии одного и того же смазочно-охлаждающего технологического средства. Снижение скоростей изнашивания рассматриваемых элементов технологических наладок возможно путем оптимизации применяемых СОТС по критериям смазочной способности:

по силе резания  $\Phi_p = \frac{P_y \cdot O}{P_y}$

по потребляемой мощности  $\Phi_N = \frac{N_0}{N}$ .

Процессы изнашивания основных элементов технологических наладок во многих случаях являются определяющими в решении вопросов управления точностью обработки и технологической надежностью оборудования.

*Руководитель: к.т.н., доц. Ведерникова И.И.*

## ПОЛИМЕРОСОЖЕРЖАЩИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ

Соловьева Е.В. (аспирант)

*Ивановский государственный энергетический университет*

При обработке металлов резанием и поверхностным пластическим деформированием широко применяются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) на основе водорастворимых полимеров. Они по сравнению с ранее применявшимися эмульсиями позволяют в 2-3 раза повысить стойкость режущих и обкатывающих инструментов, не содержат дефицитных компонентов (растительных масел, сложных фосфорсодержащих присадок и др.), просты в приготовлении. В связи с этим проведены испытания, имитирующие процессы трения скольжения при работе инструментов по поверхности заготовок. При этом смазочный материал выступает как средство быстрого отвода тепла, возникающего в процессе пластической деформации, предотвращает образование наростов и задиrow на обработанной поверхности, обеспечивает пассивацию поверхностей заготовок на межоперационный период хранения. Для оценки смазочной способности СОЖ приготавливались растворы при РН 6-7, жесткость воды 4-6 мг-экв/л, температура  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . При увеличении скорости скольжения до  $v=300$  м/мин показало удовлетворительную смазочную способность в диапазоне нагрузок от 50 до 100 кг. Резкое понижение смазывающей способности характеризуется, по-видимому, образованием металлического контакта между трущимися поверхностями. Ингибиторы коррозии, имея большую адсорбционную активность, вытесняют активные компоненты смазочного материала из зоны трения и способствуют образованию окислов на ювенальных поверхностях контактирующих пар трения. Увеличение нагрузок до критического значения приводит к началу молекулярного взаимодействия металлических поверхностей, которое отличается резким ростом момента трения  $M$  и ширины контакта  $b$ , а также образованием задиrow на трущихся поверхностях. Увеличение скорости скольжения приводит к снижению смазочной способности СОЖ и значительному изменению коэффициента трения. Анализируя результаты исследований, можно сделать общий вывод, что с увеличением содержания в полимерсодержащих СОЖ ингибиторов коррозии резко понижается их смазочная способность. Установлено, что эффективность защитного действия полимерсодержащих СОЖ значительно возрастает с применением композиции ингибиторов, при этом смазочные свойства СОЖ практически не меняются.

*Руководитель: к.т.н., доц. Ведерникова И.И.*

## ШАРОВАЯ МЕЛЬНИЦА

Софронов В.С. (1 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Для тонкого измельчения в промышленности строительных материалов, химической и других отраслях промышленности широкое распространение получили шаровые мельницы [1-3]. 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 мельящих 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.

*Руководители: д.т.н., проф. Колобов М.Ю., ст. препод. Гаврилин В.М.*

# ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА РАБОТУ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА

Субботина А.С. (Магистратура, 1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью данной работы являлось исследование влияния конструктивных и режимных параметров на работу воздушного центробежного сепаратора. Для этого была создана экспериментальная установка, основным аппаратом которой является центробежный воздушный сепаратор. В данном аппарате происходит классификация частиц кварцевого песка по размерам.

На первом этапе были проведены эксперименты по определению гидравлического сопротивления в зависимости от расхода воздуха и угла наклона лопаток воздушного сепаратора. На втором этапе было проведено исследование по определению эффективности классификации частиц по размерам в зависимости от расхода воздуха и наклона лопаток.

В ходе экспериментальных исследований были получены: производительность вентилятора по воздуху в зависимости от частоты питающего напряжения электродвигателя; график зависимости гидравлического сопротивления воздушного сепаратора от расхода воздуха через него и угла установок лопаток в нем; график зависимости числа Фруда в зоне сепарации от расхода воздуха через сепаратор и угла наклона лопаток; график зависимости величины граничного размера от расхода воздуха через сепаратор и угла наклона лопаток (при запыленности воздуха  $\mu=0,003 \text{ кг}_{\text{Тмб}}/\text{кг}_{\text{возд}}$ ;  $\mu=0,006 \text{ кг}_{\text{Тмб}}/\text{кг}_{\text{возд}}$ ;  $\mu=0,01 \text{ кг}_{\text{Тмб}}/\text{кг}_{\text{возд}}$ ); график зависимости КПД разделения дисперсного материала по величине граничного размера зерна от расхода воздуха через сепаратор и угла наклона лопаток (при запыленности воздуха  $\mu=0,003 \text{ кг}_{\text{Тмб}}/\text{кг}_{\text{возд}}$ ;  $\mu=0,006 \text{ кг}_{\text{Тмб}}/\text{кг}_{\text{возд}}$ ;  $\mu=0,01 \text{ кг}_{\text{Тмб}}/\text{кг}_{\text{возд}}$ ).

В ходе работы была создана экспериментальная установка по исследованию процесса воздушной классификации дисперсного материала. Получена зависимость гидравлического сопротивления воздушного сепаратора от расхода воздуха через него и угла установок лопаток в нем, определены величины граничного размера зерна дисперсного материала в зависимости от расхода воздуха через сепаратор, угла наклона лопаток в нем и запыленности воздуха, получены зависимости КПД разделения дисперсного материала по величине граничного размера зерна в зависимости от расхода воздуха через сепаратор, угла наклона лопаток в нем и запыленности воздуха.

*Руководитель: доц. Чагин О.В.*

## ГРАВИТАЦИОННЫЙ СЕПАРАТОР

Травин А.Е. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Широкое распространение в различных отраслях промышленности получили воздушные сепараторы [1-2]. Наиболее распространена воздушная классификация, которую проводят в аппаратах, работающих по принципу использования центробежных сил, а также сил тяжести.

Разработана установка с использованием гравитационного сепаратора, который представляет собой систему вертикальных обечаек, последовательно соединенных между собой.

Из компрессора подается сжатый воздух, расход воздуха регулируется системой клапанов и контролируется по перепаду давления на диафрагме с помощью дифманометра. В воздушный поток подается полидисперсный материал шнековым питателем. Скорость потока превышает скорость уноса наиболее крупной фракции. Воздушный поток последовательно проходит все обечайки сепаратора от обечайки меньшего диаметра к обечайке большего диаметра и выходит из установки через конусную крышку в рукавный фильтр. Движение потока по аппарату переменного сечения без изменения расхода воздуха приводит к изменению скорости воздушного потока в каждой обечайке, а значит осаждению частиц, для которых скорость витания больше скорости воздушного потока. После окончания работы установки выключается подача воздуха и материала. Материал из каждой обечайки выгружается через выгрузочные окна, расположенных в днищах обечаек.

Проведены технологические и конструктивные расчеты сепаратора.

Использование разработанной установки позволит повысить эффективность процесса сепарации дисперсных материалов.

### Литература

3. Чагин В.О., Колобов М.Ю. Экспериментальное исследование процесса улавливания нитрозных газов // Кластер конференций 2021: VI Международная научная конференция по химии и химической технологии. – Иваново, 20–24 сентября 2021 г. – С. 330.
4. Колобов М.Ю., Блиничев В.Н., Чагин О.В., Сахаров С.Е., Бойцова В.В., Грименицкий П.Н., Колобова В.В. Повышение эффективности процесса классификации частиц материала // Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново, 14 апреля 2022. – С. 362–365.

*Руководители: д.т.н., проф. Колобов М.Ю., ст. препод. Афонин С.Б.*

## КУХОННЫЙ КОМБАЙН

Хафизова Л.Х. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Прямое назначение кухонных комбайнов – облегчить кулинарный труд. Комбайн способен за считанные минуты приготовить мясной и рыбный фарш, паштеты, пюре, измельчить зелень, нашинковать и перетереть овощи и фрукты, нарезать продукты ломтиками, замесить тесто и т.д.

Кухонный комбайн рассчитан на 10–15 минут непрерывной работы. По истечении этого времени, его стоит остановить примерно на такой же промежуток, а после продолжить работу. При аккуратном обращении комбайн служит достаточно долго.

Кухонный комбайн – многофункциональный электромеханический бытовой прибор, предназначенный для обработки различных продуктов. Кухонный комбайн сочетает в себе ряд универсальных функций: миксер, тёрка, блендер, мясорубка, ломтерезка, шинковка, чистка. При выборе рекомендуется выбирать более мощные модели, а также обращать внимание на соотношение мощности прибора и емкости чаши, входящей в комплект.

В зависимости от типа устройства может быть: с соковыжималкой; со шнековой мясорубкой; универсальным – соковыжималка и мясорубка одновременно.

Комбайн совмещает в себе функции большого количества кухонных приборов:

- терки;
- блендера;
- мясорубки;
- овощерезки;
- соковыжималки;
- тестомеса.

Проведены технологические расчеты кухонного комбайна.

Использование разработанного аппарата позволит повысить возможности кухонного комбайна.

*Руководитель: ст. препод. Афонин С.Б.*

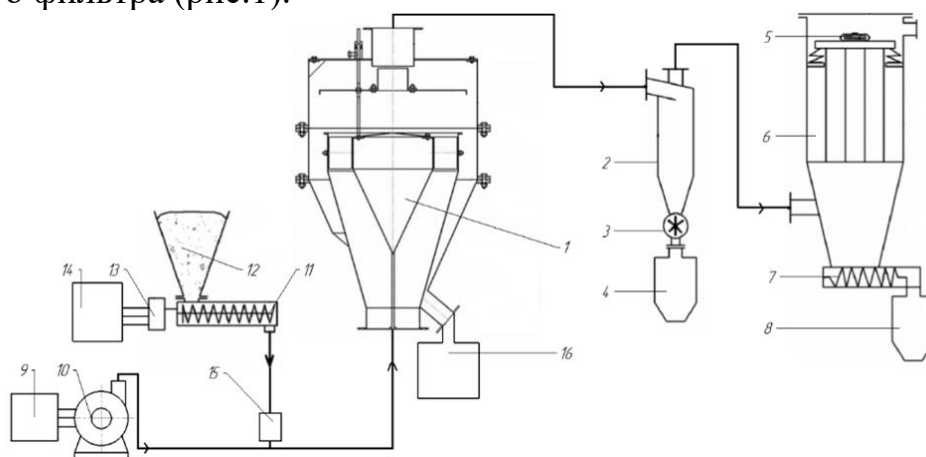


# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА СТЕПЕНЬ КЛАССИФИКАЦИИ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ВОЗДУШНОМ КЛАССИФИКАТОРЕ

Хохлов М.А., Лазарев А.А., Акуличев М.А. (1,2 курс магистратуры)  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Воздушная классификация занимает важное место в технологии переработки полезных ископаемых. Недостаточная изученность процесса воздушной классификации в схемах размола разных поликомпонентных систем затрудняет достижение оптимальных технологических показателей.

Для оптимального режима работы воздушного классификатора необходимо знать, как влияют различные режимные и конструктивные параметры на степень классификации (скорости потока, подачи, а также конструктивные особенности самого классификатора). На базе кафедры ТМиО была создана экспериментальная установка, представляющая собой технологическую цепочку, состоящую из вентилятора, питателя, циклона и рукавного фильтра (рис.1).



*Рис.1. Принципиальная технологическая схема классификации  
полидисперсных частиц*

Процесс классификации осуществляется следующим образом. Исходный материал из бункера 12, посредством шнекового питателя 11, вовлекаясь в воздушный поток, нагнетаемый вентилятором 10, подается в классификатор 1. Скорость потока воздуха и скорость подачи материала имеют регулировки благодаря векторным преобразователям частоты 9, 14. Проходя через классификатор, исходная смесь делится на две фракции, крупную, которая собирается в емкости 16 и мелкую, которая увлекается вместе с воздушным потоком в циклон 2, а далее осаживается в емкость 4. Отработанный воздух, очищается с помощью рукавного фильтра 6.

*Руководитель: к.т.н., доц. Козлов А.М.*

## ТУННЕЛЬНЫЙ ПАСТЕРИЗАТОР

Шувалов А.Г. (1 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Пастеризация - это процесс нагревания пива до температуры, которая убивает любых живых микробов. Она используется для стерилизации и стабилизации продукта без изменения химии или вкуса.

Туннельный пастеризатор (рис. 1) представляет собой большой шкаф из нержавеющей стали. Заполненные и закрытые бутылки поступают на конвейер с одной стороны корпуса (бутылки можно размещать в ящиках или поддонах), а другая сторона покидает пастеризатор, охлажденный холодной водой с начальной температурой около 20 ° С. Бутылки с подогревом, наполненные до желаемой температуры, запускаются после входа в первую секцию пастеризатора. Постепенно, по мере прохождения емкостей через пастеризатор, температура повышается до температуры пастеризации 80-90 ° С. Пиво выдерживается при этой температуре через определенный период. После завершения пастеризации бутылки охлаждаются и выходят из пастеризатора.

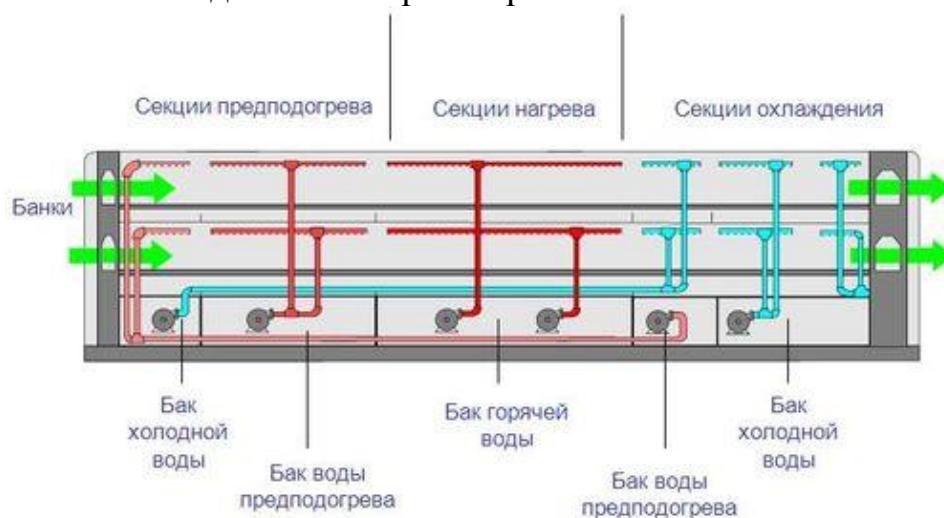


Рис. 1. Схема туннельного пастеризатора

Преимуществом этого решения является пастеризация пива вместе с упаковкой. Недостатком является менее надежная пастеризация и большой размер устройства.

Литература:

1. Балашов В.Е., Рудольф В.В. Техника и технология производства пива и безалкогольных напитков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
2. Калунянц К.Е. Оборудование предприятий пивоваренной и безалкогольной промышленности. – М.: Пищепром, 1987.

*Руководители: к.т.н., доц. Постникова И.В.,  
д.т.н., проф. Колобов М.Ю. (ИГХТУ)*

# ГИДРОЦИКЛОН

Ялышев Ф.Н. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Непрерывное разделение суспензий за счет центробежной силы возможно путем сообщения неоднородным смесям вращательного движения в неподвижном сосуде. Аппарат, применяемый для этой цели, называется гидроциклоном.

Гидроциклон (рис.1) состоит из цилиндроконического корпуса, снабженного сверху тангенциально расположенным штуцером для ввода суспензии, нижним штуцером для отвода сгущенного осадка и верхним боковым патрубком для выхода фугата. Достоинствами гидроциклона являются простота устройства (отсутствие вращающихся частей) и обслуживания, компактность и низкая стоимость, его недостаток — невысокая степень разделения, т.е. большая концентрация жидкости в осадке и твердых частиц в фугате.

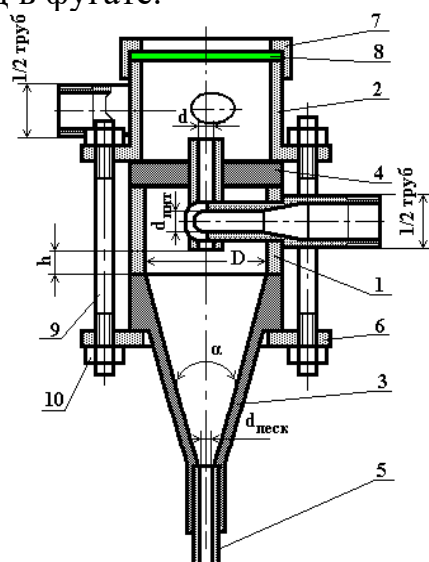


Рис.1. Схема гидроциклона

- 1 – корпус гидроциклона; 2 – корпус сливной камеры; 3 – конус сменный;  
4 – установка сливного патрубка; 5 – насадка песковая; 6 – фланец; 7 – гайка накладная; 8 – фонарь (стекло); 9 – шпилька; 10 – гайка

Разделяемая суспензия, попадая в гидроциклон с большой скоростью, приобретает вращательное движение и по мере ее перемещения вниз, крупные твердые частицы концентрируются вблизи внутренней поверхности конуса. В центральной части корпуса возникает встречный восходящий поток фугата, содержащего неотделившиеся мелкие твердые частицы. Уходящие из гидроциклона потоки сгущенного осадка и фугата находятся в соотношении, зависящем от сечений штуцеров для их отвода.

*Руководитель: ст. препод. Гаврилин В.М.*

## **Секция 18. Энерго- и ресурсосберегающие технологии**

## АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАСТВОРЕНИЯ АПАТИТА

Веселов А.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе проведен анализ оборудования, используемого для разложения фосфатов в производствах азофоски и экстракционной фосфорной кислоты. Показано, что для обеспечения максимального извлечения  $P_2O_5$  из сырья могут использоваться различные конструкции.

В базовом производстве нитроаммофоски разложение апатитового концентрата азотной кислоты осуществляется непрерывно в двух последовательно установленных аппаратах разложения с плоским днищем и турбинной мешалкой, выполненных из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, снабженных мешалками.

В производствах экстракционной фосфорной кислоты используются либо конструкция представляющая собой железобетонный прямоугольный аппарат с плоским днищем, разделенный перегородками на 12 секций, с двухъярусными турбинными мешалками, либо конструкция из двух цилиндрических реакторов, соединенных между собой в верхней части перетоком диаметром 2,0 м. Рабочий объем экстрактора составляет 825 м<sup>3</sup>.

Анализ выше рассмотренных конструкций показал, что они имеют общий недостаток, который заключается в том, что расчет степени превращения во всех этих реакторах осуществляется по среднему времени пребывания без учета структуры потоков. В результате этого на практике в аппаратах наблюдается «проскок» неразложившегося фосфатного сырья. С целью ликвидации этого недостатка современное оснащение аппаратов растворения апатита включает в себя циркуляторы и периферийные мешалки, которые обеспечивают гидродинамические режимы приводящие к увеличению времени пребывания сырья. Теоретический же анализ эффективности процесса экстракции  $P_2O_5$  показывает, что при проектировании оборудования для растворения апатита необходимо обеспечить наличие 2 зон в установке: зоны «разложения» апатита и зоны «дозревания». Причем гидродинамический режим 1 зоны должен максимально приближаться к режиму идеального смешения, а второй к режиму идеального вытеснения.

Разделение объема установки на зону «разложения» и зону «дозревания» создает наиболее благоприятные условия для полного разложения апатитового концентрата и образования однородных легко фильтрующихся кристаллов.

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

# МЕТОДИКИ И ИННОВАЦИИ В ОЧИСТКЕ И ДЕАЭРАЦИИ ВОДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАНОЛА

Гордеева Е.М. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе представлена информация о методах очистки воды на производствах, в том числе деаэрации.

Основные задачи водоподготовки – это получение на выходе чистой безопасной воды пригодной для различных нужд с учётом экономической целесообразности.

Процесс водоподготовки включает разные методы:

1. Физические – удаление крупных частиц;
2. Химические – устранение примесей и газов с помощью химически активных веществ-реагентов;
3. Физико-химические – комплексные методы, в которых предусмотрена грубая и тонкая фильтрация;
4. Биологические (санитарные, бактериологические) – удаление живых микроорганизмов при помощи обеззараживания.

В свою очередь, каждый из методов подразделяется еще на несколько. Например, физические методы включают в себя: кипячение, процеживание и отстаивание. А физико-химические состоят из таких методов как: сорбция, экстракция и флотация.

В современных системах водоподготовки методы очистки используются комплексно, дополняют друг друга для повышения эффективности. Нет ни одного универсального способа избавить воду от всех загрязнений.

Деаэрация воды представляет собой процесс очищения жидкости от газообразных коррозионно-агрессивных примесей из теплоносителя. Деаэратор – техническое устройство, где происходит деаэрация питательной и подпиточной воды или жидкого топлива от углекислого газа  $\text{CO}_2$ , азота  $\text{N}_2$  и кислорода  $\text{O}_2$ . Они бывают тарельчатого и распылительного типа. Можно выделить три метода деаэрации: докотловая; химическая и термическая деаэрация.

Показателем для модернизации и реконструкции систем очистки воды является множество причин. Чтобы их устранить, нужно пользоваться новыми технологиями очистки воды. Такими как: озонирование, нанофильтрация, обратный осмос и др.

*Руководитель: к.х.н. Романенко Ю.Е.*

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ПЛОТНЫХ ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ

Исаев М.В. (4 курс)

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)*

В работе исследована кинетика непрерывного процесса конвективной сушки типовой плотной шерстяной ткани. С целью повышения энергоресурсоэффективности процесс интенсифицирован ультразвуковым воздействием.

Объектом сушки является типовая шерстяная ткань высокой плотности, которая используется как шинельное сукно и для изготовления средств индивидуальной защиты.

Экспериментальные исследования процесса сушки проводились в центре ультразвуковых технологий Бийского технологического университета на специально созданном стенде для изучения непрерывной акусто-конвективной сушки плоских текстильных материалов. Проведена большая серия опытов. Результаты анализа экспериментальных кривых кинетики сушки показывают, что наиболее эффективным для изученного объекта является комбинированное воздействие (ультразвуковое и тепловое) при температуре сушильного агента (воздуха) 80°C. Скорость сушильного агента может составлять 6 м/с. Установлено так же, что ультразвуковое воздействие (УЗВ) на кинетику процесса эффективнее при более низких температурах воздуха.

Выявлена возможность, при существенном понижении температуры сушильного агента, сокращения продолжительности сушки шерстяных тканей высокой плотности (600-700 г/м<sup>2</sup>) до 30% при контактном УЗВ с уровнем звукового давления 100 дБ и частотой 20 кГц. В промышленной сушилке возможно сокращение продолжительности процесса в 1,5-3 раза в зависимости от количества размещённых в ней излучателей. Повышение производительности сушки, снижение расхода электроэнергии, водяного пара, тепловых потерь приведут к тому, что затраты на приобретение ультразвукового оборудования окупятся меньше, чем за год. При выборе рациональных параметров УЗВ и использовании средств индивидуальной защиты негативного воздействия на техносферу не будет.

Результаты представляют научный интерес и могут использоваться при модернизации существующих и создании новых промышленных установок для эффективной сушки текстильных материалов, в том числе с применением ультразвукового воздействия.

*Руководители: к.т.н., проф. Кошелева М.К., д.т.н., проф. Шалунов А.В.*

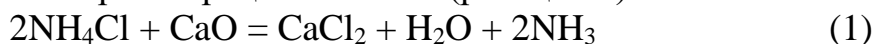
## ПРИМЕНЕНИЕ ЛОМА ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ

Кениг Л.Л. Соловьев К.Д. (2 курс, 3 курс)

*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

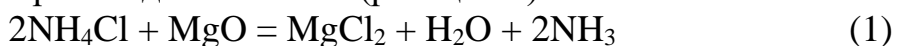
Огнеупорные материалы – изделия на основе минерального сырья, отличающиеся способностью сохранять свои свойства в условиях эксплуатации при высоких температурах, и которые служат в качестве конструкционных материалов и защитных покрытий на предприятиях черной и цветной металлургии. Периклазовые огнеупоры – это одни из наиболее широко применяемых огнеупорных материалов, содержащие в своем составе более 85% оксида магния [1]. В данной работе рассматриваются альтернативные направления применения бруситсодержащих отходов производства периклазовых огнеупоров.

В производстве кальцинированной соды по методу Сольве одной из ключевых стадий является регенерация аммиака (реакция 1).



Образующийся  $\text{CaCl}_2$  в основном используется в качестве компонентов среды, кормовой добавки или противогололедного реагента. В отдельных случаях возможно получение гипохлорита кальция (отбеливатель, дезинфицирующее средство), однако объемы потребления данного продукта существенно ниже потенциальных объемов производства.

В предлагаемой авторами технологии предлагается заменить оксид кальция на бруситсодержащие отходы производства огнеупоров, что позволит получать раствор хлорида магния – ценного прекурсора для электролитического производства магния (реакция 2).



Помимо возможности получения востребованного продукта, становится возможным процесс регенерации аммиака и получения газообразного хлора и организацией рециклинга оксида магния [2].

Таким образом, теоретически возможно использование бруситсодержащего отхода в производстве кальцинированной соды, с последующим использованием хлорида магния для получения металлического магния и товарного газообразного хлора.

Литература:

1. Кузин Е. Н., Кручинина Н. Е. Бруситсодержащие отходы производства огнеупорных материалов в процессах очистки сточных вод // Стекло и керамика. 2022. Т. 95, № 7. С. 58 – 63.
2. Шатов А.А. Производство кальцинированной соды – от прошлых к новым технологиям.

*Руководитель: канд. техн. наук, доц. Кузин Е. Н.*



## ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ РАСТВОРЕННЫХ СОЛЕЙ ИЗ ВОДЫ ОБОРОТНОГО ЦИКЛА

Кйалуэ Мерессе К. ( 4 курс )

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Вода оборотного цикла химического предприятия содержит ионы кальция, магния, натрия, нитрат ионы, хлорид ионы, сульфат ионы. Использование электродиализа для обработки воды оборотного цикла позволяет получить более концентрированный солевой раствор, а также обессоленную воду, которую можно вновь использовать в качестве технической воды. Для внедрения данного метода требуются данные о влиянии режимных параметров на процесс электродиализа воды оборотного цикла.

Исследования проводили на пятикамерном электродиализаторе лабораторного масштаба с анионообменными мембранами МА-40 и катионообменными мембранами МК-40. Движение потоков организовано по циркуляционной схеме.

Эксперименты проводились с одинаковыми концентрациями и объемами  $V=200$  мл исходного раствора в потенциостатическом режиме. Разность потенциалов на электродах в разных опытах была различная.

В таблице 1 приведены основные параметры процесса электродиализа:  $U$  – напряжение на электродах,  $\tau$  – продолжительность процесса,  $i_{cp}$  – средняя за время опыта плотность тока,  $j_{cp}$  – среднее значение потока ионов через мембрану,  $B$  – степень извлечения соли,  $P_{уд}$  – удельный расход энергии на разделение раствора.

Таблица 1 Результаты экспериментов

№	$U$ , В	$\tau$ , мин	$i_{cp}$ , А/м <sup>2</sup>	$j_{cp}$ 10 <sup>4</sup> г/с	$B$ , доли	$P_{уд}$ , кВт·ч/м <sup>3</sup>
1	16	40	7,13	1,19	0,985	5,623
2	15	40	6,37	1,14	0,951	4,728
3	14	40	5,94	1,11	0,922	4,689

Анализ данных таблицы 1 показывает, что с увеличением напряжения удельные затраты энергии, средние значения плотности тока, степень извлечения солей, среднее значение удельного потока ионов через мембрану возрастают. Степень извлечения растворенных солей из воды оборотного цикла достигает 98,5 %, что соответствует остаточному содержанию растворенных солей 3,8 мг/л. Таким образом, показана возможность очистки воды оборотного цикла с помощью гетерогенных ионообменных мембран отечественного производства.

*Научный руководитель: д.т.н., проф. Липин А.Г.*

# ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА

Лапин Н.С. (4 курс)

В синтезе аммиака установка криогенной очистки предназначена для удаления из технологического газа (АВС – азотоводородная смесь) избыточного азота, метана и аргона. Это достигается за счет сжижения части компонентов. Очищенная от следов влаги, углекислого газа и сернистых соединений газовая смесь после молекулярных сит и охлаждения в пластинчатом теплообменнике до температуры минус 130 °С, подается в установку криогенной очистки.

Охлажденный газ направляется в турбодетандер. Проходя проточную часть детандера, совершает внешнюю работу, вращая ротор электрогенератора; газ при этом охлаждается до температуры близкой к температуре сжижения при данных условиях.

После детандера и охлаждения газ поступает в сепарационную часть ректификационной колонны рис. 1, где отделяются сконденсировавшиеся метана, аргона и азота, газовая фракция поднимается вверх, проходя 20 промывочных тарелок.

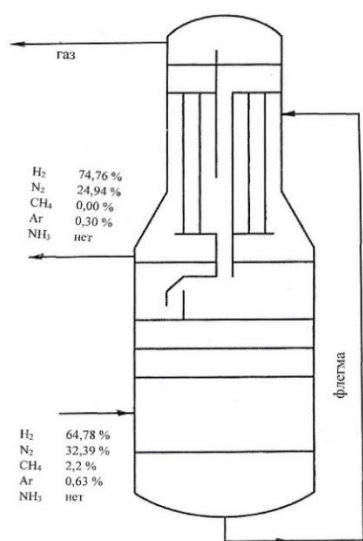


Рис. 1. Криогенная установка

Состав газовой смеси			
АВС		Синтез-газ	
до очистки		после очистки	
H <sub>2</sub>	64,78 мол.%	H <sub>2</sub>	74,76 мол.%
N <sub>2</sub>	32,39 мол.%	N <sub>2</sub>	24,94 мол.%
CH <sub>4</sub>	2,20 мол.%	CH <sub>4</sub>	0,00 мол.%
Ar	0,63 мол.%	Ar	0,30 мол.%
NH <sub>3</sub>	нет	NH <sub>3</sub>	нет

Поток газа далее проходит через центральную трубу, в верхней части перенаправляется вниз и поступает в трубы встроенного теплообменника-конденсатора.

В межтрубное пространство конденсатора подается жидкость из кубовой части ректификационной колонны, за счет чего происходит дополнительное сжижение.

Поток синтез-газа выходит из средней части аппарата. Отработанный газ отводится из верхней части колонны. Оба потока направляются в пластинчатые теплообменники для охлаждения встречного потока.

Криогенная очистка азотоводородной смеси обеспечивает стехиометрическое соотношения «водород/азот» 3:1 в синтез-газе, подающимся в отделение синтеза аммиака.

Руководитель: Шадрин Е.М., к.т.н., доцент, (ИГХТУ)

# ПРОИЗВОДСТВО ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

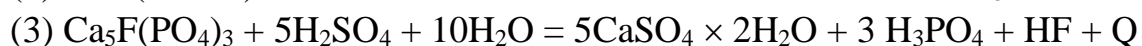
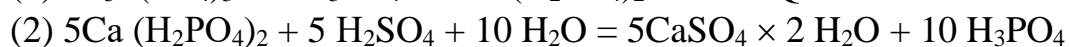
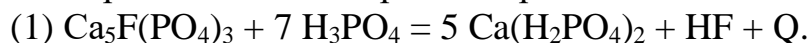
Лапин О.Р. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В настоящее время потребность химической промышленности в фосфорной кислоте велика. Упаренную экстракционную фосфорную кислоту используют для получения концентрированных удобрений: фосфатов аммония, нитроаммофоса, нитроаммофоски, жидких удобрений, диаммоний фосфата, а также кормовых фосфатов.

Современная технологическая схема производства экстракционной фосфорной кислоты предусматривает разложение (экстракцию) фосфатного сырья смесью серной и оборотной фосфорной кислот в экстракторе и кристаллизацию – дозревание кристаллов фосфогипса в экстракторе и в дозревателе. В представленной работе приведены расчеты по увеличению мощности производства экстракционной фосфорной кислоты на ООО «Еврохим-Белореченские Минудобрения» до 350 тыс.тонн/год.

Для увеличения мощности производства проведены расчеты стадии экстрагирования фосфатного сырья из апатитовой руды смесью серной и фосфорной кислот. В основе производств фосфорной кислоты лежит дигидратный метод по реакции разложения:



Материальный баланс стадии экстрагирования приведен в таблице.

ПРИХОД			РАСХОД		
Компонентный состав	кг/ч	%	Компонентный состав	кг/ч	%
1	2	3	4	5	6
1. Концентрат апатитовый ( $\text{P}_2\text{O}_5$ не менее 36,0 %; $\text{H}_2\text{O}$ 1,0 % )	120000 (42887) (1200)	24,87	1.Слабая фосфорная кислота (массовая доля $\text{P}_2\text{O}_5$ не менее 25,6%) (массовая доля твердых веществ 0,5 %)	163936 (41804) (819,7)	33,98
2. Серная кислота ( массовая доля моногидрата ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) не менее 92,5 %)	118950 (109434)	24,67	2.Фосфогипс (массовая доля общей $\text{H}_2\text{O}$ 38,0-50,0 %, в том числе( $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ )	283920 (202800) 81120	58,86
3. Вода на вторую промывку	243406	50,46	3.Испарения и потери: из экстрактора к абсорберу, -на вакуум – испаритель охлаждения пульпы, -из ЭФК на фильтрах.	2500 31000 1000	0,52 6,43 0,21
Итого	482356	100	Итого	482356	100

Руководитель: к.т.н., доц. Шибашов А.В.

# РАСЧЕТ ПОГЛОЩЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА В АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЕ

Ндала Мечак Яв (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Переработка оксидов азота в разбавленную азотную кислоту в производстве осуществляется путем их абсорбции из нитрозных газов растворами азотной кислоты. Причем степень извлечения оксидов из газовой фазы определяется не только количеством сидчатых тарелок, установленных в абсорбционной колонне (45), но и кинетикой основных процессов, протекающими в окислительном объеме колонны и в ее барботажном слое: окисление оксида азота (II) NO до оксида азота (IV) NO<sub>2</sub>; абсорбции NO<sub>2</sub>. Порядок расчета этих процессов приводится в литературе, однако по тарелочный расчет в целом для 45 тарелок колонны отсутствует. Этот факт не позволяет проследить динамику изменения основных параметров и состав нитрозного газа по высоте колонны, а значит и оптимизировать процесс. Кроме того, согласно действующей технологии, в колонну предусмотрена подача избытка азотной кислоты из газового промывателя с концентрацией (30-50)% на 6, 7 и 8 тарелку абсорбционной колонны. Это оказывает влияние, как на концентрацию продукционной азотной кислоты, так и на необходимое количество парового конденсата, подаваемого на 45 тарелку колонны.

Таблица 1

Изменение расчетных параметров по высоте колонны

N тарелки	C <sub>к</sub> , %	NO, %	NO <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , %	H <sub>2</sub> O, %	N <sub>2</sub> , %	Степень абсорбции NO и NO <sub>2</sub> , %
1	58	0,71	4,2	4,9	0,26	90,5	66,676
10	52,8	0,21	0,94	4,1	0,26	94,2	77,26
20	51,91	0,095	0,455	3,94	0,27	95,13	89,3
30	51,7	0,057	0,339	3,9	0,27	95,34	92,36
40	51,61	0,041	0,291	3,89	0,27	95,42	93,67
45	51,58	0,036	0,275	3,89	0,27	95,45	94,1

*Руководитель: к.т.н., доцент Исаев В.Н.*

## ИЗУЧЕНИЕ ИОНООБМЕННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ РАСТВОРОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Евтушенко Н.С. (4 курс), Мишин И.В., Лапин И.И.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Целью данного исследования является определение пригодности ионообменного извлечения ванадия из растворов-личатов, полученных его серноокислотным выщелачиванием из отработанных катализаторов.

Поскольку личаты содержат преимущественно ванадий (IV), для его анализа применена методика перевода V(IV) в (V) перманганатом калия и его фотометрического определения с вольфраматом натрия (рис. 1).

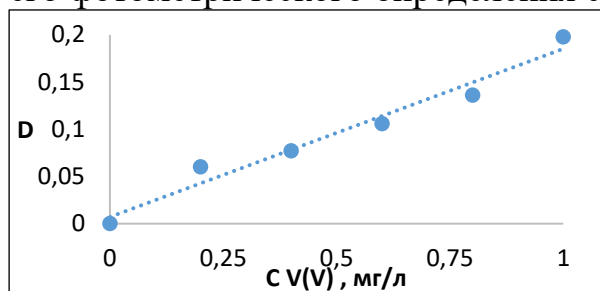


Рис. 1. Калибровочный график для анализа ванадия (V) ( $\lambda = 400 \text{ нм}$ , толщина кюветы  $l = 30 \text{ мм}$ )

В условиях статического контакта индивидуальных растворов V(IV) с универсальным катионитом КУ-2-8 получена зависимость (рис. 2), свидетельствующая о высоком сродстве сорбента и его насыщении при концентрации ванадия  $>400 \text{ мг/л}$  с достижением ёмкости  $120 \text{ мг/г}$ .

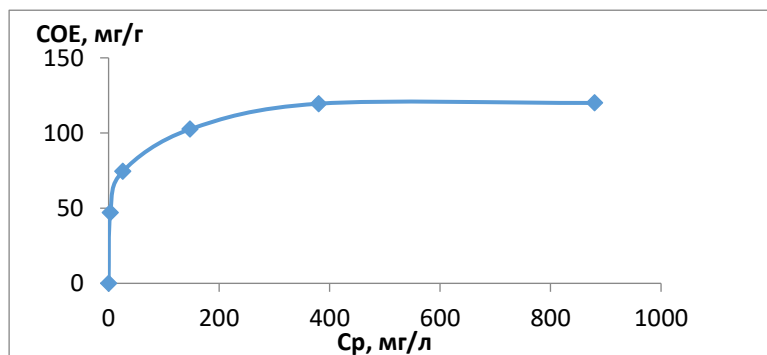


Рис. 2. Изотерма ионного обмена ванадия (IV) на катионите КУ-2-8 (доза  $1 \text{ г/л}$ ;  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ; выдержка 7 суток)

При оценке влияния pH на ионообменное извлечение V установлено, что наибольшее его количество сорбируется при  $\text{pH} = 3$ .

В указанных выше условиях проведено ионообменное извлечение ванадия (IV) с содержанием около  $2000 \text{ мг/л}$  смолой КУ-2-8 из двух личатов, полученных выщелачиванием отработанных катализаторов 1 М-ой (раствор 1) и 2 М-ой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (раствор 2). В результате степень извлечения не превысила 7,7% в первом растворе и 23,9% во втором.

Вывод: ионообменное извлечение малоэффективно, что может быть связано с конкуренцией мешающих ионов Fe, Ni, Cu, также присутствующих в катализаторе. Возможным решением является увеличение дозировки или селективности ионита.

Руководитель: к.т.н., доц. Нистратов А.В.

# РЕКТИФИКАЦИЯ МЕТАНОЛА ПРИ СРЕДНЕМ ДАВЛЕНИИ

Новикова В.А. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Спрос на метанол, как и его производство, увеличивается с каждым годом, это связано с широким спросом метилового спирта, который нашел применение в органическом синтезе различных соединений. Каталитический синтез метанола из оксида углерода и водорода является единственным промышленно значимым способом получения метанола. В качестве сырья в настоящее время выступает природный газ. Для обеспечения высокого спроса на метанол необходимо создавать такое оборудование, которое обеспечивает высокую производительность, является при этом экономически выгодным и не оказывает вредного воздействия на окружающую среду.

Технология производства метанола состоит из следующих основных этапов: очистка природного газа от серы; конверсия природного газа в синтез-газ; каталитический синтез метанола; ректификация метанола сырца с получением товарного метанола, в котором содержание воды не превышает 0,08%.

В настоящей работе рассмотрено стадия ректификации метанола при среднем давлении, с целью оптимизации и разработки ректификационной колонны, в которой товарный метанол имеет концентрацию 99,7%. Для оптимизации было проведено сравнение расположения рабочих линий процесса ректификации при различном значении коэффициента избытка флегмы. В качестве параметра оптимизации выступает величина  $(R+1)n_{0y}$ . Минимальное значение этого параметра отвечает оптимальному коэффициенту избытка флегмы. Результаты оптимизации представлены на рисунке 1.

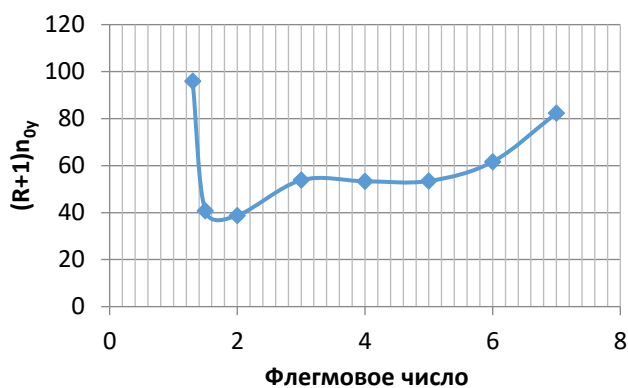


Рис.1 Зависимость параметра оптимизации от флегмового числа

Согласно графику на рисунке 1 минимальное значение параметра оптимизации достигается при флегмовом числе  $R=1,7$ .

Руководитель: к.т.н., доц. Шибашов А.В.

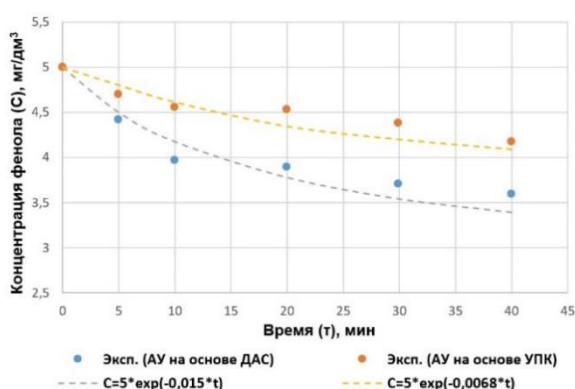
# ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПОГЛОЩЕНИЯ ФЕНОЛА ИЗ РАСТВОРОВ АКТИВНЫМИ УГЛЯМИ НА ОСНОВЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА И АНТРАЦИТА

Павлова А.С. (1 курс магистратуры)

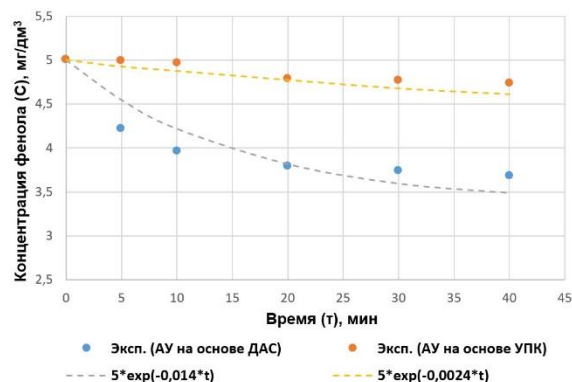
Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

Сорбционные процессы распространены при очистке сточных вод, одним из загрязняющих компонентов которых может выступать фенол. Целью данного исследования является сравнение эффективности поглощения фенола активными углями (АУ) на основе перспективного сырья, представляющего смесь каменного угля марки Д и пека каменноугольного электродного в соотношении 95:5 масс.% (марка УПК) и антрацита (марка ДАС), обработанных щелочными добавками – 40%-ными растворами гидроксида натрия и калия – в количестве 1,5 масс.%.

В качестве критерия сравнения эффективности использовалась кинетика снижения остаточной концентрации фенола из модельных растворов. Полученные кинетические кривые поглощения во всех случаях имели первый порядок, что определялось удовлетворительным соответствием экспериментальных данных и данных по подобранной модели кинетического уравнения первого порядка (Рис. 1, 2).



**Рис.1** Зависимость  $C=f(\tau)$  для АУ, полученных с добавкой КОН,



**Рис.2** Зависимость  $C=f(\tau)$  для АУ, полученных с добавкой NaOH

Анализ коэффициентов при показателе времени в экспоненте в кинетическом уравнении, а также вид кинетических кривых показал, что быстрое поглощение фенола происходит на АУ на основе антрацита с добавкой КОН. Из этого можно сделать вывод, что КОН является более сильным активатором и в рассматриваемой работе в наибольшей степени способствует образованию развитой микропористой структуры активных углей на основе антрацита.

Руководитель: к.т.н., старший преподаватель Курилкин А.А.

## УТИЛИЗАЦИЯ ДВУХ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОДНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Пасечников Ю.В. (1 курс)

*Томский политехнический университет*

Активный ил очистных сооружений представляет собой сложноорганизованный биоценоз скоплений бактерий и простейших организмов, связанных метаболическими и трофическими процессами. Биологическая масса миллионами в тонн в год генерируется в процессе очистки сточных вод и относится к отходам IV класса опасности. Не обладая собственной выраженной патогенностью, активный ил зачастую содержит болезнетворные микроорганизмы и яйца гельминтов, а также соединения тяжелых металлов. Проблему его утилизации могло бы решить технологическое сжигание, однако на пути широкого распространения данного метода встаёт излишняя обводнённость ила, осложняющаяся тем, что этот биоматериал с трудом поддается механическому обезвоживанию. Согласно диаграмме Таннера, влажность органического материала для поддержания процесса горения без ввода дополнительного топлива должна быть менее 50%, зольность менее 60%, а содержание углерода более 25%, что в данном случае не соблюдается.

Авторы данной работы предлагают решить проблему утилизации излишне обводнённого активного ила путём использования его в качестве топлива в технологии утилизации золошлаковых материалов ТЭС методом агломерационного обжига. Смешение активного ила с более сухими золошлаковыми материалами снижает результирующую влажность смеси до приемлемой величины, а последующее гранулирование резко увеличивает технологичность смеси при обжиге. Каждый из компонентов играет свою роль - формирование структуры аглопорита в процессе обжига происходит из минералов, содержащихся в золошлаковой смеси и в неорганической части ила за счёт тепла полученного при автогенном горении ила.

Серия экспериментов по проведению агломерационного обжига смеси из активного ила и золошлаковых материалов ТЭС показала возможность получения востребованной товарной продукции (аглопоритового песка) путём самоподдерживающегося термического синтеза. Использование произведённого по данной технологии аглопорита в строительстве и дорожном хозяйстве не только позволяет в одном технологическом процессе утилизировать два техногенных материала, которые к тому же могут быть загрязнены тяжелыми металлами и биологическими токсинами, но и является экономически выгодным.

*Руководитель – к.т.н, доцент Тихонов В.В.*



# **ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

Прутских М.С., (2 курс) аспирант, Ермоленко Б.В., доцент  
*Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева*

Согласно статистическим данным за 2021 год в российском сельском хозяйстве образовалось 46,9 млн. тонн отходов, из которых 45,7 млн. тонн (97,6%) приходится на навоз и подстилку. При длительном хранении животноводческих отходов в атмосферу выделяются парниковые газы и другие загрязняющие вещества. Навоз и навозопомётные стоки являются источниками более 100 видов возбудителей заболеваний животных и человека. С марта 2023 года продукты жизнедеятельности животных (далее навоза) при соблюдении нормативов содержания в них токсичных элементов, пестицидов, патогенных и болезнетворных микроорганизмов будут относиться не к отходам, а к побочным продуктам - естественным органическим удобрениям. Перевод навоза в разряд побочных продуктов требует значительных инвестиций и операционных затрат и, как следствие, проведения тщательного эколого-экономического обоснования.

Сформулирована задача оптимального эколого-экономического проектирования в строительство регионального биоэнергетического комплекса по переработке продуктов жизнедеятельности животных. Разработана математическая модель частично-целочисленного линейного программирования, позволяющая

на основе информации об имеющихся источниках образования навоза, его виде, химических, энергетически и экологических характеристиках, объемах образования, технико-экономических параметрах биогазовых установок и оборудования по производству тепловой и электрической энергии

определить источники и объемы поставок навоза, виды, мощность и другие параметры биогазового и энергетического оборудования, объемы производства биогаза, электрической и тепловой энергии и органических удобрений,

обеспечивающих максимум интегрального эффекта (чистого дисконтированного дохода) от инвестирования средств в рассматриваемый проект.

*Научный руководитель: Ермоленко Б. В., к. т. н., доцент.*

# ВЫДЕЛЕНИЕ АММИАКА ИЗ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ, ВОЗВРАТ АММИАКА В ПРОИЗВОДСТВО

Священко Я.П. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В производстве аммиака выделяется большое количество продувочных и танковых газов, содержащих водород, аммиак, метан, азот и др. Использование и разделение газовой смеси на компоненты требует в первую очередь очистки ее от аммиака.

В отечественной и зарубежной промышленности до настоящего времени используются методы захлаживания продувочных газов и перевод аммиака в жидкое состояние. Недостаток данного метода: большие затраты холода, т.к. при содержании аммиака в смеси 0,3 – 15% необходимо охлаждать весь газовый поток.

Наиболее широко используемым методом очистки является абсорбция аммиака водой в многоступенчатом абсорбере. В данной работе представлена схема утилизация водоаммиачной смеси и выделение аммиака.

После первой и второй ступеней абсорбера аммиачная вода с содержанием аммиака около 25% поступает в рекуперативный теплообменник, затем в выпарной аппарат пленочного типа рис. 1.



Рис. 1. Пленочный выпарной аппарат

Газообразный аммиак после осушки дросселируются до давления 18 ат и сжижается. Товарный аммиак возвращается в производство.

В данной работе произведен расчет энергосберегающей установки по выделению товарного аммиака из продувочных газов на АО «Еврохим-Северо-Запад». Данная методика позволит сократить расход природного газа в производстве аммиака и сократить или исключить сброс аммиачной воды.

Руководитель: к.т.н., доцент Шадрина Е.М.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА

Скобеев Д.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Аммиак – ключевой продукт для получения многочисленных азотсодержащих веществ, применяемых в промышленности, сельском хозяйстве и быту. На основе аммиака в настоящее время производятся практически все соединения азота, используемые в качестве целевых продуктов и полупродуктов неорганической и органической технологии. Мировой объем производства аммиака составляет более 183 млн. тонн в год.

В работе выполнен обзор существующих технологических схем производства аммиака. Рассмотрены агрегаты AM-76, Kellog, Brown & Root, KBR. Проанализированы их общие и отличительные черты. Разработана структурная, функциональная и операторная схемы производства аммиака.

Выполнен поиск и анализ литературных источников на тему совершенствования промышленного производства аммиака. Были определены следующие основные направления:

- кооперация производства аммиака с производствами основного органического синтеза на базе использования природного газа и газов нефтепереработки;
- создание агрегатов большой (до 3000 т/сутки) единичной мощности;
- применение колонн синтеза с кипящим слоем катализатора;
- разработка новых катализаторов, устойчивых к ядам с низкой (300 °С) температурой зажигания, позволяющих вести процесс синтеза без снижения выхода аммиака при низких (10 МПа) давлениях;
- повышение чистоты синтез-газа за счет применения на стадии конверсии природного газа избытка воздуха с последующим выделением этого избытка в процессе низкотемпературной конденсации;
- отказ от применения трубчатых печей с переходом к конверторам с газовым обогревом;
- проведение процесса синтеза аммиака в радиальной колонне при давлении 9 МПа и конденсацией всего продукционного аммиака с применением искусственного холода.

*Руководитель: к.т.н., доцент Липин А.А.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАПСУЛИРОВАНИЯ ГРАНУЛ ОТБЕЛИВАЮЩЕГО КОМПОНЕНТА МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Тихомирова А.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В состав синтетических моющих средств в качестве отбеливающего компонента часто входит перкарбонат натрия. Например, он применяется в составе стирального порошка и зубной пасты, средств с антибактериальным и дезинфицирующим эффектом. Перкарбонат натрия является сильным окислителем и несовместим с некоторыми другими ингредиентами в водном растворе, например, ферментами и парфюмерными отдушками. Его использование совместно с ферментами может привести к их деактивации перекисью водорода. Замедленное высвобождение перкарбоната натрия позволяет ферментам работать с максимальной эффективностью до деактивации в присутствии пероксида водорода. Поэтому поиск водорастворимых материалов для капсулирования пероксида натрия с целью обеспечения его контролируемого высвобождения является актуальной задачей.

В данной работе в качестве материалов оболочки использовались водные растворы силиката натрия и метилоксипропилцеллюлозы. Нанесение покрытия на гранулы перкарбоната натрия осуществлялось методом распыления раствора капсулянта посредством пневматической форсунки на псевдоожиженный слой гранул. Проведены экспериментальные исследования процесса капсулирования перкарбоната натрия в лабораторном грануляторе с псевдоожиженным слоем. Установлены рациональные режимно-технологические параметры процесса. Получены образцы капсулированного перкарбоната натрия, отличающиеся относительной массой оболочки и материалом оболочки.

Эффект пролонгированного действия полученных образцов капсулированного перкарбоната натрия определяли путем исследования кинетики его выделения в воде. Установлена зависимость времени выделения перкарбоната натрия из капсулированных гранул от толщины нанесенной оболочки. Показано, что увеличение относительной массовой доли оболочки, а, следовательно, и ее толщины, позволяет увеличить время высвобождения целевого компонента капсулы. При одинаковой толщине оболочки эффект пролонгированного действия определяется диффузионными свойствами материала покрытия.

*Руководитель: к.т.н., доцент Липин А.А.*

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРА СИНТЕЗА МЕТАНОЛА

Трофимова Е. А. (4 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

Рассматривается математическая модель процесса синтеза метанола из оксида углерода в трубчатом реакторе. Принимая допущение о равенстве температур контактной массы и газовой смеси по горизонтальному сечению реакционной трубы, а также о режиме идеального вытеснения газа, уравнения, характеризующие изменение температуры реакционной смеси и мольных расходов компонентов по высоте реактора, можно записать следующим образом:

$$\frac{dt}{dz} = [\omega \Delta H \cdot S(1 - \varepsilon) - K \cdot \Pi(t - t_x)] / (c_p G), \quad (1)$$

$$\frac{df_1}{dz} = -\omega S(1 - \varepsilon), \quad (2) \quad \frac{df_2}{dz} = -2\omega S(1 - \varepsilon), \quad (3) \quad \frac{df_3}{dz} = \omega S(1 - \varepsilon). \quad (4)$$

Здесь  $t$  – температура газовой смеси, °C;  $t_x$  – температура хладагента, °C;  $\Delta H$  – тепловой эффект реакции,  $c_p$ ,  $G$  – теплоемкость и массовый расход газовой смеси, соответственно;  $S$ ,  $\Pi$  – площадь и периметр поперечного сечения трубного пучка;  $K$  – коэффициент теплопередачи,  $\varepsilon$  – порозность слоя катализатора;  $z$  – координата по длине реакционной трубы,  $f_i$  – мольный расход компонента,  $i=1,2,3$ .

Скорость процесса описывается уравнением

$$\omega = k_1 \left[ \frac{p_{CO}^{0,5} p_{H_2}}{p_{CH_3OH}^{0,66}} - \frac{p_{CH_3OH}^{0,34}}{p_{CO}^{0,5} p_{H_2} K_p} \right], \quad (5)$$

где  $k_1$  – константа скорости прямой реакции,  $p$  – парциальное давление компонента,  $K_p$  – константа равновесия.

$$k_1 = 7.734 \cdot 10^8 e^{\frac{22700}{R \cdot T}}, \quad (6)$$

$$\lg K_p = \frac{3748,7}{T} - 9,2833 \lg T + 3,1475 \cdot 10^{-3} T - 4,2613 \cdot 10^{-3} T^2 + 15,8144. \quad (7)$$

Уравнения (1)-(7) представляют собой замкнутую систему уравнений математического описания каталитического реактора синтеза метанола с учётом принятых упрощающих допущений. Дополняющими соотношениями являются уравнения для расчета коэффициента теплопередачи. Решение системы уравнений (1)-(7) осуществляется с использованием математического пакета MathCAD. Выполнен численный эксперимент. Проанализированы статические характеристики реактора.

*Научный руководитель: д.т.н., профессор Липин А.Г.*

## **Секция 19. Текстильная химия**

## **ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОКАПСУЛ НА ОСНОВЕ ПРЕПАРАТОВ С ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ С ЦЕЛЬЮ ПРИДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ**

Алёхина А.Ф. (4 курс), Ерзунов К.А. (аспирант)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время развитие текстильного производства направлено на повышение качественных характеристик выпускаемой продукции, а также придание текстильным материалам новых функциональных свойств. Особый интерес представляют материалы, содержащие вещества с изменяемым фазовым состоянием, способные проявлять терморегулирующие свойства в определенном диапазоне температур. Использование таких материалов актуально для получения защитной одежды специального назначения.

Цель работы состоит в получении устойчивых микрокапсул на основе кокосового масла, способного к проявлению терморегулирующей способности.

В работе применены методики простой и сложной коацервации. Технология заключается в формировании оболочки на основе высоко активных реагентов вокруг молекул кокосового масла, выступающего ядром микрокапсулы. Перед капсулированием кокосовое масло эмульгировали в течение 15 минут в присутствии поверхностно-активного вещества. При использовании метода простой коацервации оболочку формировали при помощи мочевины и стабилизирующего агента – формальдегида. Процесс проводили при постоянном перемешивании на магнитной мешалке и температуре 55 °С, рН системы 3,5-3,7. Метод сложной коацервации основан на капсулировании препарата путем формирования оболочки из противоположно заряженных пар полиэлектролитов. В качестве формирующих оболочку реагентов применяли хитозан и альгинат натрия. Проанализировано влияние температурно-временных параметров проведения процесса на форму и размер микрокапсул. Осуществлен подбор наилучших эмульгаторов и формальдегидсодержащих компонентов, используемых в качестве сшивающих агентов. Проведено сравнение устойчивости эмульсий при температурах, отличных от комнатных, а также сравнение размеров микрокапсул свежеприготовленной эмульсии и после выдержки в течение 24 часов. Показано, что наибольшая степень эмульгирования масла достигается при использовании неолола в качестве эмульгатора. Размер полученных частиц методом простой коацервации составил до 10 нм, при использовании технологии полиэлектролитной сборки – 16-20 нм.

*Руководитель: д.т.н., проф. Одинцова О.И.*

## ОЦЕНКА СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ

Быков Ф.А.(асп.)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

На кафедре ХТБМ ИГХТУ для очистки от красителей отработанных красильных растворов текстильного отделочного производства проводится разработка композиционных материалов на основе натуральных и/или химических волокон, на поверхности которых иммобилизованы мельчайшие частицы алюмосиликатов. В основу ее положены работы по модификации алюмосиликатами кератинсодержащих текстильных материалов [1].

В настоящем исследовании использовано хлопчатобумажное волокно, с осажденными на его поверхности микрочастицами природного бентонита - минерала с брутто-формулой  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot NaO \cdot nH_2O$ , или модифицированного монтмориллонита, обогащенного оксидом титана ( $TiO_2$ ) путем пилларирования (ПМ) при прокаливании образцов в печи при температуре 500 °С в течение 3 часов с последующей гидротермальной обработкой.

Расчет обменной емкости полученных композитов проводился по стандартной методике, разработанной в НИИ Минерального сырья. Анализируя полученные данные, установили, что сорбционная активность композиционного материала, состоящего из природного бентонита и хлопка на 30-40 % выше, чем у чистого хлопка и на 10-15 % выше, чем у волокнистого материала, обогащенного пилларированным алюмосиликатом. Однако было доказано, что присутствие модифицированного минерала впоследствии обеспечивает эффективную самоочистку волокнистого композита от органических красителей под действием инсоляции.

Дальнейшие исследования планируется направить на создание эффективно удаляющего органические красители из водной среды волокнисто-минерального композита, с возможностью самоочистки и регенерации.

Литература:

- 19) Владимирцева, Е. Л. Улучшение потребительских свойств шерсти / Е.Л. Владимирцева, Л.В. Шарнина, М.А. Вельбой // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2012. - т.17. - № 3. – С. 91-95

*Руководитель: д.т.н., проф. Владимирцева Е.Л.*



# **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКАПСУЛ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КАПСУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Власкина Е.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время всё больше растут потребности и запросы людей в комфортной, а что самое главное, в здоровой жизни. Это касается не только продуктов, лекарств, но и текстиля, который необходим каждому человеку. Разработка новых покрытий для текстильных материалов является одним из важнейших этапов создания такого текстиля, который мог бы защищать человечество от неблагоприятных условий и быть при этом комфортным. Перспективной технологией нанесения функциональных препаратов является их предварительное заключение в специальные микрооболочки.

Цель исследования заключается в разработке технологии получения устойчивых микрокапсул методом полиэлектростатической сборки.

Для формирования оболочки капсул использовали пары противоположно заряженных полиэлектролитов: серицин-хитозан, серицин-альгинат натрия, серицин-ксантановая камедь. Серицин был получен экспериментальным путем из коконов, для сравнения использовали порошковый серицином фирмы HVIK. Преимущество серицина в том, что он является амфолитом, т.е. может быть заряжен как отрицательно, так и положительно в зависимости от pH среды. Ядро микрокапсулы составляло эфирное масло пихты. Размер микрокапсул и дзетта-потенциал системы определяли при помощи прибора Photocor Compact – Z. Для обработки использовали следующие виды текстильных материалов: хлопчатобумажную бязь, шелк и марлю. Обработанную ткань проверяли на капиллярность и жесткость.

Установлено, что наименьший размер микрокапсул был получен при использовании системы полиэлектролитов серицин фирмы HVIK - альгинат натрия и выделенный в лаборатории серицин - хитозан. В обоих случаях однородность частиц составила 100%. В первом случае размер частиц составил 169,2 нм, а во втором случае 133,8 нм. Полученную дисперсию наносили на текстильные материалы при комнатной температуре и сушили на воздухе.

Показано, что обработанные образцы текстильных материалов обладают наибольшей капиллярностью по сравнению с необработанными. Определена жесткость образцов по консольному методу, отмечено незначительное повышение показателя жесткости для шелковых тканей.

*Руководитель: д.т.н., проф. Одинцова О.И.*

# **ОЦЕНКА КОЛОРИСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОКРАШИВАНИЯ ХБ ТКАНИ И ШЕРСТИ НАТУРАЛЬНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

Градусова Е.А., Добровольская Е.С.

*ОГБПОУ «Ивановский колледж лёгкой промышленности»*

Модный тренд на экологичность и «возвращение к природе» коснувшийся всех сфер жизни человечества не обошел и технологию крашения тканей. Промышленные технологии окрашивания и печати, имитирующие результаты ручного колорирования позволяют получить ткани с отлично продаваемым дизайном. Но истинные ценители натуральности неизменно отдают предпочтение изделиям, полученным с использованием тех самых технологий, секреты которых были добыты у природы путем долгих экспериментов.

Актуальность и практическая значимость работы заключается в получении палитры цветов при окрашивании шерсти и хб ткани при различных условиях.

Для этого были поставлены и решены следующие задачи:

- определён перечень натуральных красителей, дающих хорошие результаты при окрашивании целлюлозных и белковых волокон [1],
- выбраны протравы способы окрашивания целлюлозных и белковых волокон, дающие стойкие цвета,
- составлен каталог окрашенных по отработанной методике образцов.

По итогам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- сравнительно простая методика окрашивания шерстяного волокна и х/б ткани натуральными красителями позволяет получить множество цветовых оттенков преимущественно теплой цветовой гаммы,
- изменение оттенка, получаемого при окрашивании возможно путем изменения протравы, кислотности среды, времени выдержки образцов в красильном растворе,
- использование натуральных красителей при окрашивании хб и шерстяных волокон не может обеспечить полной цветовой гаммы и яркости оттенков, даваемой синтетическими красителями разных классов.

Литература:

- 1) Беляев И.А. Растения-красители/ И.А. Беляев // Уральский следопыт. – 1986.– № 5 – с. 25-38.

*Руководитель: к.х.н. Сони́на О.Н.*

## ВОДООТТАЛКИВАЮЩИЕ ТКАНИ ДЛЯ ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ СИЛОВЫХ СТРУКТУР

Гришин Р.А., (1 курс магистратуры) Зимнуров А.Р.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Специальная ткань с камуфлирующей окраской, прямое назначение которой связано с маскирующими свойствами как в видимой области, так и при наблюдении в приборах ночного видения, должна обладать и свойствами водоотталкивания.

Цель работы – разработка рецептуры полимерного покрытия для текстиля, обеспечивающего получение совокупности таких функциональных свойств, как водоотталкивание и ИК-ремиссия.

В работе проведена оценка эффективности использования препаратов различных компаний, предлагаемых в отделочное производство, для водоотталкивающей отделки текстильных материалов. Критериями оценки являлись показатели масло- и водоотталкивания, а также показатели углов раскрытия складки, косвенно отражающих изменения упруго-эластических свойств модифицированных материалов. Результаты масло-, водоотталкивания оценивали как визуально по времени удержания капли воды на поверхности обработанного материала, так и с использованием стандартных масляных жидкостей (по ГОСТ Soil-Release AA TCC-Test 130-1969).

Полимерная композиция включала отечественный акриловый полимер, препарат на основе фторкарбоновых кислот и сшивающий компонент. Технология заключалась в модификации текстильного материала полимерной загущенной композицией путем ракельного нанесения, далее после подсушки проводили фиксацию горячим воздухом при 150-160 °С в течение 2-3 мин.

С целью получения ИК-ремиссионных свойств в модифицирующую полимерную композицию дополнительно вводили в специально выверенных концентрациях ароматическую добавку природного происхождения. Результаты полученного эффекта оценены с помощью спектральных характеристик, снятых в рабочем диапазоне 250 - 1100 нм, с помощью спектрофотометра со специальной интегрирующей сферой (фирма PerkinElmer Ltd), свидетельствуют о получении ИК-ремиссии, а следовательно, о достижении маскирующих свойств и в целом потребительских качеств.

### Литература

1) Гришин Р.А., Зимнуров А.Р., Санжеева Е.Б., Козлова О.В., Одинцова О.И. Полимерное покрытие для придания текстильным рисункам эффекта ИК-ремиссии // РХЖ. 2022. №. 2. Том LXVI. С. 28-32

*Руководитель: к.т.н. Козлова О.В.*

## **КРАШЕНИЕ ХЛОПКОПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ КРАСИТЕЛЯМИ ФИРМЫ «ХИМТЕХНИК»**

Давыдова А.А., Аверьянова Т.Е. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последние десятилетия в текстильной промышленности в смеси с хлопковым волокном перерабатывают вискозные, полиэфирные и капроновые штапельные волокна. Наиболее большое распространение получили ткани из смеси хлопкового и полиэфирного волокон с содержанием от 33 % до 67 % лавсана. Наличие в хлопкополиэфирных тканях хлопкового волокна обеспечивает хорошую гигроскопичность, мягкую фактуру, невысокий заряд статического электричества, а полиэфирное волокно придает высокие прочностные характеристики, повышенную сопротивляемость к смятию и формоустойчивость.

Ткани, состоящие из смесей различных по своей природе волокон, невозможно окрасить в насыщенные цвета красителями одного класса. Их красят смесями красителей, каждый из которых закрашивает одну из составляющих. Для окрашивания полиэфирного волокна используют дисперсные красители, хлопкового – активные.

Целью работы был подбор смеси красителей «под эталон», выбор режимы крашения хлопкополиэфирной ткани и оценка цветовых характеристик полученных окрасок.

В исследовании использованы смеси активных и дисперсных красителей под маркой Дисперсол-Насыщенный голубой и Дисперсол-Василек, разработанные в научно-химической лаборатории предприятия ООО «ХимТехник». Так как дисперсные красители относятся к высокотемпературным красителям, то из огромного ассортимента активных для исследования были выбраны объекты с более высокой температурой термофиксации - монохлортриазиновые.

Красители подобраны друг к другу по всем основным показателям, важнейшими из которых являются рН среды при крашении и температура термофиксации. На материале получены окраски, общее цветовое различие ( $\Delta E$ ) которых с эталоном составляет менее 1.

*Руководитель: д.т.н., проф. Владимирцева Е.Л.*

# **ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ РАЗЛИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА**

Ерзунов К.А. (аспирант)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Функциональная отделка текстильных материалов с целью придания им таких специальных свойств, как антимикробные, самоочищающиеся, УФ-защитные, гидрофобные и других становится все более актуальным в современной текстильной промышленности. При этом активно ведутся исследования по разработке новых отделочных препаратов и эффективных технологий их иммобилизации на ткани различного волокнистого состава.

Настоящая работа посвящена разработке научных подходов к созданию отечественных препаратов и технологий их использования для формирования функциональных покрытий на текстильных материалах различного волокнистого состава.

Для функциональной отделки использовали модификаторы на основе наночастиц оксида цинка и оксида титана, а также гидрофобизатора политетрафторэтилена. Эффективным подходом в формировании функциональных покрытий является использование композиций на основе полимеров. Разработано специальное индикаторное покрытие для определения оксипролина в различных биологических жидкостях. Покрытие формировали методом текстильной печати. В качестве носителя использовали бумажные и текстильные материалы.

Наночастицы оксида цинка и оксида титана были получены золь-гель методом. Диоксид титана в виде суспензии наносили на полиэфирную ткань, подвергнутую предварительной активации. Активация полиэфирных волокон позволяет дополнительно увеличить степень фиксации покрытия на ткани. С использованием метилцеллюлозы готовили композиции, содержащие наночастицы оксида цинка. Частицы наносили на текстильные материалы различного волокнистого состава.

Показано, что обработанные материалы проявляют высокие фотокаталитические и антимикробные свойства. Дополнительное допирование частиц оксида титана атомами металлов позволяет добиться роста полученных показателей.

Теломеры ПТФЭ также наносили на ПЭФ ткань с различной кратностью нанесения. Гидрофобные свойства модифицированной полиэфирной ткани количественно характеризовали краевым углом смачивания, а также значениями водопоглощения модифицированной ткани. Значения краевых углов предварительно активированной ткани превышают эти показатели для неактивированной.

*Руководитель: д.т.н., проф. Одинцова О.И.*

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ильичева М.Д., Ерзунов К.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Значимым свойством тканей и нетканых материалов, используемых для пошива изделий медицинского назначения, являются их антимикробные и вирулицидные свойства. Современные препараты для такого вида отделок включают различные классы катионных веществ и наночастиц металлов. Особенно интересны препараты на основе наночастиц серебра, обладающего уникальными антимикробными и вирулицидными свойствами.

Цель данной работы совершенствование состава препарата на основе наночастиц серебра отечественного производства и разработка технологии его применения для полипропиленовых нетканых материалов.

Наночастицы серебра получали методом химического восстановления серебра из нитрата серебра. В качестве восстановителя использовали глиоксаль. Изучено влияние концентрации составных частей препарата на антимикробную активность пропитанных текстильных материалов.

В качестве объектов исследования выбран полипропиленовый нетканый материал (спанбонд), необходимый для пошива комбинизонов для врачей «красных» зон. При обработке полипропиленовых нетканых материалов образцы на начальной стадии промывали в растворе ПАВ концентрацией 2 г/л при температуре 40<sup>0</sup>С с целью удаления сопутствующих веществ и загрязнений, высушивали в термошкафу при температуре 50<sup>0</sup>С в течение 10 минут, после чего пропитывали раствором наночастиц серебра при 20<sup>0</sup>С и сушили при 50<sup>0</sup>С до полного высыхания.

Анализ влияния поверхностной плотности спанбонда на эффективность и равномерность нанесения наночастиц серебра, показал, что образец плотностью 25 г/м<sup>2</sup>, имеет более яркую и равномерную окраску, что свидетельствует о более равномерном распределении наночастиц на поверхности текстильного материала.

Определена антибактериальная активность образцов полипропиленового нетканого материала по отношению к *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Показано, что для образца плотностью 25 г/м<sup>2</sup> наблюдаются высокие биоцидные свойства, зона задержки роста бактерий в среднем составляет 2-3 мм.

*Руководители: д.т.н., проф. Одинцова О.И.*

## АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Константинова З.А. (асп.), Токарева А.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Несмотря на глобальные изменения, происходящие в последнее время в окружающем мире, текстильные материалы не теряют своей необходимости. Вместе с тем, чтобы обеспечить требования настоящего момента, изделия из них должны иметь дополнительные функциональные свойства, определяемые областью применения: защищать человека от различных вредных микроорганизмов и насекомых, дозированное выделение питательных веществ, ароматов и т.д.

На сегодняшний день представляют интерес химические соединения, образующие с различными веществами комплексы типа хозяин-гость. «Хозяин» представляет собой молекулу с внутренней полостью, а «гость» - молекулу другого соединения, которая входит в эту полость и задерживается там за счет целой совокупности межмолекулярных взаимодействий.

Одним из таких веществ является циклодекстрин (CD). Благодаря своей гидрофильной внешней поверхности и гидрофобной внутренней полости CD часто используются в фармацевтике для повышения растворимости гидрофобных биомолекул.

В работе проведена комплексная оценка антибактериальных свойств льняного и хлопчатобумажного текстильных материалов, обработанных растворами серебра в сочетании с  $\beta$ -циклодекстрином ( $\beta$ CD) и гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрином (HP $\beta$ CD), устойчивости эффекта к мокрым обработкам и внешним воздействиям в процессе эксплуатации.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что наиболее прочно комплексы серебра с CD фиксируются на льняном текстильном материале. Наличие гидроксильных групп  $\beta$ CD вокруг частицы серебра способствует процессу сорбции комплекса на поверхности льняного волокна, включающего не только целлюлозную составляющую, но и такие вещества как лигнин, пектины и гемицеллюлозы. Таким образом, создание HP $\beta$ CD-оболочки стабилизирует ультрадисперсные частицы серебра, и способствует более прочному закреплению их на волокне.

*Руководитель: д.т.н., проф. Владимирцева Е.Л.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОРЕЗИНЕННЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

И. А. Гильдеев (3 курс), Р. Р. Мустафина (3 курс)

*Казанский национальный исследовательский технологический университет*

В работе предлагается использование измельченных межлекальных отходов материала ЛТЛ-1-2 [1], применяемого для изготовления средств индивидуальной защиты кожи (АО «КазХимНИИ»). Поверхностная плотность  $420 \pm 30$  г/м<sup>2</sup>, основа материала представляет собой ткань с покрытием бутилкаучука (БК) со смесью тройного этиленпропиленового каучука (СКЭПТ) с лицевой стороны покрыта двумя рецептурами на основе хлорсульфированного полиэтилена (ХСПЭ) и полихлоропрена (ПХП). Измельченные отходы материала скрепляются клеевыми связующими, и прессуются, в качестве связующего выбраны полиуретановые композиции производства ООО «ПолиМикс Казань». Проработаны режимы прессования, степень измельчения отходов и соотношение в смеси. Варьирование соотношения отходов и связующего, нанесение композиции на текстильную основу позволяет получать материалы с заданными значениями толщины и физико-механических характеристик. Внешний вид измельченных отходов и полученного материала представлен на рис.



а



б

Рисунок – Внешний вид измельченных отходов многослойного прорезиненного материала (размер решетки 2 мм) (а); внешний вид полученного композиционного материала

Материалы обладают равномерной толщиной; сохраняют свойства после замачивания. Подобные смеси могут применяться для получения напольных и настольных противоскользящих покрытий, искусственных кож и других материалов.

## Литература

1) Сухова, А. А., Многофункциональный композиционный материал ЛТЛ-1-2 / А. А. Сухова, Л. А. Тарасов, Л. Н. Абуталипова // Вестник Казанского технологического университета – 2017. – Т. 17. – №21. – С. 75-76.

*Руководитель: д.т.н., проф. Азанова А. А.*



# **ФОРМИРОВАНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ПЕЧАТИ**

Петрушина В.Ю., Ерзунов К.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В современном материаловедении активно используются препараты на основе различных наночастиц для создания текстильных материалов со специальными свойствами. Однако получение покрытий устойчивых к мокрым воздействиям, а также изучение характера взаимодействия наноразмерных препаратов с волокном является до сих пор актуальным.

Современные препараты для такого вида отделок включают различные веществ. Особенно интересны препараты на основе наночастиц оксида цинка, оксида графена и серебра, обладающих уникальными свойствами.

Целью данной работы является разработка устойчивых двухкомпонентных функциональных покрытий на текстильных материалах различного волокнистого состава.

В качестве объектов исследования выбрана хлопчатобумажная ткань, полиэфирный материал, а также смесовые хлопкополиэфирные материалы, содержащие от 75 до 50% в своем составе полиэтилентерефталата.

Одним из эффективных методов формирования устойчивых покрытий на текстильных материалах является метод печати. В качестве загустителя использовали метилцеллюлозу. Композиции готовили на основе наночастиц оксида цинка и оксида графена с дополнительным включением наночастиц серебра.

Изучено влияние поверхностной плотности различных тканых материалов на равномерность нанесения наночастиц на текстильный материал и устойчивость покрытий к мокрым обработкам.

Показано, что большая степень фиксации наблюдается для частиц оксида графена независимо от волокнистого состава текстильного материала. Поскольку синтетические волокна являются достаточно упорядоченными, покрытия на хлопкополиэфирный материал наносились гораздо равномерней и более прочно удерживались на хлопкополиэфирной ткани, чем на хлопчатобумажном материале.

Определена антибактериальная активность обработанных образцов по отношению к *Staphylococcus aureus* и *E. coli*. Все образцы обработанных тканей обладают антимикробными свойствами. Покрытия, содержащие частицы оксида цинка и оксида графена, проявили бактериостатический эффект в то время, как серебросодержащие – бактерицидный. Сочетание на поверхности материала нескольких наночастиц позволило повысить антимикробные свойства ткани.

*Руководитель: д.т.н., проф. Одинцова О.И.*

## МОДА И ЭКОЛОГИЯ В ЭПОХУ SUSTAINABILITY

Репин И.В., Феоктистова В.М., Пазун Е.А.

*ОГБПОУ «Ивановский колледж лёгкой промышленности»*

Устойчивое развитие (англ. sustainable development, более точный перевод - непрерывно поддерживаемое развитие) - термин, предложенный Международной комиссией по окружающей среде и развитию (комиссия Брундтланд) в докладе «Наше общее будущее» (1987; русский перевод 1989) для обозначения социального развития, не подрывающего природные условия существования человеческого рода [1]. Идеи устойчивого развития человеческого общества в гармонии с окружающей природной средой обсуждаются на самых разных уровнях, а критерии экологической безопасности берутся за основу при проектировании и внедрении новых технологий.

Индустрия моды истощает и загрязняет ресурсы Земли, вызывая негативные последствия. Она заняла второе место в рейтинге самых загрязняющих промышленности в мире. Ежегодно fashion-индустрия наносит экологии больший ущерб, чем транспорт, энергетика и производство продуктов питания. В первую очередь на это повлиял феномен «Fast-Fashion» - быстрая мода. Это бизнес-модель, которая продвигает быстрое производство дешевой одежды, соответствующей новым тенденциям моды.

Мир моды - отражение главных тенденций развития человеческого общества, его проблем и надежд. А значит fashion-индустрия не могла остаться в стороне от глобальных экологических проблем, одной из причин которых стала она сама. Современное общество мотивировано на потребление и, к сожалению, не готово отказаться от возможности красиво и модно одеваться даже во имя спасения планеты. Поэтому нацеленность мировых брендов на актуализацию вопросов охраны окружающей среды и внедрение экономических и социальных принципов концепции Sustainability в стандарты корпоративного развития позволит постепенно найти грань между «необходимым минимумом потребностей человечества» и возможностями окружающей среды обеспечить этот минимум.

### Литература:

1) Гостева С.Р. Экологическая безопасность России и устойчивое развитие / С.Р. Гостева // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – т.16. №3 – с. 704-717.

*Руководитель: к.х.н. Сони́на О.Н.*

# СОВРЕМЕННЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИСКУССТВЕ НАБОЙКИ ТКАНЕЙ

Сандалова А.А., Глотова Ю.А.

*ОГБПОУ «Ивановский колледж лёгкой промышленности»*

Искусство русской набойки и изготовления печатных тканей берет начало в раннем Средневековье. Сложившиеся в древности технологические приемы производства набивных тканей определили мотивы орнаментов и цветовые гаммы рисунка, передававшиеся ремесленниками из поколения в поколение [1].

Индивидуальность творчества каждого мастера выражалась в процессе набивки узора, в его умении подобрать и скомпоновать штампы. Технически все начиналось с разработки штампа: в основу рисунка ложился эскиз художника по набойке, далее узор вырезался на деревянном бруске. Эти деревянные штампы, «манеры», с древних времен вырезались лишь из торцевой части ствола яблони или груши, в южных районах - из айвы или фисташки. Готовые штампы проваривали в животном жире и хорошо просушивали. [2] С помощью трех или четырех штампов разного размера, комбинируя их орнаменты в раппорты, можно создавать различные композиции рисунка.

Возврат к старинным технологиям стал как никогда актуален в эпоху экологических трендов и запроса на кастомизованные ткани. Большой популярностью в условиях домашнего творчества пользуется технология линогравюры. Она проста в исполнении, но требует определенных навыков владения ручным инструментом, иначе трудно добиться хорошего качества исполнения рисунка.

Цель данной работы: создать коллекцию штампов для тканей на основе древне-русских орнаментов X-XVII вв. с использованием цифровых графических и аддитивных технологий. Выполнить печать на тканях с применением природных красителей.

Литература:

- 1) Громова М. В. Становление и развитие искусства русской набойки кустарного периода / М. В. Громова, Е. В. Морозова // Вестник славянских культур. - 2017. – т. 44 - с. 189–194.
- 2) Мардонова Ф.Б. История раскрытия технологии набойки и их использование в швейном производстве/ Ф.Б. Мардонова, Ж.Б. Матёкубова // Вестник магистратуры. – 2019.– № 11-4 – с. 40-41.

*Руководитель: к.х.н. Сони́на О.Н.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Трегубов А.В., Ерзунов К.А., Петрушина В.Ю.

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

В настоящее время текстильные материалы с заданными multifunctional свойствами становятся все более востребованными. Особый рост спроса приходится на одежду с покрытиями, предотвращающими воздействие УФ-излучения, патогенных микроорганизмов, различных химических веществ и т.д. Перспективными модификаторами для волокнистых материалов могут послужить препараты на основе наночастиц оксида цинка.

Целью исследования является получение наноразмерных цинксодержащих препаратов и их нанесение на текстильные материалы методом печати для придания ткани новых функциональных свойств.

Для получения наночастиц цинка использовали хлорид цинка и ацетат цинка в качестве прекурсоров. Процесс синтеза проводили при постоянном перемешивании с добавлением гидроксида натрия и этилового спирта в качестве осадителей. Размеры частиц, полученные из ацетата и хлорида цинка, составили 100-200 нм соответственно.

Технология нанесения частиц включала печать композицией, содержащей наноразмерные препараты, а также загуститель метилцеллюлозу, после чего образцы подвергали конвективной сушке горячим воздухом при температуре 90-100°C.

Проведено исследование антибактериальных свойств обработанных образцов ткани методом дисков по отношению к кишечной палочке и золотистому стафилококку. Установлено, что ткани с нанесенным функциональным покрытием проявляют устойчивый к стиркам бактерицидный эффект.

Для изучения УФ-защитных свойств покрытий образцы тканей облучали УФ-светом с длиной волны 270 нм. Сравнительную оценку проводили по изменению окраски пятна красителя, нанесенного на обработанную и необработанную ткань. Установлено, что по сравнению с необработанным материалом, степень обесцвечивания красителя для материала с покрытием гораздо ниже.

Исследованы физико-механические показатели обработанных текстильных материалов. Установлено, что образцы с нанесенным покрытием обладают большей устойчивостью к разрывным нагрузкам, но меньшей эластичностью по сравнению с необработанными образцами.

*Руководитель: д.т.н., проф. Одинцова О.И.*

**Секция 20. Образ современности:  
коммуникативное, когнитивное, ценностное**

## **ПРАВДА В ТОМ, ЧТО ПРАВДЫ НЕТ?**

Анисимов С.С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

ПРАВДА - понятие, близкое по значению понятию "истина", но в русской философии оно служит также выражению дополнительного смысла, связанного с указанием, с одной стороны, на подлинную вселенскую истину, а с другой - с указанием на предельную личную убежденность говорящего

Актуальность темы состоит в том, что на современном этапе существует большое количество противоречивых источников информации, что создает сложности в определении правильности той или иной информации. Также, существует ряд философских и научных теорий, которые затрагивают вопросы истины и ее сущности.

Некоторые философы, такие как Ницше, Фуко, Деррида и другие, отмечали, что истина является конструктом, созданным человеком, который зависит от языкового контекста и системы знаков. Они также указывали на то, что истина может быть использована как инструмент власти, что может приводить к манипуляциям и искажениям информации.

Существует и другая концепция, согласно которой истина – это знание, адекватное действительности. Такое понимание истины было предложено знаменитыми древнегреческими философами Платоном и Аристотелем и является классическим. Классическая концепция истины – одна из основных теорий, которая широко используется в современной философии и науке. Существуют также когерентная, прагматическая и конвенциональная теории истины.

Таким образом, вопрос о сущности истины и ее существовании является сложным и многогранным, и может быть рассмотрен с разных точек зрения.

*Руководитель: д.ф.н., проф., Зеленцова М.Г.*

## ПРОБЛЕМА ЛЮБВИ: ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ.

Антошина А.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Любовь – это то, что волнует писателей и поэтов. Она вдохновляет на великие дела ученых, композиторов, художников, архитекторов, политиков. Благодаря любви существует мир. Много веков назад философы задумались над этим явлением. Большинство сошлось во мнении, что любовь – это величайшая тайна, это большое счастье и боль, самое большое испытание для человека. Все люди мечтают о большой любви, но не все готовы принять ее в своем сердце. Писатели-классики используют любовь как показатель духовной зрелости персонажа.

Многие авторы снова и снова задаются вопросом: “что такое любовь?” Ей посвящают психологические и философские трактаты, сонеты, фильмы и другие произведения искусства. В то же время, каждому из нас рано или поздно приходится самостоятельно находить для себя ответ на этот вопрос.

Наша работа основана на анализе произведения «Искусство любить» Эриха Фромма – выдающегося социолога, психолога и философа 20 века, последователя Зигмунда Фрейда, автора многих популярных работ на тему психологии.

Цель Эриха Фромма заключалась в том, чтобы показать, что любовь – это не чувство, легкодоступное любому человеку независимо от степени его зрелости. Автор стремится убедить читателя в том, что любые попытки любить обречены на провал, если человек не постарается самым активным образом развивать собственную цельную личность, чтобы обрести созидательную ориентацию; удовлетворение в индивидуальной любви не может быть достигнуто без способности любить ближнего, без искреннего смирения, без смелости веры и дисциплины. В тех культурах, где эти качества редки, способность любить неизбежно оказывается редким достижением. Такова, например, современная массовая культура, основной ценностью в рамках которой является потребление материальных благ. Именно потребительское отношение к человеку не как к цели, а всего лишь как средству достижения своекорыстных целей является, по мнению Эриха Фромма, основной проблемой современного общества. Хотя эта мысль была высказана шесть десятилетий тому назад, сегодня она ещё более актуальна. Именно в отказе от потребительского отношения к другому человеку, в переходе к подлинному гуманизму в отношениях между людьми и заключается, по мнению Эриха Фромма, истинное искусство любить. Именно такая любовь придаёт жизни человека подлинный смысл.

*Руководитель: канд. психол. наук, доц. кафедры философии Клейман М.Б.*

## «ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ» В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ РЕАЛИЯХ

Бабурина Е.М. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Отрицательные результаты являются важным строительным блоком в развитии научной мысли. Но большинство отрицательных результатов не публикуются. Частично проблема заключается в традиционном мышлении и жесткой структуре публикации, которая имеет тенденцию рассматривать отрицательные результаты в негативном свете. В данной работе рассмотрена проблема сложной современной роли отрицательного результата.

Теоретическое обоснование необходимости отрицательных результатов дал К. Поппер. Он утверждал, что исследование — это «путешествие открытий», которое подвержено непредсказуемости и ошибочности. Он сформулировал методологию *фальсификации* — способа опровержения научного утверждения. В методологии науки процедура фальсификации рассматривается в рамках гипотетико-дедуктивного метода, когда логический вывод непосредственно эмпирически проверяемых следствий из предлагаемой гипотезы, всегда выходящей за пределы эмпирически данного, служит основанием для оправдания или опровержения этой гипотезы.

Классическая философия развивала идею отрицания в работах немецких классиков. Г.В.Ф. Гегель вывел 3 закона диалектики, один из которых «Закон отрицания отрицания». Он означает, что переход из одного качественного состояния в другое произошел после преодоления старого качества и вторичного принятия в новом виде того, что было накоплено на предшествующей ступени. Процесс развития носит поступательно-повторяемый характер. Новое всегда отрицает старое и занимает его место, но постепенно уже само превращается из нового в старое и отрицается все более новым. Таким образом, развитие идет по спирали, причем каждый виток спирали повторяет прежние, но на новом, более высоком уровне.

Классический пример продуктивных отрицательных результатов, признанных исследователями научными и положивших начало смене парадигмы в науке, произошел в 19 веке. Альберт Майкельсон и Эдвард Морли провели последовательные эксперименты в конце 1880-х годов, стремясь повысить точность распространенной теории эфира. Все их усилия по продвижению теории привели к постоянному отклонению их исследовательских гипотез. Несколько лет спустя эти нулевые результаты были опубликованы в *American Journal of Science* и сыграли важную роль в вдохновении новых экспериментов, в том числе хорошо известного, который подтвердил основную физическую теорию, предложенную Альбертом Эйнштейном в 1905 году: специальную теорию относительности.

*Руководитель: к.ф.н., доцент Палей Е.В.*



## «ВЕРНОСТЬ» КАК ОБЪЕКТ ФИЛОСОФСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Вершинский И.В. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В наше время понятие «верность» является объектом анализа в работах многих представителей как отечественной, так и зарубежной философии. Однако на сегодняшний день затруднительно дать хотя бы примерное определение данного понятия, так как каждый из нас понимает его по-разному.

Можно рассматривать верность как черту характера, но верность, по нашему мнению, представляет собой нечто большее - состояние души и внутреннего мира человека. Её наличие или отсутствие в человеке напрямую зависит от воспитания и личностных особенностей каждого из нас. Верность относится, скорее, не к базовым психическим свойствам личности, а определяется её морально-этическими принципами в отношении таких понятий, как дружба, долг, вера, любовь, честь. Если рассматривать понимание верности человеком как этической нормы, то следует понимать, что она осталась неизменной частью этики, так как со временем этические нормы претерпели множество изменений, но понимание верности осталось неизменным. Таким образом, верность является константой внутреннего мира человека и норм его поведения. Примечательно, что верность одной стране, одной девушке (мужчине), своему делу является константой *личного* выбора. И такое понимание практически не зависит от условий той или иной эпохи.

К огромному сожалению, такое существенное понятие является значимым далеко не для каждого человека: кто-то предаёт людей, кто-то страну, в которой родился, кто-то обманывает, глядя в глаза со словами «люблю». Следует задаться вопросом: может быть, эти люди слабы морально? Неспособность сохранить верность является истинным проявлением слабости и предательства собственного выбора. Хотя представления о верности для каждого из нас во многом субъективны, каждый из нас согласится с тем, что быть верным человеком — это прямое проявление наших поступков, но не абстрактных рассуждений, так как «действия говорят громче слов».

Таким образом, в современной философии верность рассматривается как некоторый инструмент, потому что невозможно дать чёткого определения данного понятия. По нашему мнению, *верность* представляет собой, в первую очередь, единство выбора и устойчивых морально-этических установок личности.

*Руководитель: канд. психол. наук, доц. каф. философии Клейман М.Б.*

# ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОНЯТИЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ВЕРОЯТНОСТИ

Гонова В.А. (1 курс магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Неопределенность – это вид взаимодействий, лишенных конечной устойчивой формы. Она может быть производна от комплексной природы объекта-события, когда последнее происходит прямо «на глазах», опережая всевозможные прогнозы. Феномен неопределенности отождествим с потенциальной полнотой всех возможных изменений в пределах существующих фундаментальных физических констант. С другой стороны, с неопределенностью тесно связана вероятность, предполагающая устойчивое распределение признаков совокупности и нацелена на исчисление континуума возможных изменений.

Автор работы предлагает логическую визуализацию проблемы применения понятий неопределённости и вероятности на примере электродиализной очистки сточных вод от раствора никелирования



Рис.1. Визуализация проблемы применения понятий неопределённости и вероятности на примере электродиализной очистки сточных вод от раствора никелирования

Очевидно, что для характеристики стадии решения проблемы более уместно использовать понятие «вероятность», сводящееся к поиску оптимального варианта решения научной задачи. Понятие «неопределенность» мы употребляем для характеристики допроблемной стадии научного поиска, отличающейся невозможностью точного описания процедуры постановки проблемы.

*Руководитель: к.ф.н., зав. кафедрой философии, доц. Палей Е.В.*

## ОСОБЕННОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЛОСОФИИ ИГРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Кузьмиков М.С. (студент 1 курса магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
Институт химии растворов РАН имени Г.А. Крестова*

Многочисленные исследования наделяют игровой педагогический подход рядом уникальных возможностей. Нравственное воспитание детей, формирование их умения ориентироваться в окружающей действительности, а также факт, что игра является действенным средством социализации, открывает простор для творческого построения образовательного процесса.

Игровые технологии способствуют формированию профессиональной позиции обучающихся. Они позволяют взглянуть на себя со стороны, в иной социокультурной ситуации. Это дает возможность построить уникальную систему эмоциональных оценок, взглядов и суждений. Со стороны учителя игротехническая культура дает возможность выбирать и адаптировать методы подбора оптимальных решений сложных проблем профессиональной деятельности. Взаимодействие наставника с учениками зачастую обусловлено двумя противоположными подходами: управлять и контролировать игру или быть ее архитектором, не вмешиваясь в сам процесс. Именно педагог устанавливает рамки «игры», отделяя свою деятельность от «обычной жизни». Критерий свободы определяется лишь желанием самого субъекта «игры». Свобода проявляется в совместном равнозначном обмене информацией педагога и ученика.

В известной концепции Й. Хейзинги критерий наличия соревновательности имеет во многом прикладной характер. Существует несколько возможностей построения соревнования. Наиболее очевидной вариацией являются оценки. Более специфично выглядит желание преподавателя объяснить что-либо простым языком как своеобразная борьба за внимание ученика. Соответственно у обучающегося появляется стремление к лучшему пониманию материала.

Учащиеся осуществляют рефлексивную мыслительную работу по поиску межпредметных средств и способов решения поставленных задач. Развитие игровой позиции воспитателя – процесс управляемый, основным условием которого является реализация модели, обеспечивающей формирование ценностно-смыслового отношения воспитателя к «игре» и осмысление им предмета «игры». Наиболее важная задача в данном случае – умелое построение игрового процесса, с четким пониманием механизма формирования вовлеченности для достижения наилучшего педагогического эффекта.

*Руководитель: к.ф.н., доцент Палей Е.В.*

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИГРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ФИЛОСОФСКОЙ РЕФЛЕКСИИ

Лапшов А.Н. (1 курс, группа 232)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Компьютерные игры представляют собой не только средство развлечения, но они также несут в себе большой образовательный потенциал, возможности передачи социокультурных ценностей и смыслов, что делает их значимым инструментом обучения и саморазвития.

По своим эстетическим и психологическим особенностям игры могут быть сравнимы с классическими изобразительными и языковыми видами искусства. Как и любое произведение искусства, они включают в себя философское содержание и способны выступать важным инструментом философской рефлексии, необходимой для формирования мировоззрения и нравственных установок личности.

Специфика компьютерных игр состоит в том, что они представляют собой динамические интерактивные системы, позволяющие игроку не только интеллектуально осваивать различные философские концепции, но и эмоционально переживать жизненные коллизии, практически – в активном действии, в поступках – решать те или иные философские и моральные проблемы. Это способствует их более глубокому, осознанному и личностному восприятию и пониманию.

В пример можно привести игру SOMA, в которой рассматриваются проблемы иммортализма. В этой игре игроки встречаются с различными этическими и метафизическими дилеммами, связанными с созданием искусственного интеллекта, функционированием человеческого сознания, и пониманием того, что делает нас людьми. Игроки должны осуществлять нравственный выбор и принимать решения, которые могут повлиять на исход игры. В игру включены сюжетные элементы, представляющие наглядные возможности загрузки сознания в компьютеры и создания виртуальных миров. Загрузка сознания в компьютер создаёт новую цифровую сущность и изменяет восприятие реальности. При этом возникают этические и философские вопросы, связанные, в частности, с дальнейшей судьбой цифровой копии после смерти человека. Каждое решение, принятое игроком, может быть использовано как аргумент в поддержку или против теории и практики иммортализма.

Таким образом, компьютерные игры можно рассматривать как один из видов образовательных технологий. В философском плане они помогают понять сущность человека и мира, а также сделать осознанный выбор ценностных установок и путей дальнейшего развития общества.

*Руководитель: д-р филос. наук, проф. Зеленцова М.Г.*

## **КИНЕМАТОГРАФ – НЕОДНОЗНАЧНОЕ БУДУЩЕЕ В ГЛАЗАХ НЕМЕЦКОЙ ИНТЕЛЛИГЕНЦИИ НАЧАЛА XXв.**

Мешелева Т. (2 курс)

*Ивановский государственный политехнический университет*

Здесь и сейчас каждый без труда может сделать фотографию, снять видео или даже целый фильм, и никого сегодня уже не удивить этими явлениями. Однако, кино и фото не всегда были столь обыденны и столетие назад они вызвали жаркие дискуссии и споры о том, пойдут ли они человечеству на пользу, или же этот технологический прогресс погубит культуру и искусство.

Вальтер Беньямин, немецкий философ первой половины XX века, один из первых поставил вопрос о роли и значении кино и фотографии в искусстве. Он считал, что эти технологические новшества стали результатом некоторой социальной потребности, и, несмотря на свои консервативные черты, относился к ним достаточно положительно. Беньямин был уверен, что кино «обеспечивает нам огромное и неожиданное свободное поле деятельности», оно способно открыть нам другого рода природу – природу, открывающуюся камере. Конечно же, есть у кино и несовершенства: например, эта же самая камера не способна передать ауру актера, живого актера, играющего на сцене. Вместо зрителей на него смотрит аппарат, и из-за отсутствия публики профессионал не может до конца вжиться в свою роль.

Но, несмотря на это, непоколебимой остается уверенность философа в том, что кино, благодаря гибкой камере с ее спусками и подъемами, в разы обогатило наш мир; оно станет инструментом тренировки рассеянного сознания и определенно пойдет на пользу человечеству.

Современник Вальтера Беньямина Теодор Адорно был настроен куда более пессимистично и критически. Он считал, что под влиянием не только кино, но и радио, и телевидения (все это является проявлением именно массовой культуры) истинная культура разрушается. Она стремительно политизируется и превращается в бизнес. В таких условиях теряется атмосфера свободы и творчества, падает общий уровень произведений искусства, а в результате падает и уровень духовного развития человека в целом. Макс Хоркхаймер соглашался с Теодором Адорно, и оба придерживались мнения, что кино склонно процветать в странах с капиталистическим строем. Тут сразу же можно возразить и противопоставить советский легендарный кинематограф, родина которого была, прямо скажем, далека от капиталистического уклада.

За последнее столетие кинематограф претерпел значительные изменения, но рассуждения ушедшего столетия о его роли в нашем мире, бесспорно, остаются актуальными и по сей день.

*Руководитель: зав.каф.ФСГД ИВГПУ, д.и.н., Смирнов Д.А.*

## ЭТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА

Овчинников Г. Д. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Что представляет из себя искусственный интеллект (ИИ). На данный момент нет чёткого определения ИИ. Несмотря на это, ИИ активно внедряется в человеческую жизнь. В связи с этим можно выделить целый ряд проблем применения ИИ, имеющих этическую составляющую:

- 1) влияние ИИ на права и свободу человека;
- 2) ответственность за создание и ошибки ИИ;
- 3) цели использования ИИ;
- 4) автономность ИИ.

Кто несет ответственность, если случится авария из-за ошибки ИИ? Насколько в этом вопросе машина равна по отношению к человеку? Может ли машина нести ту же ответственность, что и человек? Для разрешения этих вопросов необходима понимать, что этика представляет из себя не набор конкретных правил, а комбинацию размышлений, связанных с поиском правильных моральных решений. Также нужно учитывать, что в действительности этические принципы эволюционируют, и поэтому должны быть связаны не только с системой «человек-человек», но и «человек-машина».

В наше время в таких дисциплинах как медицина и право имеются кодексы этики, связанные с соответствующими наказаниями за несоблюдение этих правил. При этом общего кодекса этики ИИ не существует. В сложившейся ситуации необходимо выстроить этику ответственности, учитывающую приоритетность последствий поступков и исключаящую в качестве оправдания наличия «благих намерений». Человек должен осознать необратимость внедрения в жизнь новых технологий, а значит, и новый уклад жизни. Эти изменения не нужно воспринимать как абсолютное благо. Для этики важна не польза от использования ИИ, а угроза, таящаяся в этой технологии. Ответственность – это не обязанность, а вынужденная реальность, с которой нужно смириться и нельзя игнорировать.

Про этику ответственности и ограниченность традиционной этики писал Йонас Г. По его мнению, традиционная этика не принимает во внимание последствия человеческой деятельности в изменяющихся условиях его жизни. Традиционная этика очень ограничена временными рамками и не может, в полной мере, быть основой для разрешения современных моральных проблем. В этом вопросе важно предвидеть негативные эффекты, возникающие от использования ИИ. Такой подход обеспечит безопасное будущее человечества.

*Руководитель: к.ф.н., доцент Палей Е. В.*

## **БУЛЛИНГ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ БЮДЖЕТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ: ПРОБЛЕМА ОТНОШЕНИЯ К «ИНОМУ»**

Ромодин Т.Н. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

После целого ряда трагедий в российских школах, связанных с применением сегодняшними и вчерашними школьниками огнестрельного оружия в отношении учащихся и учителей, в школах Москвы и Архангельска было проведено исследование. Согласно его результатам, 22,1% учеников сталкивается с систематическим насилием (от 4 раз в год) со стороны сверстников, 18% учащихся терпят побои и унижение от одного раза в месяц, 13% воспитанников минимум раз в неделю подвергается притеснениям со стороны ровесников. Хочется сказать, что данные не совсем точны, так как выборка была мала (30 тысяч респондентов в возрасте от 12 до 17 лет). Это явление часто обозначается понятиями «буллинг» или «школьная травля». Цель нашего исследования заключается в том, чтобы проанализировать причины такого асоциального поведения у подростков и последствия, с которыми сталкиваются как потерпевшие, так и зачинщики.

В качестве причин данного поведения можно выделить такие, как страх быть оторванным от коллектива; чувство внутригрупповой солидарности, основанное на неприязни к «иному»; отсутствие у группы конструктивной цели; провокации со стороны учителей; ощущение контроля над ситуацией/человеком; повышение уверенности в себе; обретение чувства собственной значимости.

Последствия данного поведения распространяются на три группы лиц: агрессора, жертву и окружающий их социум.

Последствия, с которыми сталкивается агрессор: повышение потенциальной склонности к антисоциальному поведению; потеря нравственных ориентиров, снижение уровня социального доверия; рост уровня отчуждения в обществе.

Последствия, испытываемые жертвой: снижение уровня самооценки; утрата способности сосредотачиваться на решении важных проблем; возрастание депрессивного и тревожного состояний; появление и усиление уже имеющихся расстройств личности; отрешение от общества; потеря стремления к жизни.

Социальные последствия: повышение уровня агрессии, утрата веры в торжество справедливости; приобретение чувства незащищённости; уменьшение уровня эмпатии к незнакомым людям.

*Руководитель: канд. психол. наук, доц. Клейман М.Б.*

## ПРОБЛЕМА СВОБОДЫ: ИДЕАЛИЗМ VS РЕАЛИЗМ

Сироткина А.С., Суворова В.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе дается сравнительный анализ двух теоретических моделей философствования – реализма (материализма) и субъективного идеализма в контексте проблематики свободы человека.

С точки зрения субъективного идеализма, сознание человека, его ощущения, являются первичными, а материальный мир – вторичным, производным. Эта концепция была сформулирована английским философом 18 века Дж. Беркли, и она разделяется некоторыми современными учеными.

Так, канадский психолог Джон Кехо, опираясь на современную квантовую физику (ее «многомировую» интерпретацию), утверждает, что люди могут не только контролировать свои мысли, но и превращать их в информационный поток, притягивая к себе те позитивные события, которые им необходимы. Человек фактически создает окружающий мир, собственную Вселенную, и в этом отношении он оказывается абсолютно свободным.

С точки зрения философского реализма, материя является субстанцией, первоосновой мира, а дух, сознание – её атрибутом. Сознание человека функционирует на основе нейронного мозгового субстрата, оно не существует автономно и не создает окружающий мир, но оно управляет поведением человека и его телесными (физическими) движениями. Точнее, управляет мозг, но на основе сознательно принятых человеком решений. Как это возможно? Ведь сознание не имеет физических характеристик, таких, как масса, энергия и т.п. Ответ на этот вопрос дает «информационная» концепция сознания, предложенная российским философом, профессором Д.И. Дубровским.

Согласно этой концепции, любая мысль содержит в себе определенную информацию, которой соответствует определенный нейромозговой код. Информация не существует вне своего материального носителя и всегда выступает лишь в качестве его свойства – структурного, динамического и т.д. Именно благодаря кодовой зависимости мысли человека через импульсы, посылаемые мозгом различным системам организма, могут управлять этими системами, например, движением руки. Д.И. Дубровский называет это информационной причинностью. Автор считает, что такое понимание сознания не ведет к устранению свободы человека, а, напротив, открывает для него новые возможности.

*Руководитель: д.ф.н., проф. Зеленцова М.Г.*



## ВРЕМЯ И ВЕЧНОСТЬ В КОНТЕКСТЕ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Уваров А.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Если течение времени есть лишь развертка в чувственном восприятии некоторой предсуществующей «в вечности» реальности, то не означает ли это, что все события в нашей жизни предопределены и свобода воли иллюзорна? Но если учесть также и квантовый характер физической реальности, то мы можем восстановить вариативность будущего и возможность свободного выбора его вариантов. «Физическая реальность» существует не во времени, а в «вечности», т.е. в некотором (по Платону) «неподвижном прообразе времени», в котором все временные модальности (прошлое, настоящее, будущее) уже заранее имеются в наличии, сосуществуют друг с другом. Но, по Платону, и смысловая реальность – «мир идей» также существует «в вечности» – этот мир лишен какого-либо временного становления.

Со стороны теоретической физики именно специальная теория относительности, созданная в 1905 г. А. Эйнштейном, стала результатом обобщения и синтеза классической механики Галилея-Ньютона и электродинамики Максвелла-Лоренца. Из принципа относительности следует, что между покоем и движением – если оно равномерно и прямолинейно – нет никакой принципиальной разницы. Разница только в точке зрения. Понятие покоя и движения приобретают смысл лишь тогда, когда указана точка отсчета.

Одно из самых фантастических предсказаний общей теории относительности – полная остановка времени в очень сильном поле тяготения. Замедление времени тем больше, чем сильнее тяготение. Замедление времени проявляется в гравитационном красном смещении света: чем сильнее тяготение, тем больше увеличивается длина волны и уменьшается его частота. При определенных условиях длина волны может устремиться к бесконечности, а ее частота – к нулю. Подобные суждения приводят нас к формулировке понятия вечности, как свойство и состояние существа, или сознания, или вещества, безусловно не подлежащего времени, то есть не имеющего ни начала, ни продолжения, ни конца в своём существовании, но содержащего за раз, в одном нераздельном акте, всю полноту своего бытия. Ведь именно тут время приобретает ацикличность, то есть упраздняется цикличность формулировки «прошлое – настоящее – будущее»; создаётся продолжительность, которая не имеет какого-либо цикла.

*Руководитель: к.ф.н., доц. Палей Е.В.*

# ФИЛОСОФИЯ И ИСКУССТВО: ВОЗМОЖНОСТИ ЛИЧНОСТНОГО РОСТА

Усов В.В. (3 курс), Верес К.А.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Потребности в самопознании, самоактуализации и личностном росте являются важнейшими жизненными потребностями человека. Глубоко и полно реализовать эти потребности способны философия и искусство.

Философия формирует мировоззрение личности, дает возможность человеку осмыслить свое место в мире, свое отношение к миру и к другим людям, развивает критическое и творческое мышление. При этом философия апеллирует к разуму и использует теоретические, логические формы представления своего содержания.

Искусство обычно противопоставляется философии как особый способ самопознания и познания человеком мира, основанный на использовании образных средств и обращенный не только к интеллекту, но и к человеческим эмоциям. Произведение искусства – это результат творческой деятельности человека, имеющий материальное воплощение, смысловую и эстетическую ценность, которые могут быть восприняты и поняты другими людьми.

Уникальным способом самопознания и личностного роста, доступным человеку благодаря искусству, является феномен катарсиса. Катарсис – это метаморфоза человека через приобретение им концентрированного негативного опыта, результатом которой является становление зрелой личности, адаптированной к условиям, из которых был получен данный опыт. Особенно яркий и наглядный опыт катарсиса могут дать современные видеоигры.

Компьютерная игра, сбалансированно использующая собственный инструментарий, способна произвести сильное впечатление на игрока, предложить ему самые разнообразные эмоционально насыщенные жизненные ситуации. Например, видеоигра «Тук-тук-тук» - это борьба человека с собственными страхами и безумием в процессе взросления; игра «Braid» - широкий спектр ценностей человека, от преодоления собственных привычек до осмысления мировоззрения одного из создателей ядерной бомбы. Хорошая игра способна помочь игроку понять и преодолеть себя, достичь некой гармонии через испытание, изменить личность человека. В то же время она ставит сложные философские проблемы, требующие работы интеллекта.

Таким образом, искусство, в частности компьютерные игры, соединяет в себе философские и художественные способы самопознания и саморазвития личности.

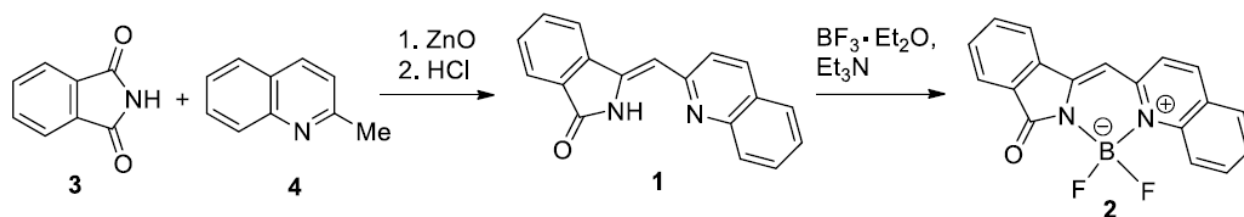
*Руководитель: д.ф.н., проф. Зеленцова М.Г.*

## **Секция 21. Modern chemistry: topical issues and advances**

# BORON COMPLEX WITH 3-(QUINOLINE-2-ILMETHYL)ISOINDOLINE-1-ONE: SYNTHESIS AND SPECTRAL-LUMINESCENT PROPERTIES

Nabasov A. A. (1st year postgraduate student)  
*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

BODIPY is one of the interesting groups of organic dyes currently undergoing intensive research. Unsymmetric analogues of BODIPY attract scientists' attention too. A decrease in the symmetry of the fluorophore nucleus leads to a decrease in  $\pi - \pi$  interactions in the solid state. This causes the presence of intense fluorescence of asymmetric boron complexes both in solutions, and in powders and films, as well as a significant increase in Stokes shifts. One of the promising ligands for the synthesis of unsymmetrical complexes with boron is (E,Z)-3-(quinolin-2-ylmethylene)isoindolin-1-one **1**. In this work, we report on the synthesis of compound **1**, the boron complex **2** based on it, and the spectral and luminescent properties of the obtained compounds.



Compound **1** is yellow and complex **2** is brown. Both compounds are soluble in chloroform, acetone, DMF. They were purified by column chromatography; the composition and structure of compound **2** were confirmed by LDI-TOF mass spectrometry, one- and two-dimensional NMR spectroscopy, and vibrational spectroscopy.

The spectral-luminescent properties of complex **2** have been studied. It demonstrates a high fluorescence quantum yield in a chloroform solution. A significant decrease in the fluorescence intensity of the complex in a toluene solution was also noted.

*The work was carried out within the framework of the state task for the implementation of research (topic no. FZZW-2020-0010)*

*The study was carried out using the resources of the Center for Shared Use of Scientific Equipment of the ISUCT (with the support of the Ministry of Science and Higher Education of Russia, grant No.075-15-2021-671).*

*Supervisor: D.Sc. (Chemistry), prof. Galanin N. E.*

## RUTIN, QUERCETIN AND HYDROXYPROPYL- $\beta$ -CYCLODEXTRIN COMPLEXES IN WATER-ETHANOL MEDIA

Alister D.A. (post-graduate student)

*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

Polyphenols of natural origin, namely, flavonoids rutin (Rut) and quercetin (QCT), are widely used in pharmaceutical industry due to their antioxidant properties, but their low solubility in water limits their bioavailability. Cyclodextrins (CD) can increase the solubility of flavonoids as well as their resistance to hydrolysis, thermal and oxidative degradation owing to the formation of inclusion complexes of the “guest-host” type. In addition, an increase in the solubility of flavonoids can be achieved by conducting molecular complexation in aqueous organic solvents.

In this regard, in our work, the processes of molecular complexation of hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin (HP- $\beta$ -CD) with rutin [Rut $\subset$ HP- $\beta$ -CD] and quercetin [QCT $\subset$ HP- $\beta$ -CD] in aqueous ethanol solvents of variable composition at  $T = 298.15$  K are examined.

The following thermodynamic parameters were obtained: stability of complexes, changes in the Gibbs energy, changes in enthalpy and entropy of complex formation. It was found that the values of  $\lg K$  [Rut $\subset$ HP- $\beta$ -CD] decrease with an increase in the proportion of ethanol in the solvent:  $\lg K = 3.3$  ( $X_{\text{EtOH}} = 0.05$  mol.fr.),  $\lg K = 2.7$  ( $X_{\text{EtOH}} = 0.1$  mol.fr.). The enthalpies of complexation for the complex [Rut $\subset$ HP- $\beta$ -CD] were:  $\Delta_r H = -16.0$  kJ/mol ( $X_{\text{EtOH}} = 0.05$  mol.fr.),  $\Delta_r H = -11.0$  kJ/mol ( $X_{\text{EtOH}} = 0.1$  mol.fr.).

The stability of the [QCT $\subset$ HP- $\beta$ -CD] complex varies from  $\lg K = 3.8$  in water to  $\lg K = 3.3$  in a solvent with an ethanol content of 0.1 mol.fr. The enthalpies of complexation for the complex [QCT $\subset$ HP- $\beta$ -CD] were:  $\Delta_r H = -4.9$  kJ/mol (water),  $\Delta_r H = -7.6$  kJ/mol ( $X_{\text{EtOH}} = 0.05$  mol.fr.),  $\Delta_r H = -7.3$  kJ/mol ( $X_{\text{EtOH}} = 0.1$  mol.fr.).

Comparison of the results showed that for both complexes, a decrease in stability occurs with an increase in the molar fraction of ethanol in the solvent. When the [Rut $\subset$ HP- $\beta$ -CD] complex is forming, the exothermicity of the reaction decreases, while for the [QCT $\subset$ HP- $\beta$ -CD] complex, it practically does not change during the transition from 0.05 mol.fr. to 0.1 mol.fr. ethanol. These differences are explained by the fact that the entropic contribution to the change in the Gibbs energy of complex formation is greater for the [QCT $\subset$ HP- $\beta$ -CD] complex than for [Rut $\subset$ HP- $\beta$ -CD].

*Scientific supervisor: Doctor of science in Chemistry, Usacheva T.R.*

*English adviser: Doctor of Philology, Prof. Ivanova N.K.*

## QUANTUM CHEMICAL ANALYSIS OF GLUTAMIC ACID ANION – CYTOSINE COMPLEXES

Balashov E.V. (1st year master course student)

*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

*Krestov Institute of Solution Chemistry of RAS, Ivanovo, Russia*

Glutamic acid is an amino acid found in all living organisms, its residue being a part of proteins and polypeptides. Glutamic acid takes part in a number of biochemical processes. This study is devoted to the optimized conformers of glutamic acid, cytosine nucleobase and complexes formed as a result of their interactions.

Geometry optimization of the molecules under study was performed using the B97D method within the framework of density functional theory (DFT). The basis used is 6-311++G(3d,3p), which possesses several polarization functions (3 sets of d-functions on heavy atoms, 3 sets of p-polarization functions on hydrogen atoms) and diffusion functions. ChemCraft software package was used as a visualization tool for the output files. Polarizable Continuum Model (PCM) was employed to take the solvation effects into account by representing the solvent as a continuum rather than explicit water molecules.

The dihedral angles C4-C5-C6-O8 and C4-C5-C6-O7 experience a significant change from 31.44° and 150.27° in conformer 1 to 45.60° and 135.17° in conformer 2, respectively. The difference can be explained by the rotation of the carboxyl group relative to the carbon skeleton of the amino acid in the case of conformer 2. The relative electronic energy of conformer 2 is calculated; it is +3.74 kcal/mol. Complex I is characterized by the following arrangement of the cytosine molecule relative to the glutamic acid anion: the cytosine nitrogen atom is located near the positively charged fragment of the glutamic acid anion, and the –NH<sub>2</sub> group is located near the negatively charged carboxyl group. In the case of complex II, the cytosine nitrogen atom is located near another –COO– group.

In both complexes, the formation of two intermolecular hydrogen bonds was observed. The complex formation energy of complex I was found to be -14.86 kcal/mol, and that of complex II was -16.78 kcal/mol. Based on the geometrical and energetic characteristics of the complexes under study, it is concluded that complex II possesses greater stability and is more likely to be observed in aqueous solutions.

*Supervisor: Doctor of Chemistry, Senior Researcher Barannikov V.P.*

*The English language adviser: Candidate of Philology, Ass. Prof. Kuzmina R.V.*

## DESIGN AND SYNTHESIS OF CARBAMAZEPINE TERNARY COCRYSTALS

D.E. Boytsov (1<sup>st</sup> year postgraduate student)  
*G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry RAS*

Ternary cocrystals have recently gained attention from researches for drugs obtaining to improve their physicochemical properties such as solubility, dissolution rate, permeability and others. At the same time, their preparation is quite a challenging task. The primary challenge is the great variety of different phases which can be obtained in the process of liquid-assisted grinding and solution crystallization (initial components, binary cocrystals, solvates, polymorphs, etc.). Design of ternary cocrystals is based on several approaches, but their formation is still unpredictable, and structures of the resulting crystals are often random.

The aim of this study is to investigate carbamazepine ternary cocrystal formation processes. Carbamazepine is known as an anticonvulsant and a mood-stabilizing drug used primarily to treat epilepsy, bipolar disorder and trigeminal neuralgia. According to the biopharmaceutical classification system, carbamazepine is classified as a class II drug having low water solubility. More than 40 binary carbamazepine cocrystals are known in literature, so we supposed that propensity of ternary cocrystal formation for this compound is also very high.

In the present work, «drug-bridge-drug» strategy was utilized for suitable coformers selection. Experimental screening has been performed for 32 ternary carbamazepine systems via liquid-assisted grinding with acetonitrile addition as a solvent. As a result, two isostructural ternary cocrystals have been obtained and characterized using powder X-ray diffraction method and differential scanning calorimetry. Besides, five new binary phases have been identified in cocrystal preparation process. Single crystals of ternary forms have been grown by slow evaporation method and its crystal structures have been resolved using single crystal X-ray diffraction. Relative stability of binary and ternary cocrystals was evaluated by competitive grinding.

The research is supported by grant of the Russian Science Foundation № 22-13-00031

*The English language adviser: Doctor of Philology, Prof. N.K.Ivanova*

# SUPRAMOLECULAR COMPLEX FORMATION OF HYDROPHOBIC AND HYDROPHILIC BODIPYS WITH SERUM ALBUMIN (BSA AND HSA)

Bocharov P.S. (post-graduate student)

*G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences*



In recent years, the interest of scientists in compounds of the BODIPY class (boron(III) dipyrromethenes) has been steadily growing. This is due to their unique physicochemical properties, primarily spectral, which make them one of the most promising fluorophores. Due to the high hydrophobicity of many representatives of this class, they can interact with various

biomolecules, such as proteins. The main blood transport proteins in our body are serum albumins (SA), in addition, they are good model proteins for *in vitro* studies of ligand-protein interactions. Besides, in most of researches human serum albumin is replaced with bovine one because of their structural similarity and low cost of the latter. But rash use of it may cause serious harm to the human health due to the differences between binding sites of these proteins.

The aim of this work was to study the processes of supramolecular complexation of the BODIPY series substituted at the 2,6-positions of the BODIPY core with serum albumins. Detailed spectral studies of BODIPY-SA systems have shown that in the case of  $R=H$ ,  $CH_3$ ,  $SO_3Na$ , fluorescence quenching is observed with increasing SA concentration. In the case of  $R=C_2H_5$ ,  $C_3H_7$ ,  $C_4H_9$ , the fluorescence of the phosphor in the complex with the protein is observed to flare up. The values of the Stern-Volmer constants and binding constants indicate a high affinity of all BODIPYs for SA. All systems were modeled using molecular docking, which made it possible to determine the thermodynamic characteristics and BODIPY binding sites within the SA. Water-soluble sulfo-substituted BODIPY was found to be highly selective for human serum albumin (HSA) when both albumins were co-present in solution. In addition, detection limits for SA were obtained using BODIPY in model and physiological fluids. The results obtained indicate the possibility of using BODIPY as promising fluorescent probes and sensors for the needs of biochemistry.

*Scientific supervisor: Candidate of Chemistry, Res. Ksenofontov A.A.  
The English language adviser: Doctor of Philology, Prof. Ivanova N.K.*



## OBTAINING OF HIGHLY EFFICIENT $\text{Ti}(\text{Ce})\text{O}_2$ PHOTOCATALYSTS BY BIOMIMETIC SOLUTION TECHNOLOGY

Vinogradov N.M. (1st year of postgraduate studies)  
*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

In the present study we continue selecting and examining biomorphic  $\text{TiO}_2$  as a photocatalyst with various synthesis conditions. Biomorphic  $\text{TiO}_2$  exhibited good results.

In this work, photocatalysts in the form of biomorphic fibrous  $\text{Ti}/\text{Ce}$  oxides were obtained for the first time by biomimetic solution technology using short flax fibers as a biotemplate. Solutions of titanium polyhydroxocomplexes with small (3 and 5%) cerium additives were used as a precursor. In order to intensify the impregnation of flax fibers, the process was carried out under hydrothermal conditions realized in an autoclave. The adsorption capacity and photocatalytic activity of  $\text{Ti}/\text{Ce}$  oxides in the processes of sorption and decomposition of the Rhodamine B dye under the action of UV radiation have been examined. The morphology, texture and structure of all photocatalysts were studied by SEM, low-temperature  $\text{N}_2$  adsorption/desorption, UV-Vis spectroscopy, XRF and XPS analysis.

It was found that the amount of Rhodamine B adsorbed by samples synthesized from  $\text{Ti}$  hydroxocomplexes with 3 and 5%  $\text{Ce}$  additives was significantly higher, and the photocatalysis time in the presence of these samples was reduced in 2 and 4 times, respectively, in comparison with similar biomorphic  $\text{TiO}_2$ . It was shown that the introduction of  $\text{Ce}$  into the composition of the precursor solution and an increase in the  $\text{Ce}$  concentration in it were accompanied by an increase in the degree of irregularity of the crystallite surface in  $\text{Ti}/\text{Ce}$  oxides in comparison with  $\text{TiO}_2$ .  $\text{Ce}$  additives improve UV absorption. The presence of the  $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$  pair, which plays an important role in redox processes that intensify photocatalysis, was revealed in the structure of  $\text{Ti}/\text{Ce}$  oxides.

In future we are planning to remove  $\text{Ce}$  and get self-doped  $\text{TiO}_2$  that will allow to increase photocatalytic activity of the sample and to use it under visible light.

*Supervisors: Doctor of Physics and Mathematics, Prof. Butman M.F.*  
*Candidate of Chemistry, Ass. Prof. Ovchinnikov N.L.*  
*English adviser: Candidate of Philology, Ass. Prof. Kuzmina R.V.*

# IMPACT OF PHARMACEUTICAL WASTES ON HUMAN LIFE AND ENVIRONMENT

Izvekova A.A. (1<sup>st</sup> year PhD student)

*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

The problem of pharmaceutical compounds presence in water bodies is of great concern worldwide due to their potential harm for aquatic ecosystems, as well as for human health. The health risks associated with active pharmaceutical ingredients in drinking water remain underestimated. The database [1] reveals that pharmaceuticals or their transformation products have been detected in the environment of 71 countries covering all continents.

The environmental exposure routes of pharmaceuticals into the environment are manufacturing units and hospital effluents, land applications (e.g., bio solids and water reuse) etc. However, sewage treatment services are not always successful in removing the active chemicals from waste-water. Consequently, pharmaceuticals find their way into the aquatic environment, where they directly affect aquatic organisms and can be incorporated into food chains.

Traditional wastewater treatment methods, such as activated sludge, are not sufficient for the complete removal of active pharmaceutical ingredients and other wastewater constituents from these waters. Therefore, the aim of the work is to study the possibility of using a dielectric barrier discharge (DBD) for the treatment of wastewater containing ibuprofen. The most dangerous groups of drugs include non-steroidal anti-inflammatory drugs, such as ibuprofen. Model aqueous solutions of ibuprofen with an initial concentration of 42.8 mg/l were used as the object of study. The experiment was carried out on a laboratory setup, which was described in detail in the article [2]. It was found that the degree of destruction of ibuprofen in DBR depends on the contact time of the solution with the discharge zone and reaches 98%.

Regular monitoring of concentration of pharmaceutical compounds in pharmaceutical effluents entering into drinking water sources is necessary to save environment as well as all forms of life from health hazards.

## REFERENCES:

1. Aus der Beek, T., Weber, F. A., Bergmann, A., Hickmann, S., Ebert, I., Hein, A., & Küster, A. (2016). Pharmaceuticals in the environment—Global occurrences and perspectives. *Environmental toxicology and chemistry*, 35(4), 823-835.
2. Gushchin, A. A. Removal of oil products from water using a combined process of sorption and plasma exposure to DBD / A. A. Gushchin, V. I. Grinevich, G. I. Gusev [et al.] // *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. – 2018. – Vol. 38. – №. 5. – P. 1021-1033.

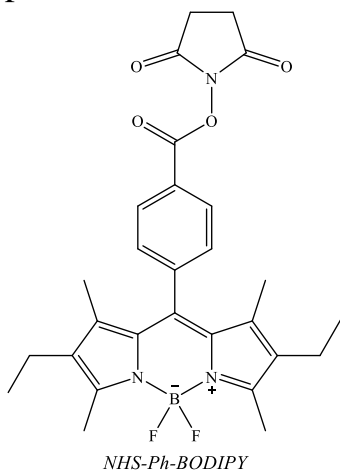
*Research advisers: Gushchin A. A, Ganina V.V.*

# BODIPY-BASED REACTIVE DYES: SYNTHESIS, SPECTRAL PROPERTIES, AND APPLICATION FOR PROTEIN FLUORESCENT LABELING

Kerner A.A. (post-graduate student), Ksenofontova K.V.  
*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

The development of fluorescent markers for protein molecules is a promising direction in modern chemistry. In this regard, dipyrromethene boron fluoride complexes (BODIPY) are of particular interest and they have a number of practically valuable properties that favorably distinguish them from other organic phosphors.

The aim of this work was to obtain, study the spectral properties of the amine-reactive BODIPY fluorophore (NHS-Ph-BODIPY) and use it for fluorescent labeling of a number of proteins (bovine and human serum albumins, porcine and bovine insulins).



At the first stage of the work, one-pot synthesis of NHS-Ph-BODIPY was carried out, followed by NMR and IR spectroscopy, mass spectrometry identification. Further, the absorption and fluorescence spectra were obtained, and the photophysical characteristics of NHS-Ph-BODIPY were calculated in a number of solvents of different nature.

At the next stage of the work, fluorescent labeling of proteins was carried out due to the conjugation reaction between NHS-Ph-BODIPY (in DMSO) through the amino group of the lysine radical of the corresponding protein (in bicarbonate buffer, pH=8.3).

After completion of the process, the reaction mixture was purified from unreacted dye by dialysis.

At the final stage of the work, absorption and fluorescence spectra were obtained, and the photophysical characteristics of the labeled proteins were calculated. Based on the absorption spectra, the degree of labeling for each protein was estimated, that is, the ratio of the number of fluorophore molecules per protein molecule.

*This research was funded by the Council for Grants of the President of the Russian Federation scholarship number SP-2910.2021.4.*

*Scientific supervisor: Doctor of science in Chemistry, Rumyantsev E.V.  
English adviser: Doctor of Philology, Prof. Ivanova N.K.*

## **RAPID EXPANSION OF SUPERCRITICAL SOLUTION FOR MICRONIZATION OF LIDOCAINE**

Kuzmikov M.S. (1st year master course student)

*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

*Krestov Institute of Solution Chemistry of RAS, Ivanovo, Russia*

In recent years, significant attention has been paid to increasing the bioavailability of medicinal compounds. The literature data indicate that the micronization of various pharmaceuticals leads to a noticeable increase in the dissolution rate that in its turn results in an improvement in bioavailability. With the development of new technologies for obtaining nano- and microparticles, micronization methods based on the use of supercritical fluids are attracting more and more attention of scientists.

The Rapid Expansion of Supercritical Solution (RESS) method is one of the most effective and widespread approaches to micronization of pharmaceuticals. Implementation of the RESS method is based on adiabatic expansion of a supercritical solution. As the pressure drops, the supercritical fluid goes into the gas phase, reducing greatly the potential for dissolution. As a result, nucleation and formation of a solid dispersed powder occur. It is necessary to note that the size of the resulting particles can be controlled by changing the parameters of the process (temperature, pressure).

(2-Diethylamino)-N-(2,6-dimethylphenyl) acetamide (Lidocaine) was used as a model object in the work. The reason for its use in this role was the extremely high solubility in supercritical carbon dioxide. The drug is popular and widely used as a local anaesthetic and cardiac depressant or as an antiarrhythmic agent.

The paper presents the results of using the RESS technique and obtaining micronized samples of lidocaine from a solution in supercritical carbon dioxide. In this work, the dependence of the temperature and pressure of carbon dioxide on the particle size was established. The modification of the setup was presented for obtaining more samples under analysis. A technique for constructing the size distribution by optical microscopy and specialized software were implemented. The influence of expansion channel geometry on the size distribution and the average diameter of microparticles is also discussed.

*Supervisor: Candidate of Chemistry, Senior Researcher Torshinina N.A.*

*English adviser: Candidate of Philology, Ass. Prof. Kuzmina R.V.*

## PHOTOINDUCED ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF CHLORIN PHOTOSENSITIZERS WITH CHARGED GROUPS

Kukushkina N.V. (Postgraduate student)  
*Institute of Chemistry of Solutions after G.A.Krestov*

In 2014, the World Health Organization (WHO) published a report warning of the approach of a “post-antibiotic” era, when bacteria will be resistant to all known antibiotics, and minor injuries and common infections will again become fatal, as they were before the discovery of antibiotics. To date, bacteria such as *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Enterobacter* species often no longer respond to traditional antibiotic therapy.

Antimicrobial photodynamic therapy (APDT) is a promising solution for the treatment of infectious diseases resistant to antibiotics. It can lead to the death of various pathogens due to a series of photochemical reactions between light quanta of a certain wavelength, molecular oxygen and a photosensitizer (PS). PS is understood as a dye that is capable of absorbing and converting light into the energy of chemical processes.

In our research, we synthesized and proposed water containing cationic groups of the trialkylammonium type in the molecules (PS **I** and **II**). as photosensitizers for APDT The effectiveness of cationic (PS **I** and **II**) and anionic (PS **III**) chlorine-type photosensitizers against nosocomial opportunistic gram-negative bacterial strains is also evaluated. Studies have shown that PS **I** and **II** appear to be more effective drugs for APDT than PS **III**. Thus, photoinactivation of gram-negative pathogens with cationic PS with a concentration of  $5 \times 10^{-5}$  mol/kg and an irradiation dose of 40 J/cm<sup>2</sup> leads to the destruction of bacteria below the limit of their detection, while an anion-type photosensitizer under the same conditions reduces the number of colony-forming units (CFU) by an order of magnitude. However, an increase in the concentration of PS **III**, an irradiation dose up to 80 J/cm<sup>2</sup>, and the introduction of potentiating agents into the solution of an anionic photosensitizer also makes it possible to achieve the death of gram-negative pathogens below the limit of their detection. The conducted studies on opportunistic nosocomial strains resistant to a number of antibiotics showed that monocationic chlorins act as more effective photosensitizers for antimicrobial PDT compared to the anionic drug "Photoran" used in the clinic.

*Academic advisors: Dr.Chem., Kustov A.V.,  
Dr.Chem., Prof. Berezin D.B.  
The English Language adviser Dr of Philology  
Ivanova N.K.*

# **SUPRAMOLECULAR SYSTEMS OF (5,10,15,20-TETRA(4-TOLYL)PORPHYRINATO)COBALT(II) WITH FULLERENES C<sub>60</sub>: SELF-ASSEMBLY, SPECTRAL AND PHOTOPHYSICAL PROPERTIES**

Mozgova V.A. (the 1st year postgraduate student)

*G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences*

Porphyrins and their complexes are promising among photoactive compounds due to their structural diversity, photophysical/photochemical properties, broadband spectrum, high extinction coefficients, stability at relatively high temperatures, and the presence of a  $\pi$ -conjugated macrocycle. Thus, the report will present data on the formation of supramolecular systems based on cobalt(II)porphyrin and fullerenes C<sub>60</sub>, their spectral and photophysical properties. Reactions were studied by the spectrophotometric method of molar ratios in toluene at 298K. The end product of the reaction for CoTTP with PyC<sub>60</sub> is a donor-acceptor triad, composition 1:2. The step constants, K<sub>1</sub> and K<sub>2</sub> were calculated by the equation for the three-component equilibrium system and were found to be  $(2.3 \pm 0.3) \times 10^4$  and  $(6.4 \pm 0.9) \times 10^5 \text{ M}^{-1}$ , respectively. The stability constant of the (PyC<sub>60</sub>)<sub>2</sub>CoTTP triad,  $\beta = K_1 \times K_2$  is  $(1.47 \pm 0.28) \times 10^{10} \text{ M}^{-2}$ . UV-vis spectral changes observed during CoTTP bonding with C<sub>60</sub> are similar to the ones for the (PyC<sub>60</sub>)<sub>2</sub>CoTTP system. Job's plot points to the (C<sub>60</sub>)<sub>2</sub>CoTTP bonding stoichiometry of 1:2. The step constants are K<sub>1</sub> =  $(5.02 \pm 0.94) \times 10^4 \text{ M}^{-1}$ , K<sub>2</sub> =  $(6.63 \pm 0.98) \times 10^4 \text{ M}^{-1}$  and the stability constant is  $\beta = (3.47 \pm 0.69) \times 10^9 \text{ M}^{-2}$ . The resulting complexes were characterized by IR and <sup>1</sup>H NMR spectroscopy. Using femtosecond transient absorption measurements in toluene, the photoinduced electron transfer from the CoTTP in the excited singlet state to fullerene moiety was established.

*This research was funded by the Russian Science Foundation (Project number no. 21-73-20090) (as part of the femtosecond transient absorption studies), the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (No. 075-15-2021-579) (G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences*

*The English language adviser: Doctor of Philology, Prof. Ivanova N.K*

*Scientific leader: senior researcher, Candidate of Chemistry Bichan N.G.*

## INTERACTION OF COBALAMINES WITH NITROXYL

Osokin V.S.

*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

Nitroxyl (HNO) is a product of single-electron reduction of nitric oxide (II). HNO is a signaling molecule that has a high reactivity with respect to many biological compounds. The biological properties of the HNO molecule allow us to consider its donors as medical preparations that favorably affect the cardiovascular system. One of the most commonly used NO donors is the Angeli salt (sodium oxohyponitrite;  $\text{Na}_2(\text{ONNO}_2)$ ).

Cobalamines (vitamin  $\text{B}_{12}$ ; Cbls) are among of the most common groups of cofactors in nature. It is known that aquacobalamin is able to react with both HNO and Angeli salt to form nitrosyl cobalamin. However, the reactions of other forms of cobalamines with HNO remain unexplored. The aim of this work was to study the reactions of cyano- (CNCbl), C10-chlorcyano- (ClCNCbl), C10-bromcyano- (BrCNCbl), methyl- (MeCbl), glutathionyl- (GSCbl) and sulfitocobalamines ( $\text{SO}_3\text{Cbl}$ ) with HNO generated during the decomposition of Angeli salt.

It was found that MeCbl does not react with HNO. The reaction of CNCbl with HNO proceeds at a low rate and leads to the formation of nitrosylcobalamin. The reaction of ClCNCbl and BrCNCbl with HNO proceeds much faster than unmodified CNCbl. The reactions of  $\text{SO}_3\text{Cbl}$  and GSCbl with HNO are characterized by higher rates than the reaction with CNCbl, and also lead to the formation of nitrosylcobalamin in neutral and alkaline media. It is shown that in a slightly acidic medium, the product of the reaction of GSCbl with HNO is nitrocobalamin. A reaction mechanism involving GSCbl is proposed, including the binding of HNO to the sulfur atom of GSCbl. The subsequent decomposition of the complex to nitro- or nitrosylcobalamines is determined by the acid-base equilibrium with the participation of the GSCbl-HNO complex.

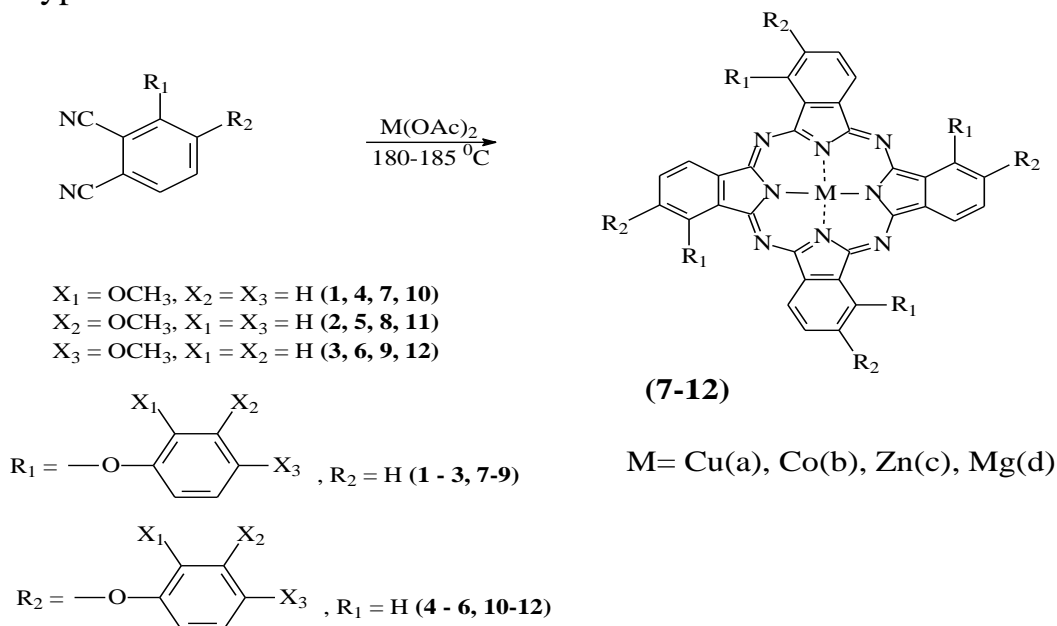
The work was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation (project No. 21-73-10057).

*Supervisor: Cand. of Sc. in Chemistry, assoc. prof., Dereven'kov I.A.*

# SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF METALLOPHTHALOCYANINES CONTAINING FRAGMENTS OF 3- OR 4-METHOXYPHENOL

Rassolova A. E. (first-year postgraduate student), Maizlish V. E.  
Ivanovo State University of Chemistry and Technology

This work is devoted to the synthesis and study of the physicochemical properties of metallophthalocyanines containing fragments of 3- or 4-methoxyphenol.



The synthesis of metal complexes (7-12) was done by the nitrile method with the interaction of the corresponding methoxyphthalonitriles (1-6) with magnesium, copper, cobalt and zinc acetates at 180-185 °C, then treated with hydrochloric acid (excluding magnesium complexes), then with water to a neutral medium and dried at 80-90 °C. Purification was carried out using column chromatography.

Compounds (7-12) were identified by elemental analysis, mass spectrometry, IR and electron spectroscopy. The obtained Pc have solubility in organic solvents (chloroform, acetone, DMFA, methylene chloride, benzene). Analysis of the electronic absorption spectra of complexes 7-12 showed their monomeric form in solutions.

*The study was carried out using the resources of the Center for Shared Use of Scientific Equipment of the ISUCT (with the support of the Ministry of Science and Higher Education of Russia, grant No. 075-15-2021-671).*

*Supervisor: Doctor of Chemistry, Professor Maizlish V.E.*



# PHOTOPHYSICAL STUDY OF OCTACHLORINATED PHTHALOCYANINES AND THEIR AZAANALOGUES WITH $\text{Al}^{\text{III}}$ , $\text{Ga}^{\text{III}}$ , $\text{In}^{\text{III}}$ , $\text{Zn}^{\text{II}}$

Finogenov D.N. (1st year master course student)  
*Ivanovo State University of Chemistry and Technology*

Tetrapyrrolic macroheterocycles such as phthalocyanines (Pcs) and analogues are widely studied as promising materials for organic electronics. Among modified Pcs their heterocyclic analogues containing an electron-deficient heterocycle instead of benzene rings are especially interesting as acceptor materials with n-type conductivity. Tetrapyrzinoporphyrazines (TPyzPA) attract growing attention, and their application potentialities in different fields (optical information recording, electrophotographic photoreceptors and photoconductors, organic transistors and etc) have been illustrated [1]. Electron affinity of TPyzPA macrocycle can be enhanced by its peripheral halogenation and perchlorinated TPyzPA,  $[\text{Cl}_8\text{TPyzPAH}_2]$  and its complexes with aluminium subgroup metals ( $[\text{Cl}_8\text{TPyzPAM}]$ ,  $\text{M} = \text{AlOH}$ ,  $\text{GaOH}$ ,  $\text{InOH}$ ), as well as with  $\text{Fe}^{\text{II}}$  and  $\text{Sn}^{\text{IV}}$  were reported.

In this work we report on photophysical properties of perchlorinated TPyzPA and Pc with aluminium subgroup metals. The influence of the macrocycle type on the spectral-luminescent and electrochemical properties was revealed by experimental methods and using the DFT method.

In our research we obtained photophysical data of the studied compounds and revealed dependence on central metal ion and differences between  $\text{Cl}_8\text{PcM}$  and  $\text{Cl}_8\text{TPyzPzM}$ .

$\text{Cl}_8\text{PcM}$  and  $\text{Cl}_8\text{TPyzPzM}$  show some excellent photophysical properties. These complexes are good generators of singlet oxygen with  $\Phi\Delta \sim 0.6$ , and this parameter makes them promising compounds for Photodynamic Therapy (PDT) and for Photodynamic Antibacterial Therapy (PACT).

## References:

1) Donzello, M. P. Tetrapyrzinoporphyrazines and their metal derivatives. Part I: Synthesis and basic structural information / M. P. Donzello, C. Ercolani, V. Novakova, P. Zimcik, P. A. Stuzhin // *Coordination Chemistry Reviews*. – 2016. – V. 309. – P. 107–179.

*Supervisor: Doctor of Chemistry, Prof. Stuzhin P.A.*  
*English adviser: Candidate of Philology, Ass. Prof. Kuzmina R.V.*

## **Секция 22. Физкультура и спорт: современные технологические реалии**

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ.**

Баринов В.Б. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

Современная система образования стремительно меняется под воздействием происходящих в обществе перемен, связанных с активным внедрением цифровизации во все сферы человеческой жизнедеятельности, включая образование.

В настоящее время большинство студентов имеет современные гаджеты, на которые можно установить мобильные фитнес-приложения различного функционала, с помощью которых можно решить ряд задач: повышение интереса и мотивации студентов, привлечения их к занятиям физической культурой и спортом, восполнение недостаточной двигательной активности, отработка навыков самоконтроля.

Мобильное фитнес приложение для тренировок позволяет правильно составить программу упражнений, контролировать изменение веса и форм, показывает, как необходимо правильно выполнять упражнения. Это своеобразный тренер, которого пользователь может использовать как дома, так и в тренажерных залах.

Сейчас данная тема очень актуальна, так как некоторые студенты хотели бы не пропускать занятия по физкультуре, но из-за проблем со здоровьем и психологических отклонений не могут себе этого позволить. Именно поэтому внедрение современных технологий в учебную программу позволит не только решить проблему студентов которые не могут посещать данный предмет, но и привлечь новых учащихся.

Некоторые учебные заведения, уже используют на базе своего университета мобильные фитнес-приложения. Таким институтом является ИТМО (Научно исследовательский институт). Студенты связываются с преподавателем, получают индивидуальное задание и выполняют его при помощи современных гаджетов, при этом не посещая занятия по физической культуре.

Таким образом, студенты с помощью мобильных фитнес-приложений, не посещая занятия физической культуры, могут отрабатывать и закреплять навыки контроля нагрузки и пульса, соотносить на практике возможности варьирования объема и интенсивности нагрузки.

*Руководитель: к.п.н, доцент Закурин Л.В.*

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ.

Геворкян А.В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Виртуальная реальность представляет собой некое подобие окружающего нас мира, искусственно созданного с помощью технических средств и представленного в цифровой форме. Создаваемые эффекты проецируются на сознание человека и позволяют испытывать ощущения, максимально приближенные к реальным. В последние годы виртуальная реальность (VR) стала все более популярной технологией в различных областях, в том числе и в спорте. VR может использоваться для создания симуляций спортивных ситуаций, тренировочных сессий, игровых ситуаций или симуляции соревнований.

Кроме того, виртуальная реальность может быть использована для создания новых видов спорта, которые также могут быть более доступными для людей с ограниченными физическими возможностями. В наше время уже существует Всероссийская Федерация Фиджитал Спорта, которая проводит соревнования с применениями технологии VR. Она отвечает за развитие, продвижение и организацию массового спорта в формате функционально-цифрового многоборья. Цель организации - воспитании гармоничного спортсмена будущего, для которого переход между физическим и виртуальным миром будет бесшовным и едва ощутимым.

Резюмируя все вышесказанное, использование VR в физкультуре и спорте предоставляет новые возможности для улучшения физических навыков спортсменов, создания новых видов спорта и увеличения доступности спорта для людей с ограниченными физическими возможностями. Технология VR продолжает развиваться и улучшаться, что открывает новые перспективы для применения ее в физической культуре и спорте.

*Руководитель: к.п.н, доцент Закурин Л.В.*

**АНАЛИЗ ВЫСТУПЛЕНИЙ ЖЕНСКОЙ КОМАНДЫ ИГХТУ В  
СОРЕВНОВАНИЯХ ПО ЛЫЖНЫМ ГОНКАМ В РАМКАХ  
СПАРТАКИАДЫ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ СРЕДИ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЗА 2021-2023 ГОДА**

Демидова Екатерина (2 курс).

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

Цель анализа : сравнительная характеристика результатов команды за последние 3 года проведения соревнований.

Роль лыжного спорта в жизни университета. Организационная работа преподавателей. Предоставление информации о составах команды , их результатах, разрядах и местах. Анализ данных.

Заключение : развитие лыжного спорта в нашем университете способствует укреплению лидирующих позиций команд ИГХТУ в общем зачете среди ВУЗов города Иваново.

*Руководитель : ст. пр., Ильичева О. А.*

## **СПОРТИВНЫЙ КВЕСТ, КАК СРЕДСТВО МОТИВАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ**

Донец А.В. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В современном мире дисциплина «физическая культура и спорт» становится очень разнообразной. Она направлена не только на получение зачёта, но и на повышение физической и умственной работоспособности, а также уровня развития двигательных характеристик. Помимо этого, создаются и совершенствуются двигательные навыки и умения, которые являются очень важными для обыденной жизнедеятельности человека. В своей работе преподаватель высшего учебного заведения, использует традиционные формы проведения занятий, но и ищет что-то новое, необычное. Одной из таких инновационных форм является квест-игра.

Квест – это развлекательная игра для команды из нескольких человек, от которых требуется применение логики, ловкости и координации, и конечно же, умение работать в команде. В рамках нашего университета также проходил квест, связанный со спортом. Данное мероприятие затрагивало и физические навыки, и интеллектуальные способности, которые студенты использовали на максимум. Естественно, такие мероприятия объединяют людей и мотивируют одержать победу и сдружиться с напарниками. В этом и есть плюсы - сплоченность и боевой настрой. По моему опросу, проведенному среди участников, большинству понравился подобного рода квест. Сами испытания в квесте были такими, чтобы все участники разной физической подготовки смогли их пройти.

Отсюда вытекает вопрос о том, а нужен ли квест в образовательной сфере? Можно ответить, что да, так как подобные мероприятия развивают разные стороны человека и способствуют сплочению людей и созданию дружбе (возможно на некоторое время). Помимо этого, сами студенты проявляли интерес ввести квест как разнообразие в образовательную программу (приблизительно раз в месяц) помимо основных занятий.

*Руководитель: ст.преподаватель Костакова Н.Е.*

## ПОДВОДНАЯ ОХОТА - СПОРТ, АЗАРТ, ДРАЙВ

Захаров И.В.

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Подводная охота - популярный вид спорта, практикуемый во многих странах мира. Подводная охота представляет собой процесс выслеживания, преследования и добычи рыбы, путем ныряния на задержке дыхания и осуществления выстрела из подводного ружья. Экипировку спортсмена составляют ласты, маска, дыхательная трубка, гидрокостюм, балластные грузы, подводное ружье, буксируемый буй.

Для занятий подводной охотой требуется сочетание специальных знаний и навыков. Охотник должен знать технику ныряния на задержке дыхания, знать как пользоваться подводным ружьем, особенности и повадки рыб и тактические приемы охоты. Знания должны быть подкреплены доведенными до автоматизма навыками. Кроме того, поскольку подводная охота осуществляется на задержке дыхания, охотнику необходимо поддерживать физическую форму регулярными тренировками и развивать и поддерживать способность к апноэ. Подводная охота может проводиться как в на мелководье, так и на значительных глубинах. Как правило, прежде чем выстрелить, охотнику приходится вести своего рода разведку, выискивать рыбу, и сидеть в засаде. Чтобы добыть рыбу, нужно учитывать ее привычки и действовать умело, разумно, ловко и точно.

Для поражения рыбы применяются специальные подводные ружья. При обращении с подводным ружьем необходимо строго соблюдать технику безопасности.

Рассмотрим положительные стороны подводной охоты:

1. огромный плюс – это плавание, потому, что дает положительный оздоровительный эффект на весь организм;
2. релаксация для позвоночника. Водная среда является благоприятной физиологической средой для человеческого скелета. А также улучшает тонус мышц;
3. помогает улучшить работу сердечно-сосудистой системы;
4. очищает легкие и облегчает дыхание;
5. оказывает приятный расслабляющий эффект на психику человека.

Подводная охота связана с повышенными рисками, а так же с применением оружия. Поэтому для детей этот вид спорта доступен лишь по достижении шестнадцатилетнего возраста. К этому времени человек уже самостоятельно может отвечать за свои поступки и его физическое состояние организма готово к большим нагрузкам под водой.

*Руководитель: старший преподаватель Володин А.Н.*

# **ПОТРЕБНОСТЬ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗа В СОЗДАНИИ ОНЛАЙН-КУРСА ПО ТЕОРИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**

Ковков Г. (2 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

В современном мире, когда человек проводит большую часть своего времени за компьютером или в офисе, забота о здоровье и физическом развитии становится все более актуальной.

Физическая культура является важным элементом здорового образа жизни, а также помогает в повышении работоспособности и улучшении настроения. Однако, несмотря на все пользы, некоторые студенты технического вуза часто сталкиваются с трудностями при занятиях физической культурой.

Многие студенты понимают, что необходимо заниматься спортом и следить за своей физической формой, но почти никто из них не знает, как это делать правильно. Вместо того, чтобы заниматься физическими упражнениями и развивать свои мускулы, они начинают быстро терять форму и набирать вес, страдать от спинных и головных болей. Одним из решений этой проблемы может быть создание онлайн-курса по теории физической культуры и спорта. Такой курс сможет помочь студентам в освоении базовых знаний о том, как правильно заниматься физическими упражнениями, какие бывают виды физических нагрузок, а так же какие упражнения лучше выполнять для разных групп мышц, и почему необходимо заниматься спортом и поддерживать свою физическую форму.

Онлайн-курс по теории физической культуры будет удобен для студентов, которые освобождены от физической культуры, имеют специальную медицинскую группу, а так же для тех, кто проводит большую часть времени за компьютером и не могут похвастаться активным физическим образом жизни. Создание такого курса позволит им сильнее заботиться о своем здоровье и развиваться физически, не выходя из дома, а так же получить зачёт по дисциплине «физическая культура и спорт».

Таким образом, создание онлайн-курса по теории физической культуры является важным шагом в развитии образования в технических вузах, а также способом улучшения здоровья и формы студентов.

*Руководитель: ст.преподаватель Костакова Н.Е*



# **АНАЛИЗ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА БАСКЕТБОЛА В ШКОЛЕ И УНИВЕРСИТЕТЕ ПЛЮСЫ И МИНУСЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Круглов Д.С. ( 2 курс )

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

- Тренировочный процесс в школьном баскетболе.
- Тренировочный процесс в университетском баскетболе.
- Различие между тренировочными процессами ( плюсы и минусы ).

Руководитель: Исаева И. В.

## **ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ В ИГРАХ. “PROJECTKOLAX”.**

Кувыкин Д.С., Савинов Д.И., Поличенков И.К. (10А класс)

*МАОУ лицей №21*

В данной работе показан способ распространения развития и продвижения здорового образа жизни среди молодежи с помощью компьютерных игр.

*Руководитель: Зимнуров Марат*

## **АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЯ ВЫНОСЛИВОСТИ СТУДЕНТОВ-МУЖЧИН ИГХТУ ПРИ БЕГЕ НА 1000 МЕТРОВ**

Метелев В.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Выносливость - это способность человека к выполнению длительных физических нагрузок без утомления и с минимальным уровнем усталости. Уровень выносливости у студентов может сильно отличаться, в зависимости от того, имеют ли они регулярные физические нагрузки или нет. Также на уровень выносливости влияет питание, образ жизни, качество и продолжительность сна и общее состояние здоровья студента.

Выносливость является основным компонентом физической формы студентов. Данное исследование было посвящено анализу показателя выносливости студентов-мужчин ИГХТУ в беге на 1000 м. Анализ проводился на основе сравнения результатов в беге на 1000 м до начала применения методики развития выносливости и после ее окончания. На развитие качества выносливости было отведено 12 занятий.

Результаты анализа показали, что у студентов-мужчин ИГХТУ среднее время, затраченное на бег на 1000 метров, составляло 4 минуты 33 секунды при первом замере. Однако, после проведения 12 занятий, направленных на развитие выносливости, среднее время, затраченное в беге на 1000 метров, улучшилось и составило 3 минуты 45 секунд при втором замере.

Исходя из результатов исследования, можно сделать вывод, что применение методики развития выносливости за 6 недель занятий при условии регулярного посещения студентами, положительно влияет на развитие качества выносливости.

Также было установлено, что показатель выносливости у студентов ИГХТУ находится на низком уровне. Для повышения уровня физической подготовленности студентов были предложены рекомендации по улучшению методов тренировок. Особое внимание было уделено развитию аэробной нагрузки, которая считается важной для бега на длинные дистанции.

Важно отметить, что эффективность методики может зависеть от множества факторов, включая индивидуальные особенности студентов, длительность и интенсивность тренировок, регулярность занятий и т. д. Однако, при правильном подборе методики и корректном ее применении, можно достичь положительных изменений в показателях выносливости у студентов.

*Руководитель: старший преподаватель Ильичева О.А.*

# **ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ**

Моисеев Л.Е. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время внедрение информационных технологий в процесс обучения физической культуры является очень актуальной и важной задачей. Современные технологии позволяют улучшить качество обучения, сделать занятия более интересными и эффективными. Одним из главных преимуществ внедрения информационных технологий на занятиях физической культурой является возможность создания и использования компьютерных программ и приложений, которые могут помочь студентам лучше понять теоретический материал.

Использование программ, которые помогут студентам лучше понять структуру и функции человеческого тела, разработать индивидуальные программы тренировок, а также дадут возможность преподавателю контролировать показатели физического состояния, отслеживать динамику прогресса студента, его индивидуальные показатели и возможности.

Применение специализированных сайтов по физической культуре и спорту, на которых представлены материалы по различным видам спорта, правилам и технике выполнения упражнений, а также информация о научных исследованиях в данной области.

Программы симуляторов и тренажеров позволят освоить движения и навыки без необходимости выхода на спортивное поле. Эта технология подходит для начинающих спортсменов и спортсменов, которые находятся в периоде реабилитации.

Использование интерактивных игр, которые позволят студентам проверить свои знания, развить интеллектуальные и физические способности.

Таким образом, использование информационных технологий может оптимизировать теоретическую подготовку по физической культуре и спорту, которая будет более эффективна и интересна для студентов. Однако при использовании информационных технологий необходимо учитывать, что они только дополняют учебный процесс, но никогда не могут заменить его. Тренеры и преподаватели по-прежнему остаются ключевыми лицами в обучении, а информационные технологии могут быть использованы только в помощь к их знаниям и опыту.

*Руководитель: ст. пр. Груздев А.С.*

# **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КАФЕДРЫ ФИЗКУЛЬТУРЫ**

Плехов М. Д. 2/147

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью проекта является разработка компьютеризированной системы, предназначенной для оптимизации процесса повышения успеваемости студентов, имеющих задолженности по дисциплине "Физкультура". Система будет основана на использовании электронных тестов, которые помогут студентам пройти проверку знаний, получить дополнительные баллы и, в конечном итоге, достичь лучших результатов в учебном процессе.

Основными задачами нашего проекта являются создание базы данных вопросов, разработка интерфейса для прохождения тестов, а также алгоритмов, позволяющих начислять студентам баллы в зависимости от количества правильных ответов и уровня сложности тестов.

Рассмотрим каждую задачу более подробно.

## **1) База данных вопросов**

Одна из ключевых частей нашей системы - это база данных вопросов, которые будут использоваться для генерации тестов. Вопросы будут составлены преподавателями кафедры физкультуры и будут иметь разный уровень сложности.

## **2) Интерфейс прохождения тестов**

Модуль прохождения тестов - это интерфейс, который позволяет студентам проходить тесты. В проекте будет использовано веб-приложение на базе фреймворка Flask, написанного на языке Python.

## **3) Алгоритм подсчета баллов**

Модуль подсчета баллов будет автоматически вычислять количество баллов, полученных студентом за прохождение теста, и добавлять их к общей оценке за дисциплину "Физкультура". В проекте будет использован язык программирования Python для написания этого модуля.

## **4) Отчеты для преподавателей**

Для учета результатов тестов планируется разработка системы отчетов для преподавателей кафедры физкультуры. Эти отчеты будут показывать статистику прохождения тестов студентами, количество начисленных баллов и общую успеваемость всех студентов курса.

Для создания отчетов мы будем использовать язык программирования Python и библиотеку для создания отчетов ReportLab.

*Руководитель: ст. преп. Костакова Н.Е.*

## **ВНЕДРЕНИЕ ЙОГИ В ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ПРОЦЕСС ПО БАСКЕТБОЛУ**

Скалова А. В. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Иваново, Россия*

Большинство людей не знают о пользе йоги, считая это чем-то простым и не имеющим применения. Но она является очень популярной для американского спорта. Многие игроки даже ссылаются на её прямое влияние на свои достижения. Играя в баскетбол, вы наверняка много прыгаете и бегаєте. Вы также должны уметь координировать и поддерживать фокус на протяжении всей игры. В настоящее время тренеры и сами спортсмены стали чаще обращаться к нестандартным способам стимулирования каких-либо качеств и способам расслабления организма. Вот почему баскетболисту также нужна практика йоги.

Регулярное выполнение специально разработанного комплекса асан поможет спортсменам предохраниться от возможных травм, так как он задействует мышцы и связки, особенно нагружаемые в этом виде спорта. Балансы (асаны, где держится равновесие) помогут правильно сгруппироваться и избежать травмы при падениях.

Баланс тела необходим игроку в баскетболе. Занятия йогой улучшают баланс тела и заставляют работать отдельные части мышц, которые практически не задействуются в обычных тренировках.

Йога улучшает диапазон движений – к примеру, улучшает чувство кистевого броска. Она развивает выносливость баскетболиста с помощью обучения контролю дыхания и учит расслабляться в моменты высокого напряжения.

Соответственно, благодаря применению элементов йоги в тренировочном процессе у баскетболистов усиливается концентрация внимания, что положительно влияет на различные финты, тактику и исход матча в целом. Как правило, баскетболисты не очень гибкие, а все потому, что они практически не уделяют должного внимания растягиванию. А ведь растягивание мышц ног является неотъемлемой частью деятельности баскетболистов. Через несколько занятий йогой ткань, связки и мышцы вокруг лодыжки укрепляются, становятся более гибкими – и риск травм снижается, эффект от тренировок у баскетболистов становится выше.

Подводя итоги, можно утверждать о том, что йога хороша для многих вещей: она улучшает гибкость, снижает риск травматизма, повышает выносливость, улучшает дыхание, развивает силу и ловкость – то есть все то, что нужно профессиональному баскетболисту.

*Руководитель: ст. пр. Груздев А.С.*

## **МЕСТО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В МОЕЙ ЖИЗНИ (ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ). ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ**

Таланов И.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Общество не стоит на месте, ежегодно появляются новейшие технологии, которые облегчают жизнь каждому. Именно благодаря этому человек затрачивает все меньше и меньше сил на выполнение элементарных функций. Уровень физической подготовки заметно падает, современная молодёжь даже не знает, что такое физическая нагрузка. К тому же в эпоху оказания и потребления услуг молодому поколению востребованнее работать на таких профессиях, как IT- специалист и пр. Сидячий образ жизни никак не укрепляет организм. В зависимости от этого могут развиваться хронические болезни, нарушаться обмен веществ, снижаться мышечный тонус, развиваться сердечно-сосудистые заболевания. Несмотря на это, остаются те люди, которые продолжают совершенствовать свои физические навыки и способности, а также продвигать это движение среди молодёжи. Но существуют свои трудности. Большинство считает, что спорт не важен в жизни, и достаточно присутствовать на занятии для получения оценки. Именно поэтому власти государства стараются предпринимать меры. Проводится множество спортивных мероприятий, которые могут стать интересны молодёжи, и которые могут заинтересовать подростков и детей, для дальнейшего продвижения в сфере физических тренировок, и становления на путь профессионального спортсмена. Мой первый спортивный опыт начался с ИГХТУ. Раньше мне было бы сложно представить себя настоящего, ведь в прошлом моя физическая подготовка оставляла желать лучшего. Индекс массы тела был в дефиците. Растущая неуверенность в себе и в своих силах привела к вредным привычкам. Все началось с желания направить энергию в нужное русло. Тогда мой взгляд упал на спортивную секцию по легкой атлетике. В первое время мне давалось тяжело это дело. Со временем я крепчал, достигал новых личных вершин, а сейчас мечта идти со спортом об руку всю отведенную мне жизнь. Я верю, что в здоровом теле – здоровый дух, а в здоровом духе – интеллект. В нравственном отношении занятия спортом развивают коммуникабельность, самостоятельность, чувство долга, ответственности. В интеллектуальном – управление своими эмоциями и физическим состоянием соответственно складывающимся спортивными и социально-общественными ситуациями. В волевом отношении – развитие целеустремленности, настойчивости, смелости и решительность, самодисциплины и инициативности.

*Руководитель: ст.преподаватель Костакова Н.Е.*

## ВЛИЯНИЕ ГТО НА РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ МОЛОДЕЖИ

Шарова А.Е.(4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

Цель исследования. Изучение влияния физического развития студентов на их показатели испытаний комплекса ГТО в период с 2013-2023 года.

Задачи исследования: оценить показатели физического развития до и после введения комплекса ГТО.

Результаты и их обсуждение. В 2014 году Президент РФ подписал указ, которым утвердил Положение о Всероссийском физкультурно-спортивном комплексе ГТО [1].

На основании анкетирования, проведенного между студентами первых курсов ИГХТУ в период за 2013 и 2023 года, было обнаружено, что показатели стали ухудшаться на 1-2%. Показателями исследования были: “бег – на 100 м”, “бег на 2 км (девушки) и 3 км (юноши)”, “прыжок в длину с места толчком двумя ногами”. Оценка уровня физического развития осуществлялась по тестовым нормативам на занятиях физкультуры основной группы.

Отсюда следует вывод, что до внедрения комплекса ГТО показатели были лучше. Несмотря на старания государства, развитие физических качеств не дает наилучших результатов.

Литература:

1.ГТО. ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
<https://gto.ru/files/uploads/stages/5cdd1ff6e337d.pdf>.

*Руководители: Рябчикова Л.В. - Старший преподаватель, КМС и тренер  
по легкой атлетике.*

*Кокишарова И. В.- Старший преподаватель, КМС и тренер по легкой  
атлетике.*



## **ЗНАЧЕНИЕ АРМРЕСТЛИНГА КАК ВИДА ЕДИНОБОРСТВА В СТАНОВЛЕНИИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТУДЕНТОВ- СПОРТСМЕНОВ**

Шутников Н.В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Как современный и быстро развивающийся вид борьбы, армрестлинг является прекрасным средством для проведения досуга, способствующий возникновению положительных эмоций, развитию ловкости, быстроты, силы, выносливости и укреплению здоровья. Юноши и девушки, занимающиеся армрестлингом, имеют возможность приобрести знания и первые навыки соревновательной борьбы, изучить технику выполнения физических упражнений, кроме этого, у них повышается уровень общей физической подготовки. Овладевая основами техники борьбы, спортсмены знакомятся с некоторыми универсальными приемами и с тактикой ведения борьбы в армспорте. Все это свидетельствует об актуальности и важности армрестлинга в системе физического воспитания молодежи. Для актуальности появления секции по армрестлингу в ИГХТУ был проведен социальный опрос студентов проживающих в общежитиях. В результате этого опроса была выявлена высокая заинтересованность студентов в появлении новой секции.

В настоящее время существует немало направлений силового спорта, которые культивируются в вузах: тяжелая атлетика, силовое троеборье, гиревой спорт, а также армрестлинг. Их всех объединяет то, что основным средством для развития силы и других физических качеств является работа с различным весом. В связи с этим зачастую возникает проблема, а особенно перед новичками с чего же начать, и какая из методик тренировок наиболее эффективна, для того или иного вида спорта.

Армрестлинг как вид единоборства, всесторонне развивает человека, воспитывая в нем силу, скорость, волю, решительность, находчивость, а также уверенность в себе. Именно поэтому помимо средств борьбы на руках, нужно более дифференцированно с точной дозировкой воздействовать на отдельные физические качества студентов - спортсменов, посредством общеразвивающих упражнений. Средства и методы развития и совершенствования каждого из физических качеств разнообразны и многогранны, но без владения технико-практического мастерства и специальных навыков, рассчитывать на результативность не стоит.

*Руководитель: ст.преподаватель Костакова Н.Е.*

## **Секция 23. Лингвистика и межкультурная коммуникация**

## «ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЧИ Э. ДУЛИТТЛ В ПЬЕСЕ Б. ШОУ «ПИГМАЛИОН»

Волжанкина К.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Речь играет большую роль в понимании художественного образа персонажа, передаче его психического, умственного и душевного состояния. Одним из произведений, в котором блестяще отражено становление языковой личности, это пьеса известного английского драматурга Б.Шоу «Пигмалион». Особенности диалекта цветочницы Элизы Дулиттл (Лондонский кокни) Б.Шоу отобразил в пяти действиях. В первом и втором действиях исследуемой пьесы Элиза находится на первом этапе становления языковой личности. Это заметно влияет на особенности ее речи на всех уровнях владения языком. Драматург использовал специальные графические средства, чтобы передать особенности речи необразованной девушки. В выступлении анализируются примеры, иллюстрирующие отклонения от литературного стандарта – речи образованных англичан:

(1) TEE FLOWER GIRL: Nah then, Freddy: look \vh' y' gowin, deah . ( ассимиляция звуков, некорректная реализация гласных)

(2) THE FLOWER GIRL: I want to be a lady in the flower shop stead of sellin at the corner of Tottenham Court Road. But they won't take me unless I can talk more genteel. He said he could teach me. Well, here I am ready to pay him - not asking any favour - and he treats me zif I was dirt (лексико-грамматические отклонения).

В третьем действии Элиза находится на переходном-обучающем, иными словами, втором этапе становления языковой личности. В результате прохождения фонетического курса под руководством профессора-фонетиста Хиггинса Элиза овладевает вожденным стандартным произношением в соответствии с социальным стандартом

В четвертом и пятом действиях Элиза находится на третьем последнем этапе становления языковой личности. Элиза не только владеет нормой произношения гласных, но и корректно пользуется интонационными средствами, уверенно выбирает правильный стилистический регистр, внимательно относится к употреблению слов.

Основной трудностью при переводе текста пьесы Б.Шоу с английского языка на русский является подбор способов искаженного представления звуков и выражений для описания речи главной героини на первой ступени развития ее языковой личности. Переводчик с английского широко использует такие средства для передачи особенностей речи Элизы, как неправильные падежи существительных, сленг и грамматически неполные предложения.

*Руководитель: старший преподаватель Орлова Е.Е.*

## **«НЕСЕРЬЕЗНЫЙ» СЛОВАРЬ В СЕРЬЕЗНОЙ ЛЕКСИКОГРАФИИ (НА ПРИМЕРАХ РЕСУРСОВ SLOVODNA И HIPDICT)**

Голубева А. Ю., Ратавина В. С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

«Несерьезный словарь» — условное название для жанра юмористических словарей, содержащих в отличие от обычных лексиконов не устоявшуюся, социально значимую лексику, не общепринятую семантику слов, а неожиданные остроумные характеристики описываемого слова или слов. Основной пик популярности словарей такого типа приходится на конец 2019 – начало 2020 годов. С недавнего времени принято считать, что жизнь в то время разделялась на до и после. Люди, вынужденные сидеть дома из-за короновирусных ограничений, справлялись с трудностями и творчески подходили к созданию «честных» определений каждодневных слов из повестки дня.

Цель данного исследования – проанализировать структуру и особенности словарной статьи, а также выявить принцип классификации добавляемых слов в данных словарях. Объектом исследования станут публикации русскоязычного бестолкового словаря (ресурса SlovoDna) и англоязычного «собрата» - волонтерского словаря честных слов (HipDict), выборка будет осуществляться на словах и словосочетаниях, появившихся в течение 2023 года.

Идея создания словаря SlovoDna у Кирилла Караваева появилась почти внезапно, в конце 2019 года. Отметим, что уже в самом названии словаря чувствуется определенная ирония, потому что первоначально кажется, что название словаря должно представлять транслитерацию «СловоДня», однако для точной интерпретации русской буквы «я» не хватает одной латинской буквы, и вот СловоДня превращается в СловоДна. А авторское определение, своеобразный лозунг для словаря, появившийся в 2020 — «Слова, которые мы заслужили» только поддерживает вышеуказанную иронию.

Словарь HipDict является волонтерским словарем, определения или забавная интерпретация значения предлагается самими пользователями. Словарные статьи стилизованы под стандартную статью толкового словаря, но сами определения далеки от привычных стандартов.

На сегодняшний день в среднем в словарь SlovoDna добавляются три слова в день, минимум бывает ноль, максимум семь. Популярность словаря выражается в том, что картинки из него расходятся на мемы, которые активно репостят в Сети.

*Руководитель: к.ф.н., доцент Врыганова К.А.*

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВТОРА (НА МАТЕРИАЛЕ ПОЛИТИЧЕСКОГО ДИСКУРСА)

Дзарахохов А.Э. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Проблематика речевого поведения и формирование успешной коммуникации были и остаются одними из актуальных тем во всех типах дискурса, поскольку включают спектр вопросов, связанных с конкретным коммуникативным событием и с характерными особенностями адресата и адресанта. Среди ряда языковых выразительных средств мы концентрируем свое внимание на различных видах повторов, к которым прибегает продуцент.

*Цель исследования* – выявить наиболее активные и универсальные эксплицитные средства формирования повторов, к которым обращается продуцент для усиления речевого намерения.

*Материалом* послужили тексты выступлений англоязычных политических деятелей.

Данный этап изыскания имеет своей целью выявить: 1) эксплицитные формы повторов и оценить иерархию их включения в рассматриваемый тип дискурса; 2) универсальные типы повторов, используемые продуцентом для достижения запланированной перлокуции.

Корпус полученных данных был распределен применительно к языковым уровням (фонетическому, лексическому, морфологическому, синтаксическому) для дальнейшего исследования.

Анализ показал, что наиболее универсальными и частотными в политическом дискурсе можно считать средства *синтаксического* (анафора, анадиплосис, эпифора) и *лексического* (повтор слова в рамках предложения, ключевое слово) *языковых уровней*, а также дублирование *идентичных речевых актов* в рамках одного высказывания.

Обращение к повторам других языковых уровней является не столь активным в сравнении с другими типами дискурса, например, рекламным, в котором интенсивно эксплуатируются фонетические выразительные возможности – аллитерация, ассонанс, консонанс, рифма и др.

Различные типы повторов используются в политическом дискурсе, выполняя функции запоминания, манипуляции, суггестии. Но главная и универсальная особенность данного выразительного средства – это усиление / интенсификация речевого поведения продуцента.

Поскольку повтор полифункционален по своей природе, то его применение является одним из положительных и перспективных способов формирования процесса успешной коммуникации.

*Руководитель: д.ф.н., доцент Мощева С.В.*

# ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА ЯЗЫК НЕМЕЦКОЙ РЕКЛАМЫ В РАМКАХ ПРОЦЕССОВ ГЛОБАЛИЗАЦИИ

Зиновьева Л.А., Чистова Т.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Известно, что английский язык как средство международного общения играет важную роль в процессе глобализации. По мнению исследователей, он стал самым популярным в среде немецких специалистов в области рекламы. Реклама, появляющаяся на немецком рынке, предлагается в последнее время не только зарубежными, но и немецкими фирмами полностью или частично на английском языке. Использование англицизмов связано с рядом причин: для продвижения товаров на мировом рынке, для подтверждения уровня образованности. Основной целью употребления англицизмов является произведение определенного эффекта на покупателя.

**Актуальность** темы обусловлена тем, что увеличение процента англоязычных заимствований в немецкой рекламе напрямую связано со становлением английского языка в качестве мирового.

**Цель работы** – проанализировать исследования немецких лингвистов, занимающихся изучением английских заимствований, рассмотреть, какие языковые средства и почему находят применение в рекламе, определить и составить классификацию наиболее часто встречающихся заимствований.

**Объектом** анализа являются язык немецкой рекламы, слоганы, англицизмы, английские заимствования, используемые в немецких рекламных текстах.

**Материалом для исследования** послужили русские и иностранные источники, словарь неологизмов (Neologismenwörterbuch), в том числе интернет-источники.

Делается **вывод**, что использование английского языка в немецкой рекламе зависит от принадлежности рекламируемого товара к определенной отрасли, а также от направленности рекламы на группы людей, положительно воспринимающих английский язык. Результаты опросов обнаруживают, что англоязычные слоганы зачастую понимаются малым количеством реципиентов. Немецкий язык продолжает оставаться важной частью языка рекламы в Германии, в настоящее время многие компании заменяют англоязычные слоганы немецкоязычными. Вопрос о перенасыщении англицизмами языка немецкой рекламы широко обсуждается обществами по защите немецкого языка.

*Руководитель: кандидат филологических наук, доцент кафедры  
иностранных языков и лингвистики ИГХТУ, И. В. Лобанова*

# ЛЕКСИКО-СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОГО ТЕКСТА (АНАЛИЗ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ СТАТЬИ ПО ПРОБЛЕМЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ BODIPY)

Калинкина В.А. (3 курс)

Ивановский государственный химико-технологический университет

На начальном этапе обучения чтению англоязычных научных статей учащиеся сталкиваются с узкопрофессиональными терминами и сложными грамматическими структурами, правильная передача которых на русский язык вызывает у студентов значительные затруднения. В связи с этим становится очевидной задача овладеть умениями вычленять из оригинальных текстов по специальности различные грамматические конструкции, обращать внимание на семантические характеристики лексических единиц, используя при этом различные англо-русские и англо-английские словари и, как результат, подбирать правильный эквивалент термина и осуществлять грамотный перевод. Такая работа позволит в дальнейшем развить навыки реферирования и аннотирования текстов, совершенствовать навыки устной и письменной коммуникации.

В данной работе приводятся результаты лингвистического анализа текста с учетом основной предметной области и профессиональных интересов автора и выявленные лексико-стилистические особенности научного стиля речи в английском языке. Приведем примеры:

1) обилие терминологических единиц из области химии и медицины, *аббревиатур* (luminophore, dipyrin complex of boron, self-assembly, micelle, vesicle, fluorophore, quantum yield, photodynamic therapy, triplet-state, shell protein, biological labeling, cancer cell, uril, anticancer drug, *MOF*, *DMF*); 2) использование атрибутивных цепочек слов (molar absorption coefficient, fluorescence spectra, boron-dipyrin domain-containing structures, BODIPY structures modification, drug delivery); 3) наличие сложноподчиненных предложений и однородных членов предложения (The nano-scaled self-assembly are “coded” by individual molecules, their shape, polarity, and other properties, that determine forces of attraction or repulsion.); 4) конструкции с причастиями, **герундием**, *инфинитивами* (The main goal allowing to achieve directed self-organization is...; The possibilities of **using** fluorescent techniques...); 5) использование страдательного залога и модальных глаголов (Different chemical synthesis procedures can be modified...) и др.

Анализ статьи позволил определить основные англоязычные понятия по проблеме разработки и применения флуоресцентных красителей на основе BODIPY, а также указать лингвопереводческие трудности и найти пути их преодоления, что содействует в дальнейшем грамотному написанию на английском языке собственных статей студентов.

Руководитель: к. филол. н., доц. Кузьмина Р.В.

## **«РАСШИРЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА БОРЬБЫ» М. УЭЛЬБЕКА И МЕСТО МАЛЕНЬКОГО ЧЕЛОВЕКА В НЕМ**

Лошкарева А.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе рассматриваются основные проблемы романа «Расширение пространства борьбы» М. Уэльбека, анализируется метатекст произведения, раскрываются особенности создания персонажей в жанре так называемого «варварского постмодернизма».

Мишель Уэльбек (род. 1958г.) - известный французский писатель-постмодернист, лауреат многочисленных премий по литературе на сегодняшний день завоевал славу гениального автора, ставящего под сомнение западноевропейские ценности, излишний либерализм и индивидуализм современного общества. Отличаясь крайне эпатажными подходами к созданию постмодернистского романа, М. Уэльбек внес в него принципиально новые черты – депрессивность, метатекст, в основе которого лежит диалог, а не монолог, героев, ориентированных на массового читателя.

«Расширение пространства борьбы» (1994г.) – дебютный роман автора. В нем критика общественной и повседневной жизни филистера, обывателя, рядового члена общества еще только оформляет свои основные черты. Повествование ведется от первого лица, известно, что он программист, в возрасте от «двадцати пяти до сорока лет», одинокий, без семьи и друзей. С самых первых страниц романа герой задается вопросом, который станет лейтмотивом всего произведения: насколько велико пространство борьбы, в которое, так или иначе, оказывается, вброшен современный человек, ведь «часто вам становится тесно жить в пространстве, ограниченном правилами; поэтому вы должны были вступить в пространство борьбы». Сам герой интерпретирует пространство борьбы в двух основных плоскостях, основываясь на своем опыте и жизни своего коллеги Рафаэля Тиссерана: свободе в экономике и свободе в сексуальной жизни. «Великая смута» и «великое волнение» из-за выше обозначенных свобод приводят к полному отчуждению героя.

Писатель создает в романе метатекст, его герой пишет диалоги о животных. Всего в произведении есть три текста: «Диалоги кобылы и коровы», представляющие собой размышления об этике; «Диалог пуделя и таксы» или «автопортрет подростка», «Диалог шимпанзе и аиста» - ироничный исторический рассказ. Благодаря подобному метатексту, М. Уэльбек ломает представления о нем, как о чем-то монологическом. Все произведения героя звучат полифонично и диалогично.

*Научный руководитель: ст. преп. Благовестный Алексей Юрьевич*



## «СЛОВО ГОДА» КАК ОТРАЖЕНИЕ КЛЮЧЕВОЙ СИТУАЦИИ В МИРЕ

Метелев В.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Как известно, лексический состав английского языка, как и любого другого языка, стремительно изменяется. Это связано с его практическим использованием и новыми задачами коммуникации, следовательно, все изменения, происходящие в общественной жизни, политике, культуре и т.д. мгновенно отражаются в его лексическом фонде. Это влечет за собой появление новых наименований, новых вариантов произношения слов, новых грамматических конструкции, изменение значений у ранее известных лексических единиц, вхождение заимствований из других языков и т.д.

Цель нашего исследования – проанализировать данные, представленные на лингвистическом ресурсе Word of the Year (collinsdictionary.com). Объектом исследования выступает список новых слов. В результате проведенного анализа было установлено, что самыми популярными неологизмами в 2022 году стали **permacrisis, Partygate, Kiev, Warm banks, Food bank, Lawfare, Vibes shift, Sportwashing, Whitewashing, Greenwashing, Carolean era, splooting, etc.** Самым часто используемым словом в британском английском языке стало **permacrisis**. Составители британского словаря Collins Dictionary объясняют значение нового слова так: «длительный период нестабильности и отсутствия безопасности». «Еще немного такой жизни, и мы навсегда забудем, что такое вообще «стабильность» и «безопасность». Таким образом, проект «Слово года» является одним из источников для наблюдения за активным пополнением «словаря времени» за счет вхождения новых лексических единиц в современное словоупотребление. Лингвистическая ценность материалов проекта позволяет реконструировать изменения языковой картины мира, которые происходят в языковом сознании в современную эпоху. Слова-победители по версии этого проекта могут быть использованы в лексикографической практике.

*Руководитель: к. филол. н., доцент Избицкая М.В.*

# ОСОБЕННОСТИ СЛОВООБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ

Мыкина Е.А. (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Лексическая система современного немецкого языка существенно обогатилась (особенно за период 2020–2022 гг.) новыми лексемами и выражениями. Данное обстоятельство обуславливает актуальность представленной темы. Следует отметить, что объектом анализа являются новые слова, появившиеся за последние два года в немецком языке, а также заимствования, которые представляют собой как прямые заимствования из английского языка, так и замены немецких слов.

Цель исследования – изучить работы, в которых рассматриваются аспекты лексикологии немецкого языка, отражающие возможности расширения его лексического состава, динамические процессы в лексике, описать и представить структурные характеристики появившихся лексических новаций в немецком языке.

Материалом исследования послужил словарь неологизмов (Neologismenwörterbuch), созданный учеными Института немецкого языка (нем. Institut für Deutsche Sprache, IDS) на словарной платформе OWID online (das Online-Wortschatz-Informationssystem Deutsch). При отборе примеров использовался метод сплошной выборки.

Выводы: результатом процесса заимствования является принятие лексики другого языка, перенос культурных ценностей, характерных для одного культурного ареала, в другую культуру с их дальнейшим переосмыслением, приспособлением к средствам словообразования в немецком языке, интерпретацией в новом культурном пространстве. При этом происходит сближение культур. На формирование лексики принимающего языка оказывает влияние иностранный язык и внешняя культура. Семантические изменения в лексике современных языков носят в основном глобальный характер. Изменения значений слов отражают насколько сильно глобальные тренды влияют на современное общество.

*Руководитель: к.ф.н., доц. Лобанова И.В.*

## КИБЕРНЕОЛОГИЗМЫ: DATA

Охапочкина Ю.С. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Интенсивное развитие информационных технологий, их внедрение во все сферы жизни общества и производство неизбежно сопровождается появлением новых терминологических единиц, которые требуют грамотной и корректной интерпретации. Неологизмы в сфере IT и Интернета, обозначающие связанные с компьютерными технологиями предметы, процессы и явления, называют кибернеологизмами. Специалисты-практики создают онлайн-словари (глоссарии и IT- словари терминов, аббревиатур, сленгизмов и неологизмов), лингвисты исследуют особенности их перевода. В подобных условиях терминологическую компетентность технического специалиста трудно переоценить.

Цель – выявить и систематизировать значения неологизма «data» на основе корпуса словарей и профессионально - ориентированной научной литературы области «Информационные системы и технологии».

Объект исследования – заимствованный термин-неологизм «data».

В указанной области исследования данный термин описывает не только огромные массивы разнообразной информации, но также методы ее «добычи» и обработки с целью получения полезных на практике человеко-читаемых результатов. «Data» функционирует как термин-слово, а также образует большое количество терминов-словосочетаний.

Анализ материала исследования позволил выявить следующие формы и значения термина-неологизма «data»:

- описание объема обрабатываемой информации (big data, small data, long data, thick data, data lake);
- обозначение устройств и особенностей работы с ними (data furnace, data fast);
- характеристика методов и приемов систематизации информации (data hygiene);
- описание результата применения компьютерных и цифровых технологий в профессиональной и повседневной практиках (data journalism, data shadow);
- описание действий, связанных с онлайн мошенничеством (data fracking, mischief to data).

*Руководитель: к.и.н., доц. Малкова Ю. Л.*

## ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОММУНИКАЦИИ В КИБЕРСПОРТЕ (НА МАТЕРИАЛЕ ИГРЫ DOTA2)

Румянцев М.А., Рыжик Д.Д. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Киберспорт – быстро набирающая обороты дисциплина, в которую всё больше людей начинают погружаться из спортивного и личного интереса. Умение общаться на универсальном и понятном для всех языке является неотъемлемой частью успеха. Как правило, независимо от родного языка, игроки используют язык региона, в котором находится сервер, поддерживающий матч, однако самым частым языком общения становится английский.

С точки зрения лингвистики особенности коммуникации в киберспорте мало изучены. Цель исследования – на основе собственного опыта игры в Dota2 проанализировать лингвистические особенности коммуникации между игроками. Отличие Dota2 от остальных игр в том, что, являясь командной игрой, значительную долю победы в ней составляет коммуникация между игроками. Успех коммуникации достигается универсальным сленгом, понятным игроку из любой страны. Сленг состоит из кратких слов, не имеет двусмысленных выражений, лёгок в произношении, что нивелирует особенности в произношении носителей конкретных языков. В качестве дополнительной помощи для коммуникации в игре реализовано колесо чата. Сленг дотеров формируется следующими способами: сокращением слов (*Black King Bar – BKB, Dragon Knight – DK*), заменой слов в английском языке на универсальные, понятные для любого игрока (*Help on lane – Gang, Hand of Midas – glove*), созданием собственных определений (*Roshan – босс, который дает команде, победившей его преимущество, Tarasque – предмет, добавляющий выживаемости персонажу*). В игре может наблюдаться интересный эффект: не зная английского языка, человек интуитивно понимает, что означает слово или выражение на сленге дотера, из-за чего впоследствии запоминает значение самих английских слов (*Fight on highground, I place ward on cliff. – highground (преимущественная позиция на карте), ward (объект, дающий обзор в близлежащий области) cliff (точка, где ward наиболее полезен)*).

Для игроков, впервые сталкивающихся со сленгом, в интернете существуют пользовательские словари, в которых понятно объясняется, что обозначают слова и в каких ситуациях их уместно употреблять.

Коммуникацию в киберспорте необходимо изучать, так как она имеет свою специфику, требует опыта усвоения, расширяет кругозор игроков, помогая коротко и ясно излагать свои мысли.

*Руководитель: к.ф.н., доцент Ганина В.В.*

# **СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВИКТОРИАНСКОЙ АНГЛИИ В ПРОИЗВЕДЕНИИ Л. КЭРРОЛЛА «ПРИКЛЮЧЕНИЯ АЛИСЫ В СТРАНЕ ЧУДЕС»**

Ханаева В.Н. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Викторианская эпоха стала важным периодом в истории Англии. Королева Виктория, находившаяся на престоле с 1837 по 1901 гг., оказала огромное влияние на развитие страны. Интенсивное развитие науки и промышленности существенно повлияло на формирование мировоззрения английского общества того периода. В условиях быстро меняющегося мира англичанин-викторианец испытывал чувство дискомфорта и стремился укрыться от реальности в иллюзорном идеальном мире, изолированном от общественно-политических бурь. Именно в это время и появляется сказочная повесть Л. Кэрролла «Приключение Алисы в Стране Чудес», где представлен подробнейший историко-бытовой комментарий, посвященный викторианской эпохе и викторианскому детству, в частности.

Цель нашего исследования состояла в изучении повести Л. Кэрролла с точки зрения отражения в ней общественно-культурных особенностей викторианской эпохи.

Предметом изучения является изображение викторианской Англии в произведении Л. Кэрролла. В ходе проведенной работы было установлено, что основной темой произведения «Алиса в Стране Чудес» стало викторианское детство. Автор не показывает суровость детской жизни открыто, вместо этого он скрывает ее в чудесном фэнтезийном мире Страны чудес, где Алису часто игнорируют и с ней жестоко обращаются взрослые. Книга дает читателю возможность взглянуть на то, что происходило в жизни детей и окружающих их взрослых.

Особый интерес вызывает образ королевы и ее придворных. Представителей власти, изображенных в «Приключениях Алисы в Стране чудес», часто сравнивают с тогдашним правительством Англии. Это сравнение относится и к правовой системе, очень похожей на беспорядочную систему викторианскую Британию. Эту книгу часто воспринимают как полноценное политическое высказывание; автор осуждал королеву того времени, показывая это через страх персонажей и ненависть по отношению к Королеве Червей. Кроме этого, в повести поднимаются проблемы реального мира, среди которых: положение женщины в обществе, отношение к психически больным людям и общие проблемы здравоохранения.

*Научный руководитель: к.ф.н. Меркулова Н.Е.*

## **Секция 24. Химия и музыка: опыт взаимодействия**

## МУЗЫКА И МОЗГ

Гришин Р.А., Петрушина В.Ю. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В 2006 году в Университете Центральной Флориды появился курс с необычным названием – «Музыка и мозг» - и необычным содержанием. Его авторы, нейробиолог Киминобу Сугая и скрипачка Аяко Йонетани, изучают влияние музыки на функции мозга и поведение человека. Проведенные исследования позволили сделать несколько выводов о взаимосвязи прослушивания музыки, гормонального фона и нейросенсорных особенностей мозга человека.

Так, например, музыка увеличивает уровень дофамина в прилежащем ядре, вызывая своеобразную зависимость. Однако эта зависимость не может рассматриваться как опасная, так как в целом музыка оказывает благотворное влияние на человека.

Прослушивание музыки влияет и на гипоталамус, который связывает нервную и эндокринную системы, а также производит гормоны и химические вещества, называемые медиаторами. Они регулируют жажду, сон, аппетит, температуру тела, частоту сердечных сокращений, настроение, обмен веществ и др.

Также прослушивание музыки повышает уровень дофамина в путамене. Этот эффект, кстати, используется для помощи людям, страдающим болезнью Паркинсона. Разумеется, музыка повышает секрецию эндорфина, который вырабатывается гипофизом. В исследовательской среде давно бытует мнение, что ощущение подъема, вызываемое при прослушивании музыки, в действительности является следствием роста уровня эндорфина.

Кроме того, музыка оказывает благотворное воздействие, снижая уровень гормонов стресса, которые содержат такие вещества как пролактин, гормон роста и адренкортикотропин.

Итак, целью нашей работы стал анализ исследований, посвященных влиянию музыки на гормональный фон человека и, как следствие, на работу головного мозга. Результатом нашей работы стало обобщение результатов проведенных как в России, так и за рубежом исследований, а также их популяризация. Кроме того, мы провели небольшое эмпирическое исследование, в рамках которого попытались установить взаимосвязь между умственной работой и прослушиванием музыки. В исследовании приняли участие студенты Ивановского государственного химико-технологического университета.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## ХИМИЧЕСКИЕ СЕКРЕТЫ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Ильичева М.Д. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Антонио Страдивари прославился как величайший мастер по изготовлению скрипок и виолончелей. Ученик Николо Амати, он превзошел своего мастера и фактически создал свою школу, создав собственный тип скрипки. Ту модель скрипки, которую мастер создал в 1704 году, превзойти не смог никто. Большое значение для качества звучания скрипок и виолончелей имели порода и качество дерева. Страдивари использовал клёны, сосны, ели. Однако не меньшее значение имели способы обработки дерева и качество лака для его покрытия. Ранее лак считался, скорее, украшением; его влияние на качество звука не рассматривалось. В настоящее время многие исследователи полагают, что непревзойденное качество скрипок и виолончелей Страдивари было обусловлено правильно изготовленным лаком. Тем не менее, даже сам мастер утверждал, что не знает секрета своего лака. По утверждению Страдивари, лак каждый раз получался разным. Впрочем, несколько лет назад группа французских и немецких ученых под руководством Ж.-Ф. Эшара подтвердила: лак, который использовал Страдивари, практически не отличался от тех лаков, которые использовали другие итальянские мастера. А значит, ни его состав, ни его качество не могли принципиальным образом повлиять на качество скрипок. Однако есть и другие мнения. Так, например, Джозеф Нагивара (Техасский университет) приложил немало усилий для того, чтобы разгадать тайну скрипок Страдивари. В результате многочисленных исследований он пришел к следующему выводу: нередко заготовки для скрипок поражались древоточцем, что оказывало негативное влияние на будущий музыкальный инструмент и качество его звучания; чтобы избежать этого, Страдивари стал пропитывать заготовки бурой – солью тетраборной кислоты. Именно этот фактор, а не использование специального лака, стало залогом успеха Страдивари и его скрипок. Иными словами, Страдивари и сам не знал, что агрессивная химическая обработка, позволяющая уберечь заготовки от древоточцев, оказывает благотворное влияние на звучание будущего инструмента. Еще один исследователь – Клаудио Палл – провел серию анализов исходных материалов и выяснил, что в них присутствует древесный грибок, который живет в горных реках. Скрипка, изготовленная из материала, который специально «заражался» таким грибком, имела прекрасный резонанс и отличное звучание. Подчеркнем, что ни одно из приведенных объяснений не может считаться исчерпывающим.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*



## МУЗЫКАЛЬНАЯ ТАБЛИЦА Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Кузнецова А.А., Коткова Т.С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В 2019 году исполнилось периодическая система химических элементов, созданная Дмитрием Ивановичем Менделеевым, отметила свое 150-летие. К юбилею учеными исторического и механико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова была подготовлена виртуальная реконструкция кабинета великого ученого. Кроме того, российский композитор О. Трояновский написал музыкальную мелодию «Таблица Менделеева», в которой зашифровал «атомные веса» химических элементов.

Принцип шифровки был довольно прост: каждой ноте соответствовала цифра; последовательность цифр, таким образом, можно было представить как последовательность нот. Исходным материалом стали атомные массы химических элементов, которые и представляют собой последовательности цифр. При этом на фортепиано игрались целые числа, а на остальных инструментах – цифры после запятой: десятые, сотые и тысячные доли.

Интересно, что это был не единственный опыт «перевода» периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева на язык музыки. В рамках настоящего исследования мы предприняли попытку проанализировать такие интерпретации «таблицы Д.И. Менделеева» в музыкальном искусстве. Так, например, У. Смит (Университет Индианы), применив метод звуковой обработки данных, преобразовал видимый свет, испускаемый различными химическими элементами, в звук. Таким образом, были получены уникальные звуки для каждого химического элемента. Это можно считать первым шагом к созданию музыкальной периодической таблицы. Кроме того, представляет интерес использование сонификации, то есть обработки данных с помощью ультразвука.

Еще ранее инженер-механик А. Генри создал свою «музыкальную таблицу Д.И. Менделеева», создав своеобразные музыкальные подписи для каждого элемента периодической системы химических элементов. По словам исследователя, «музыкальная таблица Д.И. Менделеева» может стать дополнительным инструментом для изучения самой таблицы студентами или школьниками, а также для популяризации научного знания.

В рамках нашего небольшого исследования мы попытались сделать вывод о влиянии музыки на популяризацию науки, а также влияния истории науки на развитие музыкального искусства.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ХИМИИ И МУЗЫКИ: ЛИЧНОСТНЫЙ АСПЕКТ

Медведева А.С., Коробова В.Д. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Химия, физика и музыка имеют множество точек соприкосновения. Ведь музыку можно рассматривать в различных аспектах. Это и искусство, способное образно передать эмоции, чувства, переживания. Но это и физическое явление, которое представляет собой распространение упругих волн в среде. В то же время на развитие музыки большое влияние оказывает развитие химической науки и химической технологии.

Многоаспектность музыки как феномена культуры обусловила и ее специфическое личностное преломление. Примечательно, что некоторые выдающиеся химики и физики всерьез занимались музыкой, были композиторами, музыкантами. В то же время и музыкантам оказывалась не чужда химическая наука.

Так, например, А.П. Бородин был и химиком-органиком, и композитором. Он руководил лабораторией, читал лекции студентам в санкт-петербургской Медико-хирургической академии, открыл и описал химическую реакцию серебряных солей карбоновых кислот с галогенами. В то же время А.П. Бородин известен как автор множества романсов, симфоний, квартетов, концертов. Самым же известным его произведением стала опера «Князь Игорь», над которой А.П. Бородин работал почти двадцать лет.

В то же время Н.А. Александров – известный специалист в области химии и фармации, профессор Томского университета – увлекался музыкой, обретая в ней вдохновение. Он обладал абсолютным слухом и был прекрасным музыкантом: играл на скрипке и фортепиано. Известным почитателем музыкального искусства был и Д.И. Менделеев.

Примечателен и другой пример: для бразильского композитора Эдуардо Рек Миранда последовательность реакций получения фторсодержащего фторацетата стала источником вдохновения для создания музыкальной композиции. Более того, композитор провел аналогию между химическими элементами и их соединениями, с одной стороны, и музыкальными элементами (нотами) и их соединениями (мелодиями), с другой стороны.

Исследование личностного аспекта взаимодействия химии и музыки позволяет наглядно показать: естественнонаучное и гуманитарное знание, наука и искусство в действительности имеют гораздо больше точек соприкосновения, чем принято думать.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## СОНОХИМИЯ: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Надтока Т.Е., Орлова А.Р. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Материалом музыки с физической точки зрения является звук. При этом звук можно классифицировать: звуковой спектр делится на инфразвук, ультразвук и звук, воспринимаемый человеческими органами слуха. В химии широко применяется ультразвук. Он представляет собой волнообразно распространяющееся колебательное движение частиц среды и характеризуется рядом отличительных особенностей по сравнению с колебаниями слышимого диапазона и инфразвуком.

Подчеркнем, что уже длительное время ультразвук играет большую роль в химической промышленности и научных исследованиях. Так, например, были проведены теоретические и экспериментальные исследования в области ультразвуковой кавитации и акустических течений, что позволило разработать новые технологические процессы.

Сегодня ультразвук применяется для ускорения химических реакций. Примечательно, что применение ультразвука также способствует увеличению процента прореагировавших веществ. В целом же ультразвуковая активация широко применяется в реакциях замещения, присоединения, в катализе, в двухфазных системах, в химии полимеров, в нефтехимии и др.

Широкое использование ультразвука имело большое значение для становления нового направления в химии – сонохимии, или звукохимии. Предпосылки ее развития появились еще в 1920-е годы, когда У.Т. Ричардсом и А.Л. Лумисом было обнаружено, что действие ультразвука оказывает влияние на разложение иодида калия в водном растворе.

Вторая предпосылка для становления нового направления сложилась в 1980-е годы: именно в это время появляются генераторы ультразвука высокой интенсивности. В настоящее время сонохимия активно развивается; в ее рамках появляются более или менее самостоятельные направления. Так, например, в последние годы идет речь о развитии пищевой сонохимии.

В рамках настоящего исследования мы предприняли попытку ретроспективного анализа становления и развития сонохимии как научного направления, оказавшего большое влияние на развитие современной химической промышленности.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## МУЗЫКАЛЬНЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО СТУДЕНЧЕСТВА

Оганян В.В., Парфёнов А.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Актуальность нашего исследования обусловлена несколькими факторами. Во-первых, в настоящее время отсутствуют комплексные исследования, посвященные анализу молодежного музыкального контента, с одной стороны, и музыкально-стилевым предпочтениям молодежи, с другой стороны. Во-вторых, музыка уже давно стала одним из самых популярных видов досуга. Она же является способом самовыражения, способом познания мира, способом самоидентификации, отождествления себя с той или иной социальной группой, субкультурой. Исследование музыкальных предпочтений молодежи является серьезной актуальной проблемой как искусствоведения, так и социологии музыки. Обратим внимание на теоретико-методологическую основу нашего исследования. Её ядро составила концепция культуры П.А. Сорокина, который культуру XX века назвал «чувственной» и характеризовал ее следующим образом: «В основе тем у художников нашего времени стоит <...> рыночный спрос, прибыль независимо от того, является ли ее источником коммерческая продажа картин и скульптур, или же заказы от богатых магнатов, политиков, или даже заказы государственные. Профессиональный художник должен зарабатывать себе на жизнь. Чтобы зарабатывать, он должен уметь продавать свои произведения. Чтобы их продать, он вынужден приспособливаться к требованиям, предъявляемым рынком». Выше приведенные слова П.А. Сорокина подходят и для характеристики культуры, в том числе музыкальной, XXI века. Избегая излишнего морализаторства и оценочных суждений, смеем, тем не менее, заявить, что культура XXI века также принадлежит чувственной культуре, что предопределяет ее сущностные характеристики. Это же предопределяет, в свою очередь и музыкальные предпочтения современного российского студенчества. В подтверждение гипотезы мы провели небольшое эмпирическое исследование – опрос среди студентов города Иванова, Владимира, Костромы. Так, в исследовании приняли участие студенты Ивановского государственного химико-технологического университета, Ивановской государственной сельскохозяйственной академии, Ивановского государственного университета, Ивановской государственной медицинской академии, Ивановского филиала РАНХиГС и др. Результаты опроса позволили нам сделать выводы о музыкальных предпочтениях современного студенчества.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВИНИЛОВЫХ ПЛАСТИНОК

Трохаческая А.А., Репин К.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Большое влияние на развитие музыкального искусства оказало создание граммофонных пластинок в XIX веке. Вплоть до конца XX века они оставались самым популярным аналоговым носителем звуковой информации. Грампластинки обладали целым рядом достоинств: относительная дешевизна, возможность проигрывания на простой аппаратуре, пригодность для массового тиражирования.

Первая пластинка для граммофона была разработана в 1887 году Э. Берлинером. Примечательно, что она не была плоской, а для ее изготовления использовался воск. Уже в начале XX века были созданы первые плоские пластики; они изготавливались из шеллака – материала гораздо более хрупкого и тяжелого, чем современный винил.

Виниловые пластинки появились в 1930 году; это было заслугой компании RCA Victor. Теперь для изготовления пластинок использовался этилен дихлорид, результатом полимеризации которого является виниловый полимер – поливинилхлорид (ПВХ).

Кроме того, при использовании виниловых пластинок использовались целлюлоза, мел, тальк, металлические частицы, что обеспечило высокую прочность и хорошие механические свойства готового продукта. Также необходимо отметить, что виниловые пластинки устойчивы к воздействию коррозии и химических реагентов. В то же время они довольно чувствительны к воздействию ультрафиолетовых лучей.

Представляет интерес и процесс производства пластинок. Его можно разделить на несколько этапов. В рамках первого этапа звукорежиссёры настраивают уровни громкости, эквализацию, последовательность мелодий. На втором этапе подготовленные аудиозаписи переносятся на лаковую пластину мастер-диска с помощью алмазной иглы. Третьим этапом производства является процесс гальванизации. Полученную в результате матрицу отправляют на гидравлический пресс. Здесь на них подается предварительно расплавленный поливинилхлорид. Свежеотпечатанные пластинки охлаждаются в ванне с водой. На этом этапе они обретают свою форму.

Итак, развитие химии, химической технологии оказало значительное влияние на развитие музыки и на ее доступность для самых широких слоев населения.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## **ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА ГОРМОНАЛЬНЫЙ ФОН ЧЕЛОВЕКА: К ПОСТАНОВКЕ ВОПРОСА**

Яруллин Д.Н., Дрондель Э.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Проблемы, связанные с психоэмоциональным здоровьем человека, всегда актуальны. Примечательно, что музыка – едва ли с момента ее появления – рассматривалась, помимо прочего, и как средство, способное оказать позитивное влияние на психическое и физическое здоровье.

В то же время важно подчеркнуть, что значительное влияние на физическое и психоэмоциональное здоровье человека оказывают гормоны – специальные химические посредники, регулирующие работу организма. Гормоны выделяются железами внутренней секреции и, перемещаясь по кровотоку, стимулируют определенные клетки. На процесс выработки гормонов, на гормональный оказывают влияние множество факторов. В числе этих факторов некоторые исследователи называют и музыку.

Интересно, что уже довольно длительное время музыка широко используется для воздействия на состояние человека. Так, например, способность музыки влиять на функциональное состояние человека применяется в рамках терапевтических сеансов, в рекламе, кино и др. Для нас же большое значение имеет использование музыки в медицине; можно говорить и о становлении такого направления как музыкотерапия.

Специалистами было отмечено, что музыка способна оказывать влияние на электроэнцефалограмму. При этом влияние зависит от темпо-ритмической, гармонической, мелодической структуры, от использования тех или иных музыкальных инструментов.

Подчеркнем, что воздействию музыки на психоэмоциональное и физическое здоровье человека, в том числе на гормональный фон, посвящено множество исследований как в России, так и за рубежом. Целью нашей работы является как анализ научных исследований, так и их популяризация. В рамках настоящего исследования рассмотрено влияние различных музыкальных жанров и музыкальных стилей на гормональный фон человека. Также нами была составлена подборка музыкальных композиций, способных оказать позитивное влияние как на физическое, так и на психоэмоциональное здоровье человека.

В заключении обратим внимание на то, что жизнь в современном постоянно меняющемся мире часто провоцирует стресс, значительно ухудшающий качество жизни. При этом не все имеют возможность посещать психолога. Музыка же, оказывающая терапевтический эффект, способна стать «личным психологом» для каждого.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## **ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

Яруллин Д.Н., Рустамов А.О. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

И музыка, и химия имеют давнюю и очень богатую историю. Однако на первый взгляд, мало что связывает эти два столь различных феномена человеческой культуры. Ведь музыка – это вид искусства, особенностью которого является отражение мира в образах. Музыка, способная убедительно передавать эмоциональное состояние автора, призвана оказывать воздействие, прежде всего, на психику, эмоции. Химия – это наука, изучающая превращение веществ, сопровождающееся изменением их состава, строения.

И все-таки музыка и химия имеют гораздо больше общего, чем кажется на первый взгляд. В действительности развитие химии и химической технологии оказало значительное развитие на развитие музыкального искусства. Так, музыкальные инструменты, в сущности, состоят из химических элементов и соединений. Кроме того, многие музыкальные инструменты обладают уникальным звучанием именно потому, что в процессе их создания применялись те или иные химические вещества и соединения.

В рамках настоящего исследования мы предприняли попытку выявить химико-технологические особенности создания музыкальных инструментов. Особое внимание мы обратили на тот материал, который использовался при создании того или иного музыкального инструмента. Так, например, флейта, гобой, кларнет изготавливаются из пластика и металла, саксофон – только из металла. Струны для арфы, виолончели, контрабаса, а также для еще целого ряда струнных инструментов – металлические.

Однако появление новых материалов и технологий неизбежно приводит к некоторым изменениям. Так, струны для гитары, изготовленные из синтетических материалов, давно не являются редкостью. В то же время использование новых материалов и компонентов оказывают влияние на звучание музыкальных инструментов.

Еще одним аспектом, на который мы обратили внимание в рамках исследования, – появление аналоговых и цифровых средств воспроизводства звука (музыки). Их химия и технология также изучены в рамках нашего исследования.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## **Секция 25. Диалог языков и культур: актуальные проблемы**



# КОММУНИКАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ ДИМИНУТИВОВ В РУССКОЙ РЕЧИ

Зайцева А.О. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Диминутив – это слово или форма слова, передающее субъективно-оценочное значение малого объёма, размера. В современном общении мы наблюдаем разное отношение к этим словам, поэтому выявление функций диминутивов в русской речи является актуальной проблемой для исследования.

Анализируя словообразование диминутивов, мы выяснили, что все они произведены по актуальным продуктивным моделям с помощью разнообразных суффиксов.

Для того чтобы выявить коммуникативный потенциал диминутивов, а также определить отношение к этим словам носителей языка, мы провели опрос среди представителей разных поколений: 1 группа – взрослые люди от 35 до 90 лет, 2 группа – молодые люди в возрасте 18 лет.

На вопрос: «Как вы относитесь к диминутивам?» – 100% в обеих группах ответили, что относятся нормально и хорошо и не видят никаких речевых нарушений в их использовании.

Второй вопрос: «Вы употребляете уменьшительно-ласкательные слова?» – показал, что взрослые респонденты употребляют диминутивы чаще, чем молодёжь (100% к 43%). Для взрослых их использование обусловлено работой с людьми, для молодых людей – обстоятельствами.

В ответах на третий вопрос: «В каких ситуациях могут быть использованы эти слова?» – возрастная группа назвала следующие: 1) демонстрация доброжелательного отношения, 2) попытка расположить человека к себе, 3) показ ласкового отношения старшего к младшему, 4) заискивание перед начальством, 5) снижение категоричности просьбы, 6) привлечения клиентов в сфере услуг. Молодые люди используют диминутивы: 1) в общении с близкими и родными людьми, 2) в поэзии, 3) для выражения своих эмоций, 4) при характеристиках объектов с точки зрения их формы, 5) в комплиментах, 6) в общении с детьми.

На четвёртый вопрос: «Как вы думаете, почему русские люди часто используют диминутивы?» – люди старшего поколения ответили, что основные функции диминутивов – это выражение хорошего отношения, демонстрация доброты и искренности, «смягчение» речи. Молодые носители языка солидарны и тоже считают, что диминутивы звучат «мягче и нежнее повседневных слов». Кроме этого, молодёжь подчеркнула, что такие слова добавляют в коммуникацию «яркости».

Таким образом, наше исследование показало, что круг функций диминутивов весьма широк и использование этих слов в речи оправдано.

*Руководитель: к. филол. н., доц. Долинина И. В.*

## ВЛИЯНИЕ ФЕНОМЕНА АНИМЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ РЕЧИ МОЛОДЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЯЗЫКА

Ибрагимов А. Ш. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В современном молодёжном общении возрастает влияние различных феноменов масскультуры на формирование коммуникативного дискурса молодых носителей языка. Вместе с глобализацией и развитием Интернета в общении российской молодёжи популяризуется субкультура аниме. Ввиду этого одним из путей её изучения выступает исследование лексических средств, распространённых в речи её носителей.

С каждым годом стараниями литераторов, политиков, мангак, переводчиков, косплееров, блогеров и простых любителей культура и язык аниме становятся всё популярнее. По сравнению с западными языками японский не играет значительную роль в русском языке, в коммуникацию российской молодёжи активно входят заимствованные из него слова и формы: *тян, кун, доно, няша, хикокомори, сакура, манга, кавай, сугой, отаку* и т.д. Некоторые из этих слов становятся производящим для новых

В коммуникации анимешников функционирует много языковых единиц с общим значением «аниме-продукция»: *мангака, сейю, додзинси, ранобэ, дорама*. В том числе к ним относятся слова английского происхождения, которые характеризуют только аниме: *АМВ, ОВА, ОНА, ОЯШ, фандаббинг, фансаббинг, фансервис, филлеры, спешл*.

Некоторые из японских слов выступили производящими для новых языковых единиц: *тян* → *тянка, тяночка, тня*; *кавай* → *кавайный, сугой* → *сугойный, ОВА* → *овашка*.

Проведя наблюдения, мы отметили, что в полной мере слова из культуры аниме употребляются преимущественно тогда, когда объектом или субъектом разговора служат связанные с Японией вещи. Общая же тенденция в употреблении таких лексических единиц заключается в том, что они позволяют молодёжи эмоционально обогатить язык, а слово *хикка* ещё и явилось реакцией на социальные процессы.

Сегодня анимешники редко используют японские заимствования в широкой коммуникации, так как в отрыве от японской речи они звучат неестественно. С учётом этой тенденции у слова *отаку* даже появился довольно грубый, но эмоционально насыщенный русский синоним. Из этого можно сделать вывод, японские слова из аниме культуры вряд ли войдут в широкое общение, однако они продолжают функционировать в коммуникации российской молодёжи, выполняя функцию номинации, стилизации, языковой игры, а значит, в процессе глобализации в будущем составят небольшой сегмент внутри русского языка.

## **СИСТЕМА ТЕРМИНОВ В КУРСЕ «ОБЩАЯ ФИЗИКА» КАК ОСОБЕННОСТЬ НАУЧНОГО СТИЛЯ РЕЧИ**

Минченко В. М. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Любая наука представляет собой определённый язык, в основе которого находятся термины. Под термином понимаются слова или словосочетания, соотнесённые со специальным понятием, явлением или предметом в системе какой-либо области знания. Однако терминологический словарь – это не набор слов, а упорядоченная система.

Актуальность изучения системы терминов общей физики обусловлена методическим применением результатов. При введении каждого понятия – термина необходимо определить его место в структуре знаний. Мы предлагаем систематизировать физические термины по взаимосвязанным лексико-семантическим группам: 1) физические явления → 2) физические модели, 3) физические величины, 4) физические законы. В каждой группе термины могут быть классифицированы на простые (термины-слова) и составные (терминологические выражения). Также следует сделать акцент на определённых словообразовательных моделях и словообразовательных способах, на основе которых осуществляется становление терминологической системы.

На этом основании мы классифицировали термины общей физики по разделам: «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», акцентируясь на их лексико-семантической группе и способе образования.

Приведём примеры. Термин «частота» из раздела «Механика» относится к группе «Физическая величина» и образован с помощью заимствования из иностранного языка путём дословного перевода. Терминологическое выражение «идеальный газ» из раздела «Молекулярная физика и термодинамика» относится к группе «Физическая модель» и образован как соединение двух самостоятельных слов в постоянное словосочетание. Термин «сверхпроводимость» из раздела «Электродинамика» имеет значение «физическое явление» и образован с помощью префиксально-суффиксального способа. Терминологическое выражение «правило левой руки» из раздела «Электричество и магнетизм» относится к лексико-семантической группе «Физический закон» и образовано с помощью соединения двух слов в постоянное словосочетание с использованием метафоризации.

Системное построение терминологического пространства общей физики через показ её терминов как структурных элементов системы научных знаний, видов понятий, их взаимосвязи друг с другом способствует лучшему пониманию и усвоению учебного материала.

*Руководитель: к. филол. н., доц. Долинина И. В.*

# ПИСЬМО КАК ЖАНР СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ СОВРЕМЕННОСТИ

Морозова Ксения (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Эпистолярный жанр – это один из жанров литературного произведения, который характеризуется формой личных писем. Следовательно, письмо – древнейший жанр письменной коммуникации.

На протяжении многих веков именно письмо было единственным средством общения людей, которых разделяло расстояние. История говорит о том, что первое письмо было рисуночное.

В России письмо появилось в VIII-IX веках. В Древней Руси письма носили нравоучительный характер. Были люди, к которым обращались с просьбой о написании письма.

В настоящее время эпистолярный жанр тесно связан с развитием технического прогресса. Большую часть информации мы передаем и получаем посредством интернет-ресурсов, телефонов и массовых коммуникаций, что, безусловно, расширяет возможности коммуникации, увеличивая скорость передачи информации.

По сфере общения выделяют деловые и частные письма. Все виды писем имеют свои композиционные особенности, а также определённый набор семантических частей текста. С точки зрения клишированности письма подразделяют на три группы: стандартные, «полужёсткие», относительно свободные.

Деловые, или служебные письма составляют переписку государств, учреждений, предприятий, организаций в процессе дипломатической, управленческой, социальной, производственной деятельности.

Частные письма делятся на официальные и неофициальные. Первые направляются от имени частного лица к организации; организации к частному лицу. Официальные отношения между корреспондентами – обязательный признак этих писем даже в переписке частных лиц, которые не знакомы или мало знакомы друг с другом.

Неофициальными частными письмами считаются послания хорошо знакомых людей, друзей, родственников, всех тех, кто поддерживает неформальные, межличностные отношения. Письмам личного характера присущи непринужденность, естественность изложения, свобода выбора средств изложения, заинтересованность, индивидуальность автора, определенная структура.

Считаем, что данная тема актуальна в наши дни, так как при всех плюсах технических нововведений, помогающих переписке, теряется культура письменного общения, в частности, в неофициальных письмах.

*Руководитель: старший преподаватель Чельшева Н.Н.*

## СОВРЕМЕННЫЕ СТУДЕНТЫ О РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Полетаев И.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Русский язык является одним из важнейших элементов культуры России. Он также средство общения не только в России, но и во многих странах. В настоящее время, с учетом развития технологий и информационных средств, возникает необходимость активного изучения русского языка. Однако, несмотря на интерес к нему, многие студенты сталкиваются с трудностями в освоении этой дисциплины. Это связано с особенностями грамматики, произношения и многими другими факторами.

Цель нашего исследования – выявить и описать точку зрения современных студентов по вопросам современного состояния русского языка, тенденций его развития.

По результатам нашего исследования, проведенного путем анкетирования студентов ИГХТУ, мы пришли к следующим выводам. Современная молодежь в 100% случаев отмечает широкое использование заимствованных слов в русском языке. Около 90% опрошенных относятся положительно к заимствованиям, а также отмечают, что заимствованные слова заменяют устаревшие русские аналоги. По мнению респондентов, наиболее частотны такие слова, как *зарелизить, хотфикс, шоп, сайт*.

Многие респонденты оценили состояние русского языка как ухудшающееся и в связи с этим предложили способы его улучшения. К примеру, изучать правила грамматики в виде игры, проводить форумы по изучению русского языка среди студентов, более качественно редактировать новости в Интернет-источниках. Самым эффективным способом обогащения словарного запаса, по мнению анкетлируемых, является чтение литературы.

*Руководитель: к.филол.н., доц. Здорикова Ю.Н.*

## ФРАЗЕОЛОГИЗМЫ В РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРЕССЕ

Поснова А. А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет.*

Фразеологизмы – это устойчивые по составу и структуре сочетания слов в русском языке. Мы используем их в речи каждый день. Фразеологические обороты можно встретить и в книжной речи, на страницах газет и журналов, в сети, услышать с экранов телевизоров.

Во всем многообразии и богатстве фразеологизмы чаще всего встречаются в печатных изданиях, преимущественно информационно-развлекательного характера, поскольку они способствуют передаче свободного стиля изложения материала, оригинальной его подаче и служат для массового зрителя или читателя. Исходя из вышесказанного, предметом нашего анализа явились фразеологизмы в печатных СМИ, представляющих издания города Иванова и Ивановской области.

Данные лексические единицы часто выражают оценку, служат для создания метафорических образов, позволяют сделать акцент на актуальной, значимой информации. В лексике русского языка есть не только отдельные слова, которые помогают описывать окружающую действительность, но и словосочетания, которые являются фразеологизмами. В газетном тексте использование данных лексических единиц позволяет подчеркнуть трудности обыденной жизни, ее проблемы, поэтому часто используются выражения с отрицательной оценкой: «*Просто кто-то живёт под склоном, кто-то завалил плитой ливнёвку, а кто-то **абы** как чистил минувшей зимой снег*» (168 часов, 30.03.23) – значение этого фразеологизма такое: без старания, без заинтересованности в качественном результате, недобросовестно, неаккуратно, лишь бы поскорее; «*За объединение опорников, в частности, ратовала Альбина Кузьмина, **на плечи** которой потом и легли многие хлопоты*» (Ивановская газета, 03.04.23) – фразеологизм имеет значение «становиться предметом непредвиденных забот, тяжёлого труда, попечений».

В нашем материале встретились также фразеологизмы и пословицы с трансформацией – субституцией компонента: «*Правила написаны **слезами и кровью***» (Ивановская газета, 01.04.23) – заменен компонент фразеологизма *потом и кровью*, в выражении с трансформацией значение усилено; «*Походная компания – тот самый случай, когда **в чужой огород со своим уставом не суются***» (Ивановская газета, 01.04.23) – заменены два компонента пословицы *В чужой монастырь со своим уставом не ходят*, измененное выражение приобретает разговорный, просторечный характер за счет использования глагола *суются*.

Таким образом, фразеологизмы привносят в нашу речь образность, экспрессивность, делают ее богаче и разнообразнее.

*Руководитель: к.филол.н., доц. Здорикова Ю.Н.*

## ЛЕКСИЧЕСКИЙ ПОРТРЕТ УЧИТЕЛЯ В ЯЗЫКОВОМ СОЗНАНИИ ЛЮДЕЙ

Родионов А. С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Указом Президента России В.В. Путина 2023 год объявлен Годом педагога и наставника. Учитель, педагог, преподаватель, наставник – около 70 синонимов в русском языке обозначают учителя. В этой связи изучение лексического портрета учителя в языковом сознании людей разных возрастов и национальностей является актуальной проблемой.

В работе мы собрали и рассмотрели языковые единицы, через которые формируется лексический портрет настоящего учителя в языковом сознании школьников, студентов, взрослых людей. С этой целью мы также опросили иностранных студентов.

Согласно опросу ВЦИОМ школьники включают в языковой портрет учителя такие слова, как: «справедливый», «спокойный», «отзывчивый». Дети описывают наставника через выражения: «должен понятно и интересно объяснять материал», «любить детей», «иметь чувство юмора».

С точки зрения представителей старшего поколения, языковая характеристика идеального учителя включает слова и выражения: «высокая квалификация», «доброжелательность», «любовь к детям». Среди важных слов, формирующих лексический портрет наставника, мы видим «терпение», «порядочность». 10% опрошенных считают, что «хороший учитель тот, кто хорошо знает свой предмет».

В своей работе мы проанализировали материалы конкурса эссе «Расскажу о своём учителе», который проводится в ИГХТУ. В отзывах студентов и выпускников созданы лексические портреты преподавателей нашего вуза: «строгий», «требовательный», «помощник», «специалист с большой буквы», «профессионал своего дела», «энтузиаст».

Для сравнения лексического портрета учителя в русском языковом сознании мы привлекли результаты аналогичного опроса иностранных студентов и выпускников ИГХТУ. Африканцы подчеркнули многогранность личности преподавателя: у него «должны быть большие знания и не только по своему предмету, но и о жизни вообще». Важен для них и личностный компонент: «учитель уважает себя и свои знания, он активный и весёлый». В языковой характеристике китайцев учитель «предан работе», «знает всё», он «должен увидеть ученика и развить его таланты». В арабской ментальности учитель – это «верный мусульманин», он «знает Коран», должен «показывать идеал нравственности, вежливости», «хорошо знает жизнь и её правила». Носители арабского языка подчёркивают, что наставник «не только учит, но в первую очередь воспитывает детей».

*Руководитель: к. филол. н., доц. Долинина И. В.*

## СТРАТИФИКАЦИЯ СПОРТИВНОЙ ЛЕКСИКИ: ЛИНГВОКУЛЬТУРА ХОККЕЯ

Романчиков Е. В. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Сегодня спорт стал неотъемлемой частью общественной жизни, перешёл из ограниченной сферы в общекультурную. В этой связи стратификация и определение статуса спортивной лексики как особой части языка является актуальным направлением социальной лингвистики, в рамках которой эта часть языка чаще всего классифицируется на три группы: 1) спортивная терминология, 2) спортивная лексика, 3) профессионализмы.

В своей работе мы рассмотрели хоккейную лексику, которая включает русские и заимствованные термины. Вместе с тем мы отметили, что языковая область спорта является зоной лингвокреативной активности, поэтому в статье мы уделили внимание так называемым «нетерминам»: профессионализмам спортивного языка, на котором говорят все участники и любители хоккея.

В группу русских терминов, утверждённых спортивной номенклатурой, мы включили наиболее частотные в хоккее лексемы и выражения: коньки (→«одевай коньки»), «клюшка», «полевой игрок», «вратарь», «вбрасывание», «бросок». В термины вошло и бывшее раньше профессионализмом слово «капа».

Среди заимствованных терминов уже ассимилированы русским спортивным языком слова: «шайба», «гол», которые в хоккее часто осмысливаются как синонимы («Забить шайбу», «Шайбу-шайбу!»). Некоторые слова сохранили свою связь с языком-источником: «автогол», «слот» («глубокий слот» и «высокий слот»), «сейв», «тафгай», «дубль», «хет-трик», «покер», «айс-тайм», «буллит».

В общении профессионалов и любителей хоккея немало языковых единиц, не включённых в спортивную терминологию. Это так называемые профессионализмы. К ним мы отнесли русскоязычные слова: «бегунки» (синоним коньков), «щёлочок», «проброс», «хет-трик горди хоу» (виды бросков шайбы), «ракушка» / «раковина», «ловушка», «блин», «краги», «джерси» / «сетка» (элементы экипировки), «пятак», «усы» (зоны на игровом поле). Большая часть этих слов характеризуется русским происхождением на основе актуальных способов (суффиксальный, метафорический), но есть также иноязычные слова. Также отметим, что в общении хоккеистов присутствуют вульгаризмы, обценные слова.

Таким образом, мы видим, что лексика хоккея формирует свою лингвокультуру, в ней происходят активные языковые процессы, поэтому хоккейный язык вполне можно считать одним из спортивных диалектов.

*Руководитель: к. филол. н., доц. Долинина И. В.*



## ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ИСКЛЮЧЕНИЙ ИЗ ПРАВИЛ ОРФОГРАФИИ

Смышляк Ю.А. (1 курс)

При изучении русских орфографических правил мы нередко сталкиваемся с исключениями, которые машинально заучиваем, не задумываясь об их происхождении. В этой связи цель нашей работы – рассмотреть историю становления некоторых таких исключений с точки зрения истории развития русского языка. Актуальность обусловлена тем, что понимание причин наличия в орфографии слов-исключений поможет их понять, принять и запомнить.

Слова-исключения – это такие слова, которые не подчиняются тому или иному правилу. На данный момент в русском языке около 70 орфографических правил, и в 12 из них есть слова-исключения, происхождение которых мы последовательно рассмотрели.

Ярким примером исторического правописания в русском языке является написание *ЖИ* и *ШИ*, обусловленное утраченной мягкостью этих согласных в древнерусский период.

В орфограмме «Буквы *О* и *Ё* после шипящих в корне слова» пишется *Ё* в соответствии с исторической подвижностью ударения в этих словах, в то время как правописание *О* обусловлено его постоянством.

В правиле «Буквы *И* и *Ы* после шипящих и *Ц*» в исключения попали собственно русские слова (*цыган*, *на цыпочках*, *цыпленок*, *цыкнуть*, *цыц*), в то время как написание *ЦИ* в корне – историческое явление. Слова с таким буквосочетанием являются иноязычными, и их в русском языке большинство.

Исключения из правила «Буквы *Е* и *И* в личных окончаниях глаголов» тоже обусловлены историей развития языка. Семь глаголов на *-ЕТЬ* и четыре на *-АТЬ* изначально были глаголами второго спряжения.

Появление слов-исключений в орфограмме «Одна и две *Н* в суффиксах прилагательных» связано с падением редуцированных гласных, в результате которого суффиксы *-АН-* и *-ЯН-* слились с суффиксом *-БН-*.

В орфограмме «Мягкий знак в глаголах повелительного наклонения» исключение *ляг* появилось из-за твёрдой согласной на конце. В этом случае звуковая материя оказала сопротивление графической форме.

Слово *ещё* исконно являлось безударной частицей, в которой по правилу писалось *Ё*, и правописание сохранилось, когда слово перешло в разряд наречий.

Известные наречия-исключения: *уж*, *замуж*, *невтерпеж* – произошли от существительных *уж*, *муж*, *терпеж*, которые относятся ко второму склонению и пишутся без мягкого знака.

Таким образом, знание истории возникновения слов-исключений в русской орфографии сделает процесс их запоминания легче.

## УМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖЕСТОВ, МИМИКИ В УСТНОМ ОБЩЕНИИ

Стаканова В.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе даются практические рекомендации по соблюдению этикета невербального общения, подчеркивается его важность.

Жесты, позы, мимика – всё это играет важную роль в жизни людей. Без них не обходится ни один человек, а потому очень важно научиться правильно распознавать невербальный язык. Мимика и жесты в общении используются повсеместно и автоматически, не каждый в состоянии их контролировать. Благодаря этому у более наблюдательных и внимательных личностей появляется возможность изучать людей.

Для того чтобы правильно «прочитать» тот или иной жест, нужно соотнести его с определенной тональностью общения. При этом следует учитывать, что один и тот же жест может использоваться в ситуациях разной тональности и приобретает при этом разные значения. Значение жеста также во многом зависит от его конкретной «редакции» и ситуативного окружения.

В повседневном общении жесты редко используются сами по себе; как правило, они сочетаются с подходящими словесными формулами.

Обычно и говорящим, и слушающим легко беседовать с теми, у кого оживленное выражение лица и экспрессивная моторика.

Самое важное в общении – соблюдать меру в жестикуляции и пользоваться именно теми средствами, которые допустимы в данной конкретной ситуации, в общении с данным конкретным человеком.

К сожалению, в современном мире люди часто используют при общении неуместные жесты. Особенно это встречается у молодых людей. Для этого есть много причин. Большинство не знакомо с термином «невербальная коммуникация» и не замечают, какие жесты используют в повседневной жизни. Некоторые молодые люди считают, что это придает им самодостаточности; они стараются влиться в коллектив, в котором применение таких жестов считается нормой. Но самой главной причиной является низкая культура общества, в котором воспитывается человек.

Невербальное общение играет огромную роль в оценке уровня воспитанности человека. Поэтому наряду с вербальными, или речевыми, правилами требуется изучать и невербальный этикет.

*Руководитель: старший преподаватель Чельшева Н.Н.*

## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ В СТУДЕНЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ

Сучкова К. Е. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Любая наука имеет свою терминосистему. Много узкоспециальных терминов в подъязыке химии. Цель данного исследования – выявить, насколько хорошо студенты-химики знают термины, как используют их в речи. Материал был собран путем анкетирования студентов 1-2 курса ИГХТУ. В контрольную группу лексем вошли слова: *адсорбция, лиганд, энергия активации, аликвота, эквивалент, поляризация, ингибитор, катализатор, массовая доля, раствор, титрант, фермент, электролит, окислительно-восстановительные реакции, молярная доля, кислотно-основной индикатор, гидрид*.

Анализируя полученные данные, мы определили, что респонденты в большинстве случаев хорошо владеют химической терминологией. Самыми понятными, известными терминами оказались: *раствор* (87% правильных ответов), *катализатор* (94%), *гидрид* (84%), *электролит* (84%) и *ингибитор* (83%). Наибольшую степень агнонимичности, неосвоенности получили термины: *поляризация* (22%), *адсорбция* (28%) и *энергия активации* (33%). Диапазон точности определения других терминов колеблется от 40% до 80%. Так, верное значение понятия *массовая доля* назвали 67% опрошенных, *титрант* – 56%, *лиганд* – 67%, *молярная доля* – 72%, *фермент* – 56%, *окислительно-восстановительные реакции* – 73%, *аликвота* – 56%, *кислотно-основной индикатор* – 83%.

Приведем примеры неверных или неточных определений: *Энергия активации – параметр, показывающий зависимость скорости реакции от температуры. Поляризация – процессы, связанные с разделением каких-либо объектов в пространстве. Эквивалент – нечто равноценное в каком-либо отношении.*

Наибольшую трудность вызвала трактовка значений следующих терминов: *Энергия активации – избыточное количество энергии, которой должна обладать молекула в момент столкновения, чтобы быть способной к данному химическому взаимодействию; Эквивалент – реальная или условная частица, соответствующая одному протону или другому однократно заряженному иону в данной реакции. Адсорбция – самопроизвольное изменение концентрации растворенного вещества на границе раздела фаз; Поляризация – влияние друг на друга ионов, которое приводит к деформации электронных оболочек.*

*Руководитель: к.филол.н., доц. Здорикова Ю.Н.*

# **КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИЕ ТРАДИЦИИ РУССКОГО И КИТАЙСКОГО НАРОДОВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Сюй Хао. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Россия и Китай - две крупнейшие страны Евразии, у них всегда были дружественные отношения и тесные связи, с развитием истории их сотрудничество укреплялось. Несмотря на это, существуют большие культурные различия между Россией и Китаем.

В Китае людям обычно нравятся четные числа, хотя в древнем Китае уважали и цифру девять, которая означает долголетие. Русские люди предпочитают нечетные числа, число семь даже является священным.

Если китайцы обращают внимание на тонкость человеческих отношений, ведут себя по отношению к другим скромно и живут замкнуто, то русские люди по природе страстные, смелые и отважные, они могут говорить прямо и действовать открыто.

Китайцы едят не только для того, чтобы насытиться, но и для того, чтобы воссоединиться, поэтому они готовят много блюд. Русские относятся к гостям с уважением, но выступают за простоту и не любят больших банкетов. Если китайцы используют палочки для еды, то русские используют ложки и вилки.

Очень различаются у народов традиции чаепития. Китайцы любят пить зеленый чай, русские любят добавлять в чай немного молока, сахара и ломтиков лимона, чтобы усилить вкус черного чая.

Многие различия в традициях между Россией и Китаем коренятся в разных географических условиях и разных исторических путях России и Китая. Изучение культур этих стран может способствовать более плодотворному культурному обмену между ними, а также развитию собственных культур.

*Руководитель: д.ф.н., проф. Михеева Л.Н..*

## ТЕМА ЛЮБВИ В ЛИРИКЕ А. ПУШКИНА И МАХТУМКУЛИ

Хасанов С. (курс 1)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Любовная лирика Пушкина и Махтумкули является выражением глубоких чувств и эмоций, которые свойственны всему человечеству, независимо от культурных и национальных различий. Однако в своих произведениях Пушкин и Махтумкули используют разные стили и традиции, что отражает их индивидуальность и культурное наследие. Пушкин, как представитель русской литературы, использует в своих стихотворениях традиционные русские мотивы и образы. Он описывает любовь как нечто светлое и прекрасное, но в то же время, как нечто, что может причинить боль и страдания.

Махтумкули, в свою очередь, представляет культуру Востока. Он описывает любовь как нечто, что связывает людей и приносит им счастье и радость. В своих стихотворениях Махтумкули использует множество образов и метафор, чтобы передать красоту своих чувств. Несмотря на различия в стиле и традициях, оба поэта обращаются к теме любви как к чему-то универсальному и вечному. Они показывают, что любовь может быть источником радости и счастья, но также может причинить боль и страдания. В своих произведениях Пушкин и Махтумкули передают глубину человеческих чувств и эмоций, которые свойственны всему человечеству.

Пушкин и Махтумкули также обращаются к разным аспектам любви. Пушкин, например, описывает любовь как нечто, что может привести к измене и предательству. Он показывает, что любовь может быть сложной и противоречивой, и что она может привести к разрушению отношений. Махтумкули, в свою очередь, описывает любовь как нечто, что может преодолеть все препятствия и привести к гармонии и счастью.

Несмотря на перечисленные различия, любовная лирика Пушкина и Махтумкули имеет много общего. Оба поэта используют язык, который передаёт глубину чувств лирического героя и вызывает у читателя глубокий эмоциональный отклик. В своих произведениях Пушкин и Махтумкули передают глубину человеческих чувств и эмоций, которые свойственны всему человечеству. Они показывают, что любовь может быть как счастливой, так и несчастной, и что она может привести к сильным эмоциям, включая радость, страсть, грусть и разочарование.

Руководитель: д.ф.н. проф. Михеева Л.Н.

## ОСОБЕННОСТИ РЕЧЕВОГО ЭТИКЕТА В РУССКОЙ И КИТАЙСКОЙ КУЛЬТУРАХ

Цяо Хуань, Цяо Фанчэнь (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Различная история, привычки и религии русского и китайского народов привели к формированию различных культур. Эти культурные различия определяют и разницу в языке общения у двух народов.

Китайцы придают большое значение уважению к другим людям в межличностном общении и, как правило, не обращаются к людям по имени. В русской культуре больше внимания уделяется равноправному общению между людьми, поэтому в русском языке людей разных возрастов и поколений часто называют по именам.

Китайцы более сдержанны, поэтому, когда их приглашают, они часто вежливо оправдываются, и приглашающий должен повторить приглашение. В отличие от них, русские часто принимают или отказываются в прямой манере, без повторного приглашения.

В обеих культурах похвала используется для выражения признательности другому человеку, и искренняя похвала может улучшить самочувствие обеих сторон. В отношениях с русскими вы можете чаще хвалить женщин, например, а китайская похвала более тонкая, очень соответствует китайской добродетели - скромности.

В России, когда гость говорит, что ему пора уходить, хозяева в знак гостеприимства неоднократно просят остаться. Китайцы, чтобы показать свою заботу о гостях, говорят "пожалуйста, позаботьтесь" - в русском языке нет эквивалента этому выражению.

Китайцы не так часто благодарят людей, как русские, и говорят "спасибо" только тогда, когда они незнакомы или плохо знают друг друга. А если часто говорить "спасибо" между друзьями или знакомыми, это может вызвать чувство отчуждения.

Вежливый язык является важной частью речи и имеет своеобразные национальные и культурные традиции. Поскольку отношения между Россией и Китаем продолжают развиваться и люди общаются друг с другом, важно понимать культурные различия между двумя странами.

*Руководитель: д. ф. н., проф. Михеева Л. Н.*

## ЗАИМСТВОВАННЫЕ СЛОВА В МОЛОДЕЖНОМ ДИСКУРСЕ

Шумилова А.В. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Русский язык стремительно развивается и совершенствуется каждый день, пополняясь новыми словами, в том числе и заимствованными. Заимствования-американизмы определяют динамику современной языковой ситуации, выступают как один из факторов развития языка. Среди них – слова, давно вошедшие в нашу жизнь: *джинсы* (от англ. jeans – брюки, сшитые из плотной ткани), *допинг* (от англ. dope – наркотик), *пенальти* (от англ. penalty – наказание, штраф), а также и совсем новые заимствования, широко распространенные среди молодежи, например, *аутсайдер* (от англ. outsider – крайний, отстающий), *комьюнити* (от англ. community – сообщество людей, имеющих одинаковые интересы).

Предметом исследования послужили различные заимствованные слова, цель работы – выявить, как современная молодежь разных возрастных групп (до 18 лет и старше) использует данные лексемы в своей речи, какие из них являются более частотными.

По нашим наблюдениям, в обеих категориях опрошенных наиболее употребительными оказались такие слова, как *тренд* (от англ. trend – тренд, изгиб), *бренд* (от англ. brand – клеймо), *клининг* (от англ. clean – убирать), *фриланс* (от англ. free – свобода, lance – копьё; свободный работник). В возрастной группе до 18 лет самым популярным оказалось слово *дефолт* в значении «по умолчанию», «обычно», в то время как подгруппа респондентов старше 18 лет слово *дефолт* употребляет совершенно в другом значении – «невозможность», «невыполнение». В этой категории часто используемыми в речи словами являются: *чек / чекать* (от англ. to check – проверять) в значении «смотреть», «проверять» и *фикс / фиксировать* (от англ. to fix) в значении «чинить», «исправлять».

Основной причиной заимствования слов из одного языка в другой является необходимость номинации новых вещей и явлений, для которых нет слов в русском языке или эквиваленты не могут абсолютно идентично передать оттенок значения, недостаточно точно отразить семантику понятия. Кроме того, на использование заимствованных слов в молодежном дискурсе значительное влияние оказывают СМИ, в которых очень широко используются заимствования.

*Руководитель: к.филол.н., доц. Здорикова Ю.Н.*

**Секция 26. Исторические, культурологические и  
правовые аспекты развития спорта и  
представлений о здоровом образе жизни**



## ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ГАДЖЕТОВ НА УЧАЩИХСЯ ШКОЛ

Будникова А.С, Вишнева Е.А. (10 класс)

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение лицей № 21  
города Иваново*

Цифровые технологии уже давно стали неотъемлемой частью жизни современного человека, предоставив принципиально новые возможности передачи и получения информации, а также создав принципиально новую коммуникативную среду. Планшеты, смартфоны, ноутбуки стали еще и неотъемлемой частью процесса обучения, частью образовательного процесса. Позитивное влияние цифровых устройств, однако, по мнению многих обывателей и исследователей, компенсируется негативным влиянием.

В рамках нашего исследования мы провели опрос, в котором приняли участие более 200 учащихся 8-11 классов и более 20 учителей. Опрос был направлен на выявление как позитивного, так и негативного влияния цифровых устройств на процесс обучения и на психофизическое состояние школьников. В результате исследования мы пришли к следующим выводам:

1) подростки используют гаджеты в основном для общения с родственниками, друзьями, одноклассниками; в то же время более половины опрошенных используют гаджеты в образовательных целях, например, для подготовки к урокам;

2) можно говорить о формировании гаджет-зависимости, которая оказывает негативное влияние, как на физическое здоровье, так и на психоэмоциональное состояние подростков;

3) использование гаджетов оказывает значительное влияние на формирование «информационного поля», в котором формируется мировоззрение подростка;

4) опрос, проведенный среди учителей, показал, что большинство из них обеспокоены низким уровнем грамотности и внимательности учащихся, однако не всегда, по их мнению, это связано с использованием гаджетов; примечательно, что подавляющее большинство учителей используют цифровые устройства для подготовки или в ходе проведения урока.

Подводя итог, следует подчеркнуть, что цифровые устройства являются неотъемлемой частью современного мира. Отказаться от использования гаджетов уже невозможно. Следовательно, учащегося необходимо научить использовать цифровые устройства так, чтобы это было полезным для него как в настоящем, так и в будущем.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

*к.э.н. Смирнова Н.В.*

## **ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В АНТИЧНОЙ ФИЛОСОФИИ**

Короткова А.А., Разумов М.В. (10 класс)

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение лицей № 21  
города Иваново*

В настоящее время вопросы, связанные со здоровым образом жизни, обрели большую актуальность. В круг этих вопросов вошли необходимость профилактики заболеваний, в том числе среди детей и молодежи, профилактика наркомании, никотиновой, алкогольной зависимости, популяризация массового спорта и физкультуры. В то же время в понятие «здоровый образ жизни» не принято включать вопросы, связанные с сохранением психического, эмоционального, нравственного здоровья. На наш взгляд, эта своеобразная «фигура умолчания» свидетельствует об отсутствии цельности, полноты в понимании не только здорового образа жизни, здоровья, но и самого человека. Ведь человек представляет собой единство тела и «духа», внутреннего мира. Это прекрасно понимали античные философы, прежде всего, философы эллинистического периода – эпикурейцы, стоики, пифагорейцы.

Именно их труды составили эмпирическую базу нашего исследования. Так, мы проанализировали работы Эпикура, Марка Аврелия Антонина, Сенеки, Тита Лукреция Кара, Пифагора, то есть греческих и римских представителей стоицизма, пифагорезима и эпикуреизма. На основе проведенного анализа мы пришли к следующим выводам.

Античные философы рассматривали человека как микрокосм, единство тела, разума, души и т.д. Например, именно стоики сформировали представление о теле человека как о предмете заботы и внимания. В то же время они акцентировали внимание и на необходимости сохранения внутреннего мира человека. Здоровье человека было признано ценностью, о которой следовало заботиться. Следует признать, что античные философы еще не использовали понятие «здоровый образ жизни», тем не менее, понятие «забота о себе», введенное в оборот стоиками, очень близко по смыслу современному пониманию здорового образа жизни. Примечательно, что античные философы уделяли большое внимание различным аспектам физического здоровья человека. Так, основными факторами, которые способствуют сохранению здоровья, Эпикур, Сенека, Марк Аврелий, Пифагор и многие другие авторы считали еду, сон, умеренный отдых, труд, отсутствие излишеств разного рода. И тем не менее, физическое здоровье рассматривалось ими, скорее, как основа нравственного и психоэмоционального здоровья.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## ОСОБЕННОСТИ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ МАССОВОГО СПОРТА В СОВЕТСКИХ ПЛАКАТАХ

Сычёва М.О., Путкарадзе Т.Р. (10 класс)

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение лицей № 21  
города Иваново*

Актуальность темы нашего исследования детерминирована несколькими факторами. Во-первых, в настоящее время визуальная составляющая пропаганды здорового образа жизни, спорта и физкультуры, на наш взгляд, не получила широкого распространения. В то же время анализ советского опыта может быть использован при создании визуальных произведений социальной рекламы, пропаганды и информирования о спорте, физкультуре и здоровом образе жизни. Во-вторых, советские спортивные плакаты, их особенности, социокультурный контекст, условия создания недостаточно изучены в исследовательской литературе. Так, до сих пор не создано комплексное, фундаментальное исследование, посвященное обозначенной проблеме.

Мы акцентировали внимание на спортивных плакатах двух периодов развития Советского Союза: на плакатах 1920-х годов (период становления Советского государства) и на плакатах 1980-х годов (период заката СССР). Проведя сравнительный анализ, основу которого составил герменевтический метод, мы пришли к весьма интересным выводам.

Так, в молодом Советском государстве спорту и физической культуре уделялось много внимания, в том числе и на самом высоком уровне. Так, например, первый Парад физкультурников состоялся уже в 1919 году. В 1920-1930-е годы спорт рассматривался как один из инструментов формирования и развития нового – советского – человека. В 1923 году был проведен первый Всесоюзный день физкультуры. В 1928 году состоялась первая Всесоюзная Спартакиада. Кроме того, в 1920-е годы было создано множество спортивных клубов, открывших свои двери для советских граждан, желавших приобщиться как к профессиональному, так и массовому спорту. В то же время советские граждане в массе своей были всё еще мало образованны. Это накладывало определенный отпечаток на специфику советского спортивного плаката 1920-х годов. Это, как правило, яркий визуальный ряд и самый простой короткий текст. Тем не менее, эти плакаты были многочисленны и разнообразны как в своей стилистике, так и в содержательных аспектах. В то же время плакаты 1980-х годов уже не так многочисленны; они освещают очень узкий круг событий, явлений спортивной жизни. Самый большой массив советских спортивных плакатов 1980-х годов был посвящен Олимпиаде 1980 года.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## **ОБРАЗ ЖЕНЩИНЫ-СПОРТСМЕНКИ В СОВЕТСКОМ КИНЕМАТОГРАФЕ 1960-1970-Х ГОДОВ**

Соловьёва А.С., Усачёва Е.М. (10 класс)

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение лицей № 21  
города Иванова*

Актуальность темы нашего исследования обусловлена рядом факторов. Так, в настоящее время вовлеченность женщин в занятие непрофессиональным спортом остается достаточно низкой, что связано с особенностями гендерных ролей в российском обществе; женщина воспринимается в рамках традиционной парадигмы, прежде всего, как жена, как мать, как хозяйка. В таких условиях времени на иные занятия, не связанные с домом и семьей, не остается. Что касается девушек более молодого возраста, то и их вовлеченность в непрофессиональный спорт остается довольно низкой. С другой стороны, мы не можем сказать, что в настоящее время существует некая цельная система пропаганды спорта, в том числе и непрофессионального; этой теме посвящено крайне малое число произведений социальной рекламы, кинофильмов, литературных произведений и т.д. Но даже в тех немногочисленных современных фильмах о спорте главными героями становятся мужчины-спортсмены, но не женщины-спортсменки.

Полагаем, что анализ советских кинофильмов и созданных в них образов женщин-спортсменок является весьма актуальной темой для исследования, так как позволит актуализировать, с одной стороны, проблему вовлеченности женщин в спорт, с другой стороны, - проблему пропаганды участия женщин в спортивной жизни. Заметим, что кино является мощным оружием пропаганды, способным катализировать те или иные процессы в обществе, формировать общественное мнение, оказывать влияние на общественное сознание. Именно поэтому кинофильмы и создаваемые ими образы заслуживают самого тщательного анализа.

Эмпирическую базу проекта составили три группы советских художественных фильмов, созданных в 1960-е – 1970-е годы: фильмы, посвященные гимнастике («Серебряный тренер», «Новенькая», «Чудо с косичками»); фильмы, посвященные зимним видам спорта («Ход белой королевы», «Голубой лед»); фильмы, посвященные альпинизму («Вертикаль», «Пока стоят горы...»). Теоретическая база проекта представлена, прежде всего, работами философов и культурологов, в центре которых оказались феномен репрезентации и визуализация как специфический способ восприятия и отражения действительности.

*Руководители: к.и.н. Буданова Д.С., Бобруйко О.А.*

## **ДЕНЬ ФИЗКУЛЬТУРНИКА В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ**

Сорокин И.А. (11 класс)  
*МАОУ лицей № 21 города Иванова*

В настоящее время спорт в России довольно популярен, что подтверждается данными Министерства спорта РФ. Согласно этим данным, спортом занимается около половины населения страны. Примечательно, что этот показатель постоянно растет, чему в немалой степени способствует политика популяризации спорта среди населения, необходимость которого для здоровья нации совершенно очевидна. С этой целью регулярно проводятся различные мероприятия и встречи со знаменитыми спортсменами, строятся стадионы и спортивные площадки, открываются секции для детей разных возрастов. Однако не стоит забывать и о таких праздниках, как День физкультурника; подобные спортивные праздники также призваны сделать спорт более популярным и массовым. День физкультурника в России имеет давние традиции. Он появился еще в Советском Союзе и также был направлен на популяризацию физкультуры и спорта. Советский опыт в проведении этого праздника может быть полезным и сегодня. Первый парад физкультурников состоялся в Москве в 1919 г. Впоследствии парады проводились и в столице, и в других городах нерегулярно. Ситуация изменилась только в 1931 г., когда парады физкультурников стали ежегодной традицией. Долгое время это были красочные, театрализованные мероприятия; однако последний парад в таком формате состоялся в 1954 г. С 1956 г. в День физкультурника стали проводить спартакиады. Так или иначе, история праздника была неразрывно связана со становлением советского социалистического государства, которое нуждалось в здоровых, сильных телом и духом людях. В то же время занятия спортом рассматривались и в контексте развития патриотизма, как инструмент новых побед и свершений. Не будет преувеличением сказать, что спорт в Советском государстве стал одним из способов формирования всесторонне развитого, сильного, способного защищать свою Родину человека. В настоящее время День физкультурника также отмечается, однако в несколько измененном виде; так, он утратил свою красочность и торжественность. Тем не менее, следует заметить, что в Ивановской области в этот день проводятся многочисленные спортивные мероприятия, достаточно широко освещаемые местными и региональными средствами массовой информации.

*Руководитель: к.и.н. Буданова Д.С.*

## **Секция 27. IT-Старт: первые шаги в мире науки и информационных технологий**

## МАРКЕТПЛЕЙСЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОДАЖ ТОВАРОВ И УСЛУГ

Брюханова А. Е. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В связи с событиями 2020 г., а именно из-за пандемии COVID-19, в России, как и во многих странах, произошел скачок в развитии электронных торговых платформ. Люди стали покупать необходимые товары, не выходя из дома, что позволяло соблюдать режим изоляции в целях снижения риска заражения. Актуальность темы исследования обусловлена активным развитием цифровых технологий в сфере торговли и потребностью оптимизировать рыночные взаимодействия между участниками рынка.

Цифровые торговые платформы становятся одним из популярных решений для осуществления удобного взаимодействия между участниками рынка. Маркетплейсы, в свою очередь, как частный вид цифровой платформы также активно распространяются в различных сферах. Маркетплейс - это интернет-платформа, на которой продавцы и покупатели находят друг друга и взаимодействуют между собой. У таких платформ бывает очень разная специализация - от универсальных торговых площадок с товарами на все случаи жизни до отраслевых маркетплейсов услуг.

По типу участников торговли маркетплейсы бывают: 1) C2C («покупатель покупателю») - этот тип подразумевает продажу чего-либо или оказание услуг физическими лицами (Авито, Airbnb). 2) B2C («бизнес покупателю») – эта модель действует на всех площадках, где крупные компании и бренды продают свои товары физическим лицам (Aliexpress, Amazon, Lamoda). 3) B2B («бизнес бизнесу») - один бренд/производитель будет взаимодействовать с другим брендом/продавцом. Такая модель используется в оптовых закупках.

Выделяют две крупные тематические группы маркетплейсов: 1) сервисы, агрегирующие товары определенной категории (только одежда) или разных категорий (одежда, гаджеты, продукты). К таким площадкам можно отнести Lamoda, Беру, Wildberries, Авито, Goods.ru, Ozon, Ebay; 2) площадки для оказания услуг. Причем как одного вида (заказ такси), так и сразу нескольких (фриланс-биржи без четкой направленности). Это могут быть сервисы для фрилансеров в духе FL.ru или UpWork, а также Couchsurfing, Airbnb, UBER, Яндекс.Такси, Delivery Club.

Отметим плюсы маркетплейсов: большие охваты, внимание к небольшим брендам и ускорение роста продаж. К недостаткам можно отнести: высокий уровень конкуренции на одной площадке; обязательное соблюдение правил, предусмотренных сервисом; отсутствие возможности проводить собственные акции; почти нет связи с потенциальными покупателями.

*Руководитель: к.э.н, доцент Ксенофонтова О.Л.*

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ МАГАЗИНОВ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ**

Клепалова А. А., Тютин А. А., Хализова А. Р. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Объемы данных в настоящее время настолько большие, что человеку не по силам проанализировать их самостоятельно. Наибольший интерес к технологиям интеллектуальной обработки данных в первую очередь проявляют компании, работающие в условиях высокой конкуренции и имеющие четкую группу потребителей (розничная торговля, финансы, связь, маркетинг). Они пытаются найти связь между «внутренними» (цена, востребованность продукта и т.п.) и «внешними» (экономические показатели, конкуренция и т.п.) факторами. Это позволяет им оценивать (прогнозировать) уровень продаж и удовлетворенности клиентов, размер доходов, а также формулировать на основе совокупности всей имеющейся информации практически полезные выводы и рекомендации.

Чтобы облегчить аналитику деятельности магазинов розничной торговли, используются программные обеспечения и автоматизированные системы. Там хранятся данные обо всех клиентах и сделках. Исходными данными при анализе эффективности работы магазина являются данные о продажах: их объем, динамика, ассортимент. Выводы позволяют выявлять проблемы с реализацией на ранних стадиях и вовремя принимать меры по их устранению. Поэтому регулярный мониторинг продаж является важным для любого торгового предприятия.

Интеллектуальный анализ данных (ИАД) или Data Mining – мультидисциплинарная область, возникшая и развивающаяся на базе таких наук как прикладная статистика, распознавание образов, искусственный интеллект, теория баз данных и др. К наиболее часто решаемым задачам применения интеллектуальных методов анализа данных в сбытовой деятельности относятся: 1) консолидация данных; 2) аналитическая отчетность; 3) прогнозирование спроса; 4) оптимизация закупок; 5) анализ клиентской базы; 6) анализ отклонений.

ИАД связывает разные технологичные знания с совокупностью методов, присоединяя статистический анализ, методологию машинного обучения и искусственного интеллекта, поиск информации, технологичного построения и организованного построения хранилищ и баз данных, а также методов визуализации информации и модельной верификации. Эти технологии и методы в системах ИАД используются для решения классификационных, прогнозируемых задач, кластерного анализа, поиска подключений, выявления трендов и т.д.



## МОДЕЛЬ РЕКЛАМНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ AIDA

Кляузер А.Р. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время потребитель стал более закрытым к восприятию рекламных сообщений. Поэтому сегодня для успешного продвижения своей рекламы мало выделиться, нужно еще и удержать внимание. Таким образом, возникает всегда актуальный для рекламодателей вопрос «Как привлечь клиентов?». Конкуренция в любой сфере деятельности заставляет владельцев бизнеса находить новые пути решения данного вопроса.

Удовлетворение совокупных потребностей общества и качественное осуществление связей с общественностью успешно достигаются благодаря такому важному инструменту, как маркетинговые коммуникации. Эффективность коммуникационных решений завязана на следующих параметрах: информация, убеждение, создание образа, подкрепление и личный опыт покупателей.

Продуманность рекламного сообщения обеспечивает наибольшую эффективность рекламы. Эффективно воздействовать на аудиторию и превращать потенциальных потребителей в постоянных покупателей способна реклама, построенная по модели рекламного воздействия AIDA.

Данный инструмент подразумевает четыре последовательных стадии взаимодействия потребителя с рекламной информацией – внимание, интерес, желание, действие.

Первый этап подразумевает привлечение внимания потребителя. Далее, чтобы потребитель остановился на рекламе и получил больше информации о товаре, нужно суметь его заинтересовать, предложив уникальное торговое предложение. Следующий шаг — пробудить в потребителе желание купить товар здесь и сейчас. На данном этапе мы демонстрируем товар, показываем потенциальным клиентам упущенные выгоды, рассказываем о дополнительных возможностях. Последний шаг заключается в подталкивании клиента к конкретному действию: приобретение нашего товара или услуги. Целевое действие должно быть простым и понятным, чтобы не запутать покупателя.

Нужно учитывать, что модель рекламного воздействия AIDA работает только в случае, когда у рекламодателя есть четкое понимание его целевой аудитории, и исключительно при соблюдении четкой последовательности действий. Данная модель создана для убеждения потенциальных потребителей в совершении покупки и сегодня по-прежнему остается актуальной для использования, благодаря ее простоте и эффективности.

*Руководитель: доцент, к.э.н. Белоконская Е.Г.*

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ С ПОМОЩЬЮ PYTHON

Коротова А.Ф. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Для более эффективного запоминания большого объёма слов в процессе изучения иностранных языков, можно использовать метод карточек вместе с методом интервального повторения. Карточка представляет собой бумажку или картинку в электронном виде с двумя сторонами: на одной стороне находится слово или фраза, которые нужно запомнить, на другой стороне – его перевод или пояснение. Метод интервального повторения заключается в повторении запомненного материала по определенным, постоянно возрастающим интервалам. Этот принцип эффективно применяется при изучении иностранных языков.

Для создания приложения с электронными карточками на языке программирования Python, был выбран простой, но мощный инструмент с широкой сферой применения. Python имеет эффективные высокоуровневые структуры данных и простой, но эффективный подход к объектно-ориентированному программированию. Элегантный синтаксис и динамическая типизация Python делают его идеальным языком для написания сценариев и быстрой разработки приложений во многих областях на большинстве платформ.

Приложение с электронными карточками поможет эффективнее запоминать новые слова, и сохранит время на создание бумажных карточек. Кроме того, возможность развития данного приложения в web-приложение позволит использовать его в дальнейшем для удобного и эффективного изучения иностранных языков в онлайн-режиме.

*Руководитель: канд. техн. наук, доцент, Константинов Е.С.,  
ассистент Суворов И.А.*

# РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

Повалихина Н.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Интернет-магазины стали неотъемлемой частью современного бизнеса. Большинство компаний и предпринимателей, занимающихся продажей товаров и услуг, имеют свои онлайн-магазины, которые позволяют им расширять свою аудиторию и увеличивать объемы продаж.

Разработка веб-приложения для интернет-магазина является сложным и многогранным процессом, который требует от разработчиков высокой квалификации и знания не только веб-технологий, но и особенностей работы онлайн-магазинов и интернет-маркетинга. Веб-приложения для интернет-магазинов должны быть удобными и интуитивно понятными для пользователей, обладать быстрой скоростью загрузки и высокой производительностью, иметь широкий функционал и поддерживать интеграцию с различными платежными системами.

Целью данной научной работы является разработка веб-приложения для интернет-магазина, которое будет соответствовать всем современным требованиям и позволит компаниям и предпринимателям эффективно продавать свои товары и услуги в Интернете. Для достижения этой цели необходимо решить ряд задач, таких как выбор оптимальных технологий и инструментов для разработки, проектирование и создание удобного и функционального пользовательского интерфейса, интеграция с платежными системами и другими сторонними сервисами, а также тестирование и оптимизация производительности приложения.

Результатом данной работы будет демо-версия веб-приложение для интернет-магазина, которая демонстрирует базовый функционал и возможности приложения. В демо-версии приложения будут реализованы следующие функции:

1. Регистрация и авторизация пользователей - пользователи смогут зарегистрироваться в приложении и авторизоваться для доступа к персональному кабинету.
2. Просмотр товаров - пользователи смогут просматривать список товаров, а также отдельные страницы с описанием товаров, фотографиями и ценами.
3. Добавление товаров в корзину - пользователи смогут добавлять товары в корзину для последующей покупки.

*Руководитель: к.э.н, доцент Ксенофонтова О.Л.*

## **ВИРТУАЛЬНЫЙ АССИСТЕНТ ТЕХНОЛОГА ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Сабирджанова А.Ф. (4 курс)

*Казанский национальный исследовательский технологический  
университет*

На фоне ухода зарубежных брендов происходит бурный рост швейных производств, открываются новые и расширяются действующие. Для быстрого и гибкого реагирования предприятия на смену моделей необходима оперативная технологическая подготовка. В работе предлагается программный продукт «Виртуальный ассистент технолога швейного производства». Он позволяет оптимизировать работу технолога для оперативного внедрения новых моделей одежды в поток и включает автоматизацию следующих функций:

- составление технологической последовательности пошива изделия;
- расчет затраты времени на выполнение технологической операции и изделия в целом;
- расчет сдельных расценок технологических операций и стоимости обработки изделия;
- подготовка сводок;
- помощь стажерам и практикантам;

Программа написана на языке C#, к которой предусматривается подключение реляционной системы управления базами данных MS SQL. Каждый модуль программы работает с необходимыми ему частями базы данных, где размещается долговременно хранимая информация. Имеется возможность наращивания и редактирования введенных данных.

Предусматривается возможность работы на операционной системе Android, IOS для повышения удобства вводимой информации (мобильные версии, версии для планшетов), на предприятии будет удобно вносить изменения в таблицы и базу данных, находясь в цехе, который расположен далеко от компьютера, на котором установлена программа. Технологические последовательности и сводки выводятся на печать в виде Excel-таблиц.

*Руководитель: д.т.н., проф. Азанова А. А.*

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗНАКОМЕСТА ДИСПЛЕЯ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ

Самсонова А.И., Шкарпицкий А. Н. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

## Аннотация

В последние годы все большее внимание уделяется созданию инклюзивной среды, в которой каждый человек может чувствовать себя комфортно и иметь доступ к необходимой информации. Одной из групп людей, которые особенно нуждаются в такой среде, являются незрячие. Для них более 200 лет назад был изобретен шрифт Брайля, а позже было создано электромеханическое устройство - дисплей Брайля, которое помогает слепым людям взаимодействовать с текстом и текстовыми документами. Данный дисплей является необходимым средством для получения информации для тех, кто не может читать обычный текст [1].

Технология построения дисплея на основе ферромагнитной жидкости основывается на создании электромагнитного поля путем печати катушек на плате и намагничивания жидкости. Этот метод позволяет увеличить количество элементов в дисплее и, следовательно, увеличить количество информации, которую можно прочесть одновременно. Ферромагнитная жидкость — это жидкость, которая сильно поляризуется под действием магнитного поля. Это дает возможность создавать ячейки на основе изменения направления магнитного поля, что позволяет создавать тактильные элементы для чтения рельефного шрифта Брайля. Эта технология имеет несколько преимуществ перед другими методами построения дисплеев, так как позволяет достичь более высокой плотности элементов и увеличить скорость чтения.

Для создания модели ячейки Брайля было использовано программное обеспечение OpenSCAD. OpenSCAD является открытой системой автоматического проектирования, позволяющей создавать трехмерные объекты на основе параметрического подхода. С помощью OpenSCAD была разработана 3D-модель ячейки Брайля, состоящая из нескольких ключевых элементов: дренажной пластины и емкости для ферромагнитной жидкости.

## Литература:

1) Барабанова, Е. А. Многоязычное устройство вывода информации для людей с проблемами зрения / Е. А. Барабанова, С. С. Гранкин, Н. И. Шапошникова // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2016. № 4 (65). С. 110-120.

*Руководитель: канд. техн. наук, доцент, Константинов Е.С.,  
ассистент Суворов И.А.*

## **Секция 28. Новые интеллектуальные технологии и перспективы цифровой экономики**

## ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ

Голубева П.А., Мочалова Ю.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Валютный курс является одним из индикаторов состояния национальной экономики, что актуализирует проблему прогнозирования данного показателя.

В настоящей работе представлены результаты прогнозирования курсов доллара, евро и юаня по отношению к рублю на основании данных Центробанка РФ за период 2016-2022 гг. Следует отметить наличие аномальных скачков курсов в 2022 году, что, очевидно, усложняет проблему прогнозирования.

В качестве базовой модели прогнозирования рассматриваемых валютных курсов была выбрана адаптивная модель или, по-другому, модель экспоненциального сглаживания. Программным инструментом – ППП STATISTICA, позволяющая строить 12 типов моделей, дифференцированных по типам микротрендов и характеру сезонности. Так как в исследуемой динамике прослеживается общий тренд, а сами данные представлены помесечно, то в нашем случае были реализованы 6 типов моделей. Выбор оптимальной модели осуществлялся с использованием функции «Поиск на сетке» (grid search) по критериям минимизации средней абсолютной процентной ошибки (MAPE).

Наилучшей моделью для каждого из рассматриваемых курсов оказалась модель с демпфирующими микротрендами и мультипликативным характером сезонности, причем параметры адаптации во всех случаях совпали.

В таблице представлены результаты прогнозирования по рассматриваемым курсам в сравнении с фактическими значениями за январь и февраль 2023 года.

Период	Курс доллара		Курс евро		Курс юаня	
	факт	прогноз	факт	прогноз	факт	прогноз
Январь 2023	70,59	74,4998	74,50	70,59	10,16	9,29
Февраль 2023	70,24	78,1453	78,15	70,24	10,66	9,25

Как видим, адаптивная модель во всех случаях дает заниженный прогноз, что, по-видимому, вызвано аномалиями динамик 2022 года. Представляется целесообразным выбор метода прогнозирования, основанного на нейронных сетях.

*Руководитель: профессор каф. ИТиЦЭ Ермолаев М.Б.*

# **АНАЛИЗ ОФИЦИАЛЬНЫХ WEB-САЙТОВ ФНС РОССИИ И КИТАЯ КАК ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Дун Ифэй (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цель научно-исследовательской работы состояла в проведении анализа официальных web-сайтов ФНС России и Китая как информационных систем.

В ходе анализа сайтов ФНС России и Китая применялась методика С.Н. Шевердяева [1], в основе которой пять групп критериев оценки: 1) индекс государственных услуг (от 1 до 16 баллов); 2) индекс помощи пользователям (1–10); 3) индекс навигационных сервисов (1–22); 4) индекс защиты персональных данных (1–6); 5) оценка доступности (1–10). По каждой из них на основе экспертной оценке было выставлено определенное количество баллов, исходя из полноты реализации соответствующего критерия. Общий индекс исчислялся путем сложения всех баллов.

Уровень наполняемость и качество сайта ФНС РФ оценен на 26,7 баллов, или на 41,6% максимального количества баллов. А значит сайт может быть оценен на среднем уровне. При этом, высоко оценены индекс государственных услуг, индекс защиты персональных данных оценка доступности. Наиболее низкие значения получили индекс помощи пользователям и индекс навигационных сервисов.

Проводя оценку сайта ФНС следует отметить, что в целом она обладает понятным интерфейсом и необходимыми свойствами для обмена документами между ведомствами, принятия заявлений от граждан. Однако наиболее слабым местом в ИС ФНС является ее уязвимость. Так только с начала 2022 года зафиксировано более 1 млн. вредоносных информационных воздействий на критическую информационную инфраструктуру ФНС РФ. Имеют место случаи скоординированных атак, состоящих из нескольких связанных между собой акций. Число таких серий уже превысило 40 тыс. Представленные данные подтверждают опасность, которую несут компьютерные атаки, поскольку ФНС обеспечивает международную коммуникацию между обществом и государством.

Китайский сервис «онлайн налог» также показал, что имеет место множество недовольных пользователей, которые отмечают отсутствие информационных источников на сайте, сложности его интерфейса и другие недостатки.

Литература:

1. Шевердяев С.Н. Методика оценки сайтов российских органов власти. Препринт WP8/2007/02. — М.: ГУ ВШЭ, 2007. — 68 с. [Электронный ресурс]// [https://www.hse.ru/data/2010/05/05/1216436426/WP8\\_2007\\_02.pdf](https://www.hse.ru/data/2010/05/05/1216436426/WP8_2007_02.pdf)

*Руководитель: д.э.н., проф. Миролюбова А.А.*



# **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ В СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕЛЕМАТИКИ**

Климанова В.Д. (2 курс магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Дорожно-транспортные происшествия приносят значительный социально-экономический ущерб, затрагивая вопросы безопасности людей во всем мире. В целях минимизации ДТП научным сообществом был предложен подход к разработке интеллектуальных систем, направленных на предотвращение аварийных ситуаций на основе мониторинга состояния водителя и своевременного его оповещения.

Контроль состояния здоровья за рулем возлагается на бортовые информационно-аналитические системы и датчики считывания, устанавливаемые в автомобиле. Подобные системы должны обеспечивать саморегулируемые информационные обмены между узлами сети и содержать: средства мониторинга и оценки угроз, определения местоположения, хранения и обработки данных, а также передачи информации с использованием технологий межсерверного взаимодействия.

Цель данного исследования заключается в анализе существующих технологий дистанционного мониторинга состояния здоровья водителя и определении перспективных направлений их развития в рамках транспортных телематических систем.

На современном этапе развития технологий выделяют следующие направления разработки систем контроля состояния человека за рулем:

1. Системы определения степени усталости водителя;
2. Системы контроля биометрических параметров;
3. Системы отслеживания обострений хронических заболеваний.

При этом ключевыми методами онлайн-контроля являются средства видеофиксации и анализа стиля вождения. Можно предположить, что в перспективе для совершенствования управления средствами повышенной опасности весь транспорт будут производить уже оборудованным подобными системами мониторинга состояния водителей.

Также распространяется предположение о возможности применения носимых медицинских устройств в качестве основной формы контроля состояния здоровья водителя. Это позволит предоставлять телематической системе более точные данные и, путем следования существующим протоколам действий, давать персонализированные рекомендации.

Все вышеизложенное на сегодняшний день создает почву для более углубленного изучения дальнейшего развития выбранного для исследования направления.

*Руководитель: к.э.н., доцент Смирнова Н.В.*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЕКТОР – НОВАЯ МОДЕЛЬ РОСТА ЭКОНОМИКИ**

Кляузер А.Р. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В настоящее время зеленая экономика является одной из наиболее актуальных и перспективных концепций для поддержания устойчивого, гармоничного и долгосрочного развития социальной, экологической и экономической среды. В данной работе рассмотрена возможность формирования «экологического сектора» экономики, а также обоснована необходимость разработки национального проекта «Экологический сектор».

В ходе проведения экономической политики можно выделить экономический рост, как один из ее позитивных результатов, который сопровождается повышением эффективности хозяйственной системы и решением задач социального развития. В структуре экономики происходят изменения, в том числе благодаря политике реформ. В рамках такой структурной политики большое значение имеет «экологический фактор» роста, или «зеленая экономика».

Формирование соответствующих производств и научных организаций, создающих фондовую базу, которая в свою очередь создаст возможность решения задачи по охране окружающей среды и снизить вредные выбросы при росте экономики, необходимо учитывать при расширении данного сектора. Именно этот сектор внесет положительный вклад в рост экономики за счет создания оборудования, что связано с наращиванием добавленной стоимости, что в свою очередь не будет тормозить экономический рост.

Список задач в области экологии и инвестиций в данное направление очень широк, именно поэтому создание экологического сектора в виде производственных и научных организаций крайне необходимо. Обостряющиеся в настоящее время экологические проблемы обесценивают иллюзия благополучия и ростовая тенденция.

Инвестирование в экономику и вклад средств на охрану окружающей среды с современных реалиях поспособствует в будущем быстрому развитию экономики. Возникновение такого нового сектора является инновационным шагом. «Экологический сектор» - это национальный проект, необходимый России, который охватит различные современные отрасли. Его главная цель – создание чистых продуктов путем внедрения экологически чистых, безотходных технологий

*Руководитель: доцент, к.э.н. Смирнова О.П.*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Кондрашова Д.С (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одна из важных составляющих успеха компании - качественное прогнозирование продаж. Прогнозирование временных рядов заключается в построении модели для предсказания будущих событий, основываясь на известных событиях прошлого, предсказания будущих данных до того как они будут измерены. В настоящее время подобные задачи успешно решают нейронные сети.

Актуальность внедрения и применения интеллектуальных информационных систем в прогнозировании объема продаж связана с непрерывным ростом объема данных, которые подлежат обработке. Привычными, классическими способами уже, в должной мере, не получается из потока данных извлечь требуемую информацию и это не позволяет её применять для управления компанией.

В большинстве компаний наряду с информационными системами разрабатывают и внедряют мобильные приложения. Разработка и внедрение мобильного приложения решает многие проблемы, а также позволяет обеспечить оперативную работу складской логистики. Преимущество мобильного приложения для складского хозяйства обусловлено разгрузкой информационной системы и минимизацией времени обработки выполняемых заданий.

В результате изучения логистических бизнес-процессов и работы автоматизированной информационной системы сформированы требования к мобильному приложению складского хозяйства, реализующие возможности использования инструментов по внесению товара в базу с необходимыми параметрами; функции быстрого поиска, включая фильтры; добавление, редактирование карточки товара, изменение данных; импорт и экспорт базы; инструменты визуализации товара; сканер кода по процессам приемки товара от поставщика, размещение товара на складе с учетом характеристик склада и товара, сборки товара в упаковочные места, а также системное управление загрузкой/отгрузкой товара для клиентов.

Реализация сформулированных требований мобильного приложения позволит существенно сократить время выполнения работы и автоматизировать действия сотрудников, уменьшить вероятность ошибок и ускорить работу по обслуживанию клиентов.

*Руководитель: к.э.н., доц. каф. ИТиЦЭ Хомякова А.А.*

## **К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕГО ОКРУЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В ПЕРИОД СТАНОВЛЕНИЯ ЦИФРОЙ ЭКОНОМИКИ**

Лукашова М.А.

*ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»*

Неотъемлемой частью функционирования любого хозяйствующего субъекта является воздействие факторов внешней среды. В связи с развитием цифровой экономики, усиливается конкурентное влияние, так внешняя среда функционирования предприятий становится все более агрессивной. В таких условиях для сохранения своих рыночных позиций предприятия вынуждены систематически отслеживать, оценивать и приспосабливаться к динамике изменений внешней среды, т.е. изменений внешних факторов и их воздействия на внутреннюю среду предприятия. Оценка влияния факторов внешней среды позволит определить с какими проблемами может столкнуться предприятие в перспективе, как изменения во внешней среде могут повлиять на устойчивость предприятия, предположить динамику и скорость воздействия факторов в будущем. Анализ экономической литературы показал, что на протяжении многих лет исследование компонентов внешней среды предприятия находилось под пристальным вниманием специалистов различных областей науки, что привело к многообразию трактовок понятия. Так М.И. Самодуров и С.В. Куприянов рассматривают внешнюю среду как совокупность изменяющихся факторов и условий, на которые организация не способна повлиять, но которые напрямую или косвенно оказывают на нее положительное или отрицательное воздействие [1]. Традиционно, принято выделять внешнюю среду прямого и косвенного влияния. Среда косвенного влияния или дальнейшее окружение может не оказывать прямого влияния в текущем моменте.[2]. К факторам прямого воздействия, относят те, которые непосредственно влияют на операции предприятия. На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что внешняя среда серьезно влияет на все процессы, проходящие на предприятии, что обуславливает необходимость постоянного и систематического сбора и анализа информации о внешней среде на основе современного инструментария.

Литература:

1. Самодуров М. И. Влияние факторов внешней среды на деятельность предприятия/ М.И. Самодуров, С. В. Куприянов // Вестник науки и образования. 2022. №4-1 (124). – С. 35-38.
2. Железнова Т.Ю. Турбулентность как комплексная характеристика среды современного промышленного предприятия/ Т.Ю. Железнова, Е. Д. Вайсман // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2022. №4. - С. 89-99.

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ

Пирогова М.В., Малкова М.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цель научно-исследовательской работы состояла в построении прогноза производства химических продуктов и нахождение взаимосвязи их вредного воздействия на здоровье человека.

Информационной базой исследования послужили ежегодные статистические данные РФ за 2010-2021гг. Инструментом обработки, анализа и прогнозирования данных был выбран ППП «Электронные таблицы». В качестве химических продуктов для исследования были взяты моющие средства и пластмассы в первичных формах.

Анализ динамики структуры временных рядов исследуемых продуктов показал линейную зависимость объема производства во времени.

Для прогнозирования построены пять трендовых моделей, качество которых оценивалось с помощью коэффициента детерминации (табл.1).

Таблица 1 Коэффициент детерминации  $R^2$  построенных трендовых моделей

Продукт	Экспоненциальный	Полиномиальная	Логарифмическая	Степенная	Линейная
Средства моющие	$R^2 = 0,8824$	$R^2 = 0,9868$	$R^2 = 0,8501$	$R^2 = 0,8819$	$R^2 = 0,8506$
Пластмассы в первичных формах	$R^2 = 0,9741$	$R^2 = 0,9679$	$R^2 = 0,8362$	$R^2 = 0,9007$	$R^2 = 0,9621$

По результатам таблицы 1 были выбраны модели полиномиальная и экспоненциальная соответственно. Ошибка прогноза составила 3% и 6,5% соответственно.

Исследование влияния вредного воздействия химических продуктов на здоровье населения проводилось с помощью построения однофакторной регрессионной модели. В качестве независимой переменной были взяты показатели заболеваемости на 1000 человек населения по 13 видам болезней; зависимой переменной - объем производства химических продуктов. Для построения модели исходные данные были нормированы как базисные индексы. Результаты моделирования показывают, что использование обоих химических продуктов оказывает влияние на рост болезней у человека органов дыхания.

*Руководитель: д.э.н., проф. Миролюбова А.А.*

# СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РОССИИ

Надельштехель А.О. (3 курс)

*Ивановский филиал РЭУ им. Г. В. Плеханова*

В данной работе рассмотрены перспективы развития цифровой экономики в России.

Предмет исследования- цифровые технологии, имеющие приоритетное значение в экономическом развитии нашей страны.

Цели работы— комплексное исследование состояния цифровой экономики в России и мире, анализ программы «Цифровая экономика» в качестве приоритетного направления в экономическом развитии страны, определение перспектив развития цифровизации экономики.

Развитие цифровых инноваций берет свое начало в 1960-х годов. Первым этап развития сводился в автоматизации существующих технологий и бизнес-процессов, второй же этап характеризовался проникновением Интернета и мобильной связи в жизни людей. Для рассмотрения развития цифровой экономики в России и лучшего понимания самого термина «цифровая экономика» необходимо вспомнить указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 Стратегии развития информационного общества Российской Федерации на 2017–2030 гг. В оценке развития цифровой экономики в России и за ее пределы мы можем обратиться к индексу цифровой экономики и общества(I-DESI). Россия существенно отстает в развитии от других стран как по данным за 2017 год, так и по данным за 2019. Не случайно в 2017 Председатель правительства РФ Дмитрий Медведев подписал распоряжение от 28 июля 2017 года №1632-р, утверждающее программу «Цифровая экономика Российской Федерации». Программа определяет пять базовых направлений развития цифровой экономики в России на период до 2024 года: «Нормативное регулирование», «Кадры и образование», «Формирование исследовательских компетенций и технологических заделов», «Информационная инфраструктура», «Информационная безопасность».

Выводы — у России есть все необходимые предпосылки для дальнейшей реализации цифрового потенциала и ускорения темпов цифровизации экономики.

*Руководитель: доцент, кандидат экономических наук Рамазанов Д.И.*

## **СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ВИРУСЫ И ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ**

Наумова Е.М. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Среди всего количества программ существуют такие, которые были созданы с плохими намерениями – это компьютерные вирусы. За последний год в России компьютерные вирусы сказались на работе 819 тысяч устройств.

Компьютерный вирус – это программа или фрагмент кода, созданная искусственно, то есть человеком, и распространяющаяся без согласия пользователя, с целью нанесения вреда вам и вашему устройству.

Под «нанесение вреда» попадают следующие возможности компьютерного вирусы: вывод на экран спама в виде текстового/звукового/графического сообщения; изнашивание устройства; увеличение нагрузки на устройство, что вызывает зависания и перегрузки; засорение оперативной памяти; удаление или изменение данных; форматирование жесткого диска; отключение работы ПО; шпионаж; незаконные денежные переводы; полный вывод устройства из строя.

Для заражения хакеры используют распространенные методы: рассылки электронных писем со спамом, зараженные оставленные на улице съемные носители, через локальную сеть, вместе с безопасным ПО и через фишинговые сайты.

Распространенный способ заражения в 2022 году: анонимный пользователь заходил на вашу страницу в Instagram и оставлял в комментариях оскорбительные сообщения. Профиль анонима был пустой, но в описании содержал ссылку, якобы на страницу анонима в социальной сети Вконтакте. Нажимая на ссылку, с целью идентифицировать анонима, вы попадали на фишинговый сайт, где моментально становились жертвой компьютерного вируса.

Наиболее актуальными и эффективными для хакеров являются следующие виды компьютерных вирусов: Троянская программа, Rootkit, Рекламная программа, Червь, Backdoor, Exploit, Баннер-блокировщик, Боты, Загрузочный вирус, Программы-шпионы, Keylogger, Лже-антивирус, Программы для криптоджекинга.

Случаи заражения компьютерным вирусом никогда не произойдут с вами, если: на вашем устройстве установлено антивирусное ПО; вы скачиваете только лицензионное ПО; вы посещаете только известные защищенные сайты; вы не переходите по ссылкам на электронной почте от неизвестного отправителя.

*Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Куленцан А.Л.*

## **«УМНЫЙ ГОРОД» - ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА**

Наумова Е.М. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Появление большого количества экологических проблем (изменение климата, неправильная утилизация отходов, увеличение количества машин), экономических (рост цен, перестройка экономики), технических и социальных проблем (снижение уровня населения) является толчком к тому, чтобы городские власти активнее переходили к концепции развития города «Умный город».

«Умный город» - это концепция внедрения информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), Интернета вещей, инноваций и стартапов в различные сферы жизни людей, ограниченных одной территорией. Целью внедрения этой концепции является обеспечение благополучной, безопасной, продвинутой и упрощённой жизни людей, а также рациональное управление городским имуществом и природными ресурсами.

ИКТ являются проводником между властями и горожанами. С помощью датчиков, записывающих информацию в реальном времени, с помощью системы Интернета вещей, с помощью электронных опросов и камер ИКТ собирает данные о вторых, обрабатывает их, анализирует и структурирует, и передаёт информацию первым. Эта информация является ключом к устранению ошибок.

На данный момент Сингапур – это единственный в своем роде «Умный город» в 2023 г. Остальные мегаполисы, претендующие на звание Smart City, используют намного меньше технологических решений.

Самый технологичный город России – Иннополис – город в Республике Татарстан. Для поддержания статуса «умного» в городе используются следующие технологии: IoT (Интернет вещей), геолокация, XR-технологии, Искусственный Интеллект, мобильные сети 5G, блокчейн, Wi-Fi, Bluetooth, Wi-Max, спутниковый Интернет (Starlink), беспилотное такси, внедрение биометрии, полная сортировка мусора, замена официантов в кафе и живых доставщиков еды на дом роботами.

Среди «умных» технологий будущего в России можно ожидать: единое электронное медицинское пространство и единое цифровое пространство транспортной инфраструктуры, «умная» организация дорожного движения и интеллектуальное освещение дорог.

Считается, что переход к концепции «Умный город» неизбежен, так как это является единственным на данный момент эффективным и комплексным решением в сфере глобального улучшения городской среды.

*Руководитель: к.э.н, доцент Ксенофонтова О.Л.*



# ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ВЕЛИЧИНА ЗАГРЯЗНЕНИЙ В РОССИИ

Островерхова М.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Расширение хозяйственной деятельности и увеличение численности населения сопровождается уничтожением природы и сокращением ресурсов, предназначенных для развития современного общества. Это обстоятельство воспринимается как издержки экономического развития.

На международном уровне стараются уменьшить загрязнения, используя различные методы. Величина загрязнений все равно растет, ресурсная основа экономики уменьшается, несмотря на замещение отдельных ресурсов. Наиболее загрязняющей с позиции выбросов парниковых газов является энергетика, промышленные процессы и сельское хозяйство.

В период с 2005-2019 гг. (такие показатели имеются в свободном доступе на сайте gks.ru) с ростом ВВП России увеличивалось количество вредных выбросов в виде парниковых газов, вызывающих и изменение климата. Но нужно отметить, что на рассмотренном интервале времени темп роста понижался, делая явным стагнационное развитие российской экономики.

Отсутствие высокой динамики экономического развития сопряжено с недостаточным вниманием к вопросам охраны окружающей среды, по крайней мере, связанным с размером выделяемых финансовых ассигнований. Ассигнование - это сумма денежных средств, выделенная из централизованных или децентрализованных источников финансирования для покрытия затрат на определенные цели.

Если рассмотреть рост ВВП России в ценах 2000 г. и инвестиции в основной капитал, используемый для охраны окружающей среды, в сопоставлении с динамикой выбросов парниковых газов, то видно, что рост ВВП России в целом связан с увеличением выбросов, но наращение величины инвестиций в основной капитал, используемый для охраны окружающей среды, приводит к их снижению.

Литература:

1. Экономическая и технологическая модернизация России: уроки истории и современные вызовы. Памяти Д.Е. Сорокина: Сборник статей / Под ред. Н.Ю. Ахапкина. М.: ИЭ РАН, 2022, стр. 235

*Руководитель: доцент, к.э.н. Смирнова О.П.*

# **ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КАК ФАКТОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ РОССИИ**

Полханов А.А. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Современный мир очень динамичен и требует от человека постоянного совершенствования и развития. Формирование человеческого потенциала является важным фактором как для технологической, так и для социально-экономической модернизации. В этой связи становится актуальной задача определения механизмов, способствующих формированию и поддержанию человеческого потенциала. Можно выделить следующие механизмы:

1. Развитие человеческого потенциала является обязательным условием для модернизации России в технологическом и социально-экономическом плане.

2. Формирование человеческого потенциала должно основываться на удовлетворении потребностей человека в образовании, здоровье, культуре и других важных сферах жизни.

3. Развитие человеческого потенциала должно быть направлено на улучшение качества жизни людей и повышение их благосостояния и социальной мобильности.

4. Формирование человеческого потенциала включает в себя создание условий для усвоения новых знаний и навыков, развитие креативности и инновационного мышления, а также поддержку предпринимательской активности.

5. Один из ключевых факторов развития человеческого потенциала – это инвестирование в образование, которое позволит создать условия для подготовки высококвалифицированных специалистов, способных работать с новыми технологиями.

6. Необходимо уделять внимание развитию социальной инфраструктуры, такой как медицинские и образовательные учреждения, чтобы создать условия для формирования здорового и квалифицированного трудового потенциала.

7. Необходимо создавать условия для развития творческих способностей людей и их участия в культурной жизни страны, так как это способствует формированию высоко квалифицированных и мотивированных работников.

*Руководитель: доцент, к.э.н. Смирнова О.П.*

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ФИНАНСОВОМ СЕКТОРЕ

Понаморов М.О. (3 курс)

*Ивановский филиал Российского Экономического Университета им. Г.В. Плеханова*

Финансовый сектор уже несколько лет является одной из самых динамично развивающихся отраслей экономики. Благодаря развитию информационных технологий и цифровой трансформации, возможности для совершения финансовых операций значительно расширились, а привычные сервисы стали более удобными и быстрыми.

Одной из главных тенденций последних лет стало развитие цифровых финансовых технологий, которые позволяют быстро и удобно совершать финансовые операции, как для физических лиц, так и для компаний. В течение последних нескольких лет многие банки и финансовые учреждения активно внедряют в свою работу такие технологии, как облачные вычисления, блокчейн, искусственный интеллект, big data и др.

Одним из главных преимуществ цифровой трансформации в финансовом секторе является увеличение скорости и качества обработки данных, что позволяет сократить время на обработку заявок на кредиты и другие финансовые услуги. Кроме того, внедрение новых технологий позволяет снизить затраты на обслуживание клиентов и упростить процессы, что положительно сказывается на конечной стоимости продуктов и услуг.

Однако, цифровая трансформация финансового сектора также создает ряд вызовов и проблем, таких как необходимость защиты данных, противодействие кибератакам и обеспечение безопасности при совершении финансовых операций. Для решения этих проблем требуется внедрение эффективных методов защиты данных и развитие соответствующих инфраструктур, что может привести к дополнительным затратам на обеспечение безопасности.

Таким образом, цифровая трансформация финансового сектора уже не является просто модной тенденцией, а стала неотъемлемой частью современного бизнеса. Более того, она может привести к ряду значительных преимуществ, если будет правильно осуществлена.

*Руководитель: Рамазанов Д. И.,  
к.э.н., доцент кафедры экономики  
и прикладной информатики*

# **ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ ФИНАНСОВЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Рябинин В.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Современный период развития цивилизованного общества характеризует процесс информатизации. Информатизация общества – это глобальный социальный процесс, особенность которого состоит в том, что доминирующим видом деятельности в сфере общественного производства является сбор, накопление, продуцирование, обработка, хранение, передача и использование информации, осуществляемые на основе современных средств микропроцессорной и вычислительной техники, а также на базе разнообразных средств информационного обмена. Развитие информационных технологий и рост конкуренции в финансовой сфере делают персонализацию финансовых продуктов и услуг ключевым фактором успеха для финансовых организаций. Одна возникают и проблемы в данной области, которые можно связать с тем, что традиционные подходы к разработке и продвижению финансовых продуктов не обеспечивают учета индивидуальных потребностей клиентов, что снижает их удовлетворенность и лояльность к бренду. Для решения данной проблемы авторами были сформулированы задачи и пути решения по формируемой проблеме. К задачам можно отнести: изучение современных технологий для персонализации финансовых продуктов; определение факторов, влияющих на предпочтения клиентов в финансовой сфере; разработка методик и подходов для реализации персонализированных финансовых продуктов. Пути решения:

- 1) Использование машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа больших объемов данных о клиентах;
- 2) Сегментация клиентов для определения групп с похожими финансовыми потребностями;
- 3) Внедрение многофакторных моделей скоринга и рекомендательных систем для предложения наиболее подходящих финансовых продуктов.

Выводы: Персонализация финансовых продуктов с использованием современных информационных технологий способствует улучшению удовлетворенности клиентов и укреплению лояльности к бренду. Успешная реализация персонализированных подходов требует инвестиций в развитие технологий и аналитической базы данных. Постоянное изучение предпочтений и поведения клиентов, а также адаптация финансовых продуктов к изменяющимся требованиям, являются ключевыми условиями для достижения поставленных целей.

*Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Куленцан А.Л.*

# ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КУРСА АКЦИЙ

Се Синькэ (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цель научно-исследовательской работы состояла в анализе динамики курса акций на основе использования инструментов условного форматирования данных.

Объектом исследования выступили акции компаний «Газпром» и «ВТБ». Как известно, «Газпром» — один из крупнейших российских производителей и экспортеров сжиженного природного газа; ВТБ — российская финансовая группа, в которую входят более 20 кредитно-финансовых компаний, работающих во всех основных сегментах финансового рынка. Период исследования с 03.01.2019г по 02.02.2022г.; всего 780 точек.

Реализация моделей для визуального анализа осуществлялась с помощью ППП «Электронные таблицы» инструмент «Условное форматирование», находящиеся во вкладке «Стили».

Условное форматирование позволяет отформатировать диапазон ячеек на основе содержимого этого диапазона.

С помощью Создания правила и Цветовой шкалы нами были проанализированы периоды времени, в котором курс акций увеличивался (зеленый цвет) и уменьшался (красный цвет) на 3 и более процента.

С помощью набора значков цветowych шкал можно выделить периоды, отличающиеся доходностью. Красный цвет был выбран для самой низкой цены акций, желтый — для средней цены, и зеленый — для высокой. Так, например, для Газпром низкая цена в период исследования соответствует периодам 03.01.2019-31.05.2019гг.; 17.07.2019-25.07.2019; 03.09.2019-21.10.2019; средняя цена — 03.06.2019 -16.07.2019г.,22.10.2019-21.02.2020гг.; 01.09.2021-02.02.2022гг.

Для визуального отображения темпов прироста (сокращения) курса акций используют гистограммы для отрицательных значений со сплошной и градиентной заливкой. К примеру, такая гистограмма прироста стоимости акций «Газпром» показывает отсутствие отрицательного роста в 2021г., а самый высокий положительный темп прироста можно видеть в мае-июне 2019г.

Численную разницу можно также отобразить с помощью набора значков. Набор значков включает от трех до пяти символов. Для связи значков со значениями необходимо определить критерии. Например, можно указать стрелку вниз для акций с наименьшей стоимостью, стрелку вверх для высокой цены и горизонтальную стрелку для промежуточных значений.

*Руководитель: д.э.н., проф. Миролюбова А.А.*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ В ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ**

Силкина К.С. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Технология распределенных реестров (далее будем именовать Блокчейн) вызывает огромный интерес, как у представителей деловых кругов, так и органов государственного управления. На данную технологию возлагают большие надежды, считая ее прорывной в части обеспечения надежности хранения данных, обеспечения информационной безопасности.

Предпринимаются различные попытки провести стандартизацию технологии, ее архитектуры и онтологии, определить требования к программно-аппаратным и программным средствам, а также определить основные проблемы связанные с применением технологии Блокчейн. К таким проблемам можно отнести: увеличение числа финансовых операций, требующих прозрачности и эффективности; необходимость снижения издержек и рисков, связанных с традиционными банковскими системами; возрастающая потребность в безопасности и конфиденциальности данных.

Для анализа возможностей применения технологии необходимо обозначить ряд задач, которые необходимо решить, к ним можно отнести: Анализ возможностей применения технологии распределенных реестров (блокчейн) в финансовой сфере; оценка практических преимуществ блокчейн-технологий для банков и финансовых организаций; исследование регулятивной среды и законодательства, касающегося использования блокчейн в финансах.

Авторы выделили несколько групп решений возникших проблем:

Разработка и внедрение блокчейн-решений для улучшения банковских процессов, таких как расчеты, клиринг и исполнение контрактов; использование технологии распределенных реестров для снижения издержек и повышения эффективности в межбанковских транзакциях и торговле ценными бумагами; создание смарт-контрактов и децентрализованных приложений для обеспечения автоматизации и контроля исполнения финансовых соглашений.

Выводы: Технология распределенных реестров способна решить множество проблем в финансовой сфере, обеспечив прозрачность, безопасность и снижение издержек. Успешное внедрение блокчейн - технологий требует сотрудничества между регуляторами, банками и финансовыми организациями, а также разработку стандартов и нормативной базы. Достижение поставленных целей возможно при активной поддержке правительства, регуляторов и разработчиков, а также адаптации образовательной системы для подготовки специалистов в данной области.

*Руководитель: к.ф.-м.н., доцент Куленцан А.Л.*

# ТРАНСФОРМАЦИЯ РОССИЙСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ КАК УСЛОВИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ

Смирнова Д.В. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одной из главных задач развития российской экономики является ее модернизация. Она обусловлена внутренними и внешними причинами. К внутренним причинам относятся: износ основных производственных фондов, низкий уровень конкуренции и пр. К наиболее важным внешним причинам относят: технико-технологическое отставание от ведущих стран мира, низкую конкурентоспособность на мировых товарных рынках. Особо нужно выделить вопрос оптимального выбора вида модернизации.

Немаловажную роль при выборе вида модернизации приобретает решение проблемы структурных противоречий. На первый план выходит государство, которое может оказать решающее воздействие на устранение этих противоречий при выборе стратегического курса модернизации самой экономики, соответствующего современным формам общественного развития.

Общественная система содержит в себе ряд подсистем: экономическую, социальную, политическую и духовную. По моему мнению, главную роль среди них играет экономическая. Ключевая роль в ее трансформации принадлежит государству.

Формирование либеральной программы в России во многом затруднялось медленным процессом становления гражданского общества. Русские либералы в XIX в. так и не нашли в обществе реальной общественной силы, способной последовательно и целеустремленно осуществлять процесс преобразований.

В ходе Гражданской войны исчезли такие социальные слои, как дворяне и купцы. На их место пришли два класса – рабочие и колхозное крестьянство, и прослойка – интеллигенция. В постсоветской России был запущен новый радикальный процесс изменения структуры – к уже известным слоям добавились бизнесмены и собственники.

В наше время процессы становления новой национальной идентичности выражены слабо. На ведущие позиции выдвинулось демократическое правление, которое носит форму западной представительной демократии.

*Руководитель: доцент, к.э.н. Смирнова О.П.*

# ПОСТРОЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПОИСКА НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ЮАНЯ

Сун Ятин (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Цель научно-исследовательской работы состояла в построении генетического алгоритма нейросетевых моделей для прогнозирования валютного курса.

Реализация генетического алгоритма проводится с помощью языка программирования Python. Для этого используется бесплатный сервис Google Colab. Google Colab - это сервис, где каждый может попробовать силы в машинном обучении.

Объектом прогнозирования является динамика курса китайского юаня. База данных включает 4156 значений с января 2000г. По октябрь 2022 года. В современных условиях китайский юань является альтернативой вложений в доллары и евро. Поэтому актуально найти инструмент для прогнозирования динамики курса юаня.

Реализация генетического алгоритма нейросетевых моделей включает шесть этапов:

1. Загрузка библиотек и подключение необходимых модулей, с помощью которых проводится прогнозирование.

2. Загрузка данных. Для чтения файла с таблицей используем метод ***read\_csv*** модуля ***pd***.

3. Построение графика динамики курса валют с помощью библиотеки ***Matplotlib***.

4. Разделение данных на обучающую и тестовую выборку. На проверочную выборку было выделено 300 записей. Для нормирования данных использовался метод ***MinMaxScaler***. С помощью ***TimeseriesGenerator*** осуществлялась генерация батчей временных данных. Анализ проводится по 60 прошедшим точкам. Для обучения сети планируется использовать два варианта генетического алгоритма: подбор архитектуры и перебор гиперпараметров

5. Создание моделей нейронных сетей: полносвязной, одномерной свертки, LSTM.

6. Прогнозирование данных текущей сетью и визуализация результатов.

*Руководитель: д.э.н., проф. Миролюбова А.А.*



## ПОСТРОЕНИЕ МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Удалова М.Д., Шлакина А.Н. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной научно-исследовательской работе решается практическая задача, которая заключается в построении модели для прогнозирования производства нефтепродуктов в РФ.

Информационной базой исследования послужили ежемесячные статистические данные за 2017-2021гг.по производству нефтепродуктов в России. В качестве прогнозируемого периода взят 2021 год. В качестве инструмента для обработки и прогнозирования данных был выбран ППП «Электронные таблицы».

Анализ динамики производства нефти, поступившей на переработку и бензина автомобильного, показал наличие сезонных колебаний.

Анализ структуры временных рядов исследуемых продуктов предполагал расчет значений сезонной компоненты методом скользящей средней и построение мультипликативной модели временного ряда.

Общий вид мультипликативной модели выглядит так:  $Y=T \cdot S \cdot E$ .

Модель предполагает, что каждый уровень временного ряда может быть представлен как произведение трендовой (Т), сезонной (S) и случайной (E) компонент.

Технология прогнозирования включала три варианта, которые отличаются расчетом сезонного индекса. Эконометрический анализ показал одинаковую точность прогнозирования. Средняя ошибка прогноза нефти, поступившей на переработку и бензина автомобильного, составила 3% и 5% соответственно. Результаты прогнозирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты прогнозирования на 2021г.

Нефть, поступившая на переработку				Бензин автомобильный		
Мес.	Трендовый прогноз	Прогноз с учётом сезонности	Ошибка прогноза	Трендовый прогноз	Прогноз с учётом сезонности	Ошибка прогноза
февр	23794	22823	4%	3331	3170	2%
апр	23776	22314	5%	3336	2944	11%
июль	23751	24838	4%	3344	3650	8%
авг	23742	24595	3%	3346	3621	2%
окт	23725	23420	4%	3351	3211	6%
нояб	23716	23893	1%	3353	3354	4%

*Руководитель: д.э.н., проф. Миролюбова А.А.*

## **«УМНЫЙ» ГОРОД: ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Фан Линьхао (1 курс магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Сегодня современные города, накопившие массу социальных, техногенных и экологических проблем, становятся экспериментальными площадками грядущей цифровой эпохи. Сочетание новейших IT-технологий с городской инфраструктурой и сферой услуг обещает не только упорядочить и улучшить жизнь горожан, но и сэкономить деньги. Эта концепция, более известная как «Умный город» (Smart City), возникла в результате расширения потенциала Интернета вещей (IoT) и может варьироваться в зависимости от реальных потребностей конкретного города и его финансовых возможностей. Согласно описанию Британского института стандартов (BSI), «умный город» – это эффективная интеграция физических, цифровых и человеческих систем в искусственно созданной среде, цель которой заключается в обеспечении устойчивого, благополучного и всестороннего будущего граждан.

Благодаря информационно-коммуникационным технологиям городские власти могут отслеживать развитие городской среды, выявлять наиболее эффективные инструменты для повышения качества жизни, напрямую взаимодействовать с сообществами и городской инфраструктурой. Сбор, обработка и анализ данных, поступающих от жителей города, происходит за счет использования датчиков, функционирующих в режиме реального времени. Полученные сведения позволяют выявлять и заменять нерабочие методики. Цель развития технологий «умного города» заключается в повышении качества управления городскими потоками и скоростью решения сложных задач. Элементы «умного города»: дата-центр, универсальное городское приложение, беспилотные автомобили, «умные» парковки, «умное» освещение, солнечные батареи, камеры, «умный» общественный транспорт, противопожарные датчики, «умные» урны.

Развитие России в сфере смарт-технологий началось с принятия Минстроем в 2018 году стандарта «Умный город». К приоритетным направлениям «умного» города отнесены: городское управление; сфера ЖКХ; технологические решения, повышающие комфортность городской среды; «умный» городской транспорт; смарт-системы, улучшающие безопасность общества и экологии; туристическое направление и сервис; «умные» системы для оказания социальных услуг; сфера экономики и инвестклимат; сети связи.

Концепции «умного» города могут значительно облегчить жизнь горожан и сделать её более комфортной, что позволит экономить электроэнергию, повысить безопасность, экономить время.

*Руководитель: к.э.н, доцент Ксенофонтова О.Л.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В МОДЕЛИ КРЕДИТНОГО СКОРИНГА

Фокин С.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Банковская система любой развитой страны является кровеносной системой экономики. Она играет главную роль в развитии экономики страны, обеспечивает платежи участников денежных отношений, аккумулирует свободные денежные ресурсы, а также обеспечивает процесс кредитования, являясь ключевым звеном экономики. Процесс кредитного скоринга всегда является важным в банковской системе. Появление новых методов анализа заемщика позволяют уменьшить риски и обеспечивают высокую точность решения.

Методы логистической регрессии, дерева решений устарели, и на смену им пришли более сложные алгоритмы. Например, случайный лес, нейронная сеть, адаптивная нейронная сеть. Современные методы прогнозирования имеют высокую точность и устойчивость к изменениям. Они могут исследовать сложные связи между предметами, не используя линейных методов. Это позволяет считать современные методы идеально подходящими для проведения кредитного скрининга.

Преимуществами использования ML-методов является:

- Создание более точных моделей, уменьшая риски возникновения ошибок для финансовых организаций.
- Мы можем автоматизировать обработку больших объемов данных, что ускоряет процесс принятия кредитного решения до секунды.
- ML анализирует различные источники информации, в том числе социальные сети или поведение в интернете, что дает более полную информацию о кредитоспособности клиента.

Возможные трудности:

- При использовании параллельного источника данных могут возникнуть проблемы с защитой персональных данных заемщика и его частной жизни.
- Модели, основанные на машинном обучении, трудны для понимания менеджерами и клиентами, могут быть затруднены в объяснении отказа клиента.
- Варьирование качества исходного материала, от которого зависит точность моделирования.

Методы машинного обучения позволяют человеку сделать достаточно точные прогнозы, позволяют настроить процессы и расширить использование разных источников данных, избавляя сотрудников от рутинных процессов. При этом, важно учитывать моральные и юридические аспекты, использовать понятные простому пользователю модели и тогда процесс скоринга станет грамотным и эффективным.

*Руководитель: к.э.н, доцент Ксенофонтова О.Л.*

## ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГ В КИТАЕ: ХАРАКТЕР ИНСТРУМЕНТОВ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Цзян Вэньчэнь (4 курс, бакалавр )

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Появление интернет-маркетинга обусловлено развитием в последние годы интернет-технологий, растущим потребительским спросом людей и все более жесткой рыночной конкуренцией. В этих условиях компании должны правильно использовать онлайн-технологии маркетинга с целью привлечения клиентов в условиях конкуренции. Как следует из названия, интернет-маркетинг – это новый маркетинговый подход, который использует цифровую информацию и интерактивность онлайн-медиа, чтобы помочь компаниям достичь своих маркетинговых целей.

Интернет-маркетинг неотделим от использования маркетинговых инструментов. Инструменты интернет-маркетинга в полной мере используют характеристики интернет-технологий, которые не только преодолевают разрыв во времени и пространстве, но и демонстрируют преимущества, с которыми не могут сравниться традиционные маркетинговые инструменты, такие как интеллектуальность, интерактивность, гибкость и высокая экономическая эффективность.

В результате большинство компаний в Китае используют инструменты интернет-маркетинга, самым распространенным из которых является WeChat, мобильная коммуникационная система для передачи текстовых и голосовых сообщений. WeChat, как инструмент интернет-маркетинга, имеет следующие особенности применения.

1) **Одноранговый точный маркетинг.** WeChat имеет огромную клиентскую базу в Китае, и маркетинговые сообщения поступают точно и распространяются среди пользователей.

2) **Гибкие формы развития клиентов.** Предприятия или пользователи могут добавлять друзей и осуществлять маркетинг именно для них с помощью «QR-кодов», «дрифт-бутылок», «нажатия на визитку», «встряхивания близлежащих людей» и «поиска телефонных номеров».

3) **Высокая безопасность.** Пользователи должны пройти аутентификацию, чтобы добавлять друзей друг другу, а для содержимого «круга друзей» можно установить разрешения.

4) **Простота общения.** WeChat позволяет продавцам и клиентам общаться «как друзья», что облегчает завоевание доверия клиентов.

WeChat обладает всеми преимуществами инструмента интернет-маркетинга, а простота общения делает его уникальным среди всех маркетинговых подходов. Однако большинство китайских компаний в настоящее время используют несколько онлайн-инструментов для многоплатформенного маркетинга, стремясь увеличить охват маркетинга.

*Руководитель: к.э.н., доц. Белоконская Е.Г.*

## НОРМИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ВАЛЮТНОГО КУРСА

Чжан Мэнтянь (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Целью интеллектуального анализа динамики курса китайского юаня к рублю является его прогнозирование. Инструментом для прогнозирования был выбран ППП «Электронные таблицы». Для прогнозирования любых данных необходимо их нормирование. Нормализация — это метод, который применяется как часть подготовки данных для машинного обучения. Цель нормализации — изменить значения числовых столбцов в наборе данных для использования общей шкалы без искажения различий в диапазонах значений или потери информации.

Источником данных послужили официальные ежедневные данные Центрального банка РФ [1] или 4260 точек. Период исследования с 01.01.2000г. по 31.03.2023г. Полученные данные имеют разный номинал, например, с 26.10.2022г. по 21.12.2022г. курс юаня дан номиналом рублей за 10 юаней; с 10.01.2023г. по 31.03.2023г — за 1 юань. Поэтому на первом этапе нормирования курса валюты рассчитали курс номиналом 1 юань.

В качестве исходных данных выступают средние значения за месяц. Поэтому на втором этапе была подготовлена таблица с названием месяцев и номера года, которая осуществлялась с помощью функции =ГОД(). Для распространения ряда значений с номером года использовалась функция =ЗАПОЛНИТЬ().

На третьем этапе с помощью Диспетчера имен двум массивам данных с датами и курсом юаня были присвоены имена «дата» и «курс».

На четвертом этапе для усреднения значений по месяцам использовали формулу, основанную на функции =СРЗНАЧЕСЛИМН() с помощью функции =КОНМЕСЯЦА(). В этой формуле используются именованные диапазоны «дата» и «курс».

Функция СРЗНАЧЕСЛИМН может усреднять диапазоны на основе нескольких условий. В этом случае мы настраиваем СРЗНАЧЕСЛИМН на усреднение сумм по месяцам, используя два условия:

- 1) даты совпадения больше или равны первому дню месяца,
- 2) даты совпадений меньше или равны последнему дню месяца.

Таким образом, было получено 279 точек с ежемесячной разбивкой с января 2000 года по март 2023 года.

Литература:

- 1) Динамика официального курса заданной валюты [Электронный ресурс] // [http://cbr.ru/currency\\_base/dynamics/](http://cbr.ru/currency_base/dynamics/) (Дата обращения 31.03.2023)

*Руководитель: д.э.н., проф. Миролюбова А.А.*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ

Чжан Юйтин (1 курс, магистратура)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Интеллектуальный анализ данных (ИАД) относится к аналитическим методам обнаружения знаний. При данном методе используются следующие инструменты: статистика, распознавание образов, машинное обучение и абстрагирование данных.

Целью данного метода является прямое или косвенное повышение производительности. ИАД выступает в роли интеллектуального помощника, позволяя сотрудникам получать нужную информацию в нужное время и помогая им принимать правильные решения в условиях ограниченного времени.

Интеллектуальная аналитика данных обеспечивает разнообразные связи и корреляции. Это означает, что компания может использовать технологию ИАД для классификации, кластеризации различных типов данных. Кроме того, интеллектуальный анализ данных выявляет аномальную информацию на основе механизма "правила неожиданности".

В маркетинге особая ценность технологий ИАД исходит из возможности обнаружения закономерностей поведения потребителей, упрощения решения множества задач, связанных с продажами и постпродажным обслуживанием клиентов. Приведем возможные направления использования ИАД для повышения лояльности клиентов:

- Персонализация контента. Использование данных клиента, собранных с помощью ИАД, позволяет персонализировать контент и обеспечить более точно настроенный маркетинг.
- Оптимизация пользовательского опыта. Технологии ИАД позволяют определить наиболее востребованные продукты и услуги.
- Прогнозирование поведения клиентов. Использование ИАД для прогнозирования поведения клиентов и построения моделей их поведения.
- Совершенствование взаимоотношений с клиентами на основе интеграции технологий ИАД с CRM-системами.
- Анализ отзывов и обратной связи. После каждого маркетингового действия необходимо анализировать отклик на него, включая даже отрицательные ответы и причины отказа с тем, чтобы в дальнейшем избежать допущенных ошибок. В арсенале ИАД присутствуют алгоритмы, позволяющие оценивать влияние множества факторов, находить закономерности.

Таким образом, эти методы могут в конечном итоге помочь бизнесу повысить уровень лояльности клиентов и привести к увеличению продаж и прибыли.

*Руководитель: к.э.н., доц. Белоконская Е.Г.*

# **ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО БИЗНЕСА: БИЗНЕС-АССОЦИАЦИИ**

Щербаков И.Д. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Данная работа рассматривает существование и развитие отраслевых бизнес-ассоциаций в России, их роль в конкретном рыночном сегменте и их основные уровни.

Отраслевые бизнес-ассоциации в России возникли как ответ на потребность малого и среднего бизнеса в системном квалифицированном патронаже, который снижал бы неопределенность при принятии инвестиционных и инновационных решений. Существует также административный аппарат отраслевых ассоциаций, который содержится за счет членских взносов и заинтересован в расширении своей клиентской базы и в эффективном функционировании всех аффилированных компаний.

Основной мотивацией для объединения независимых друг от друга компаний является их запрос на «расширение горизонта планирования, на который ориентируются участники рынка, осознание предприятиями того, что они будут работать в рамках определенных отраслей в течение длительного периода»

В России существуют два уровня бизнес-ассоциаций: "надотраслевые" ассоциации, созданные при участии власти и отраслевые ассоциации, созданные самим бизнесом. Масштабы и качество деятельности российских бизнес-ассоциаций сложно оценить из-за отсутствия статистических данных. Компания КРОС занимается исследованием деловых и бизнес-ассоциаций и насчитывает более 17 тыс. организаций. Большинство ассоциаций объединяют компании реального сектора экономики.

Интенсивность формирования бизнес-ассоциаций в разных отраслях может быть связана с организационно-технологическими особенностями и предлагает провести самостоятельное исследование. Также отмечается, что такие объединения становятся массовым явлением в экономике.

Литература:

1. Экономическая и технологическая модернизация России: уроки истории и современные вызовы. Памяти Д.Е. Сорокина: Сборник статей / Под ред. Н.Ю. Ахапкина. М.: ИЭ РАН, 2022, стр. 117

*Руководитель: доцент, к.э.н. Смирнова О. П.*

## **Секция 29. Кодеры и геймеры: веб технологии и игры**



## **СБОР И АНАЛИЗ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В ИГРЕ ТРИ В РЯД, КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИГРОВОГО ПРОЦЕССА И УВЕЛИЧЕНИЯ ДОХОДОВ**

Лампасова А.К., Трофименко К.О. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Игры на сегодняшний день являются одним из самых популярных развлечений для миллионов людей по всему миру. Игра три в ряд является одной из самых распространенных игр в жанре головоломок. Однако, как любой продукт, игры требуют постоянного совершенствования, чтобы привлекать и удерживать игроков.

В этой работе рассматривается сбор и анализ данных, полученных в игре три в ряд от действий пользователей, как инструмент для оптимизации игрового процесса и увеличения доходов. В частности, собираются данные о времени, проведенном в игре, количестве сыгранных игр, количестве побед и поражений, использовании определенных комбинаций и стратегий и т.д. Эти данные позволяют понять, как пользователи взаимодействуют с игрой, какие у них предпочтения и какие сложности они испытывают.

Анализ данных позволяет выявить пользовательские предпочтения, определить наиболее популярные сочетания цветов игровых предметов, узнать, какой процент пользователей завершает игру до конца и т.д. На основе результатов анализа данных можно оптимизировать игровой процесс, внедрить новые функции, изменить сложность игры.

Такой подход к сбору и анализу данных является важным инструментом для оптимизации игрового процесса, повышения удовлетворенности пользователей и увеличения доходов от игры. Благодаря анализу данных, разработчики игр могут принимать более обоснованные решения, основанные на фактах и действительных потребностях пользователей, что приводит к более успешной игре и увеличению доходов.

*Руководитель: к.э.н. Масленников О.В..*

## IT В ИГРОВОЙ ИНДУСТРИИ

Мамедов Д.С. (3 курс)

*Ивановский филиал “Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова”*

IT – технологии, которые изменили игровую индустрию навсегда. Сейчас компьютерные и мобильные игры стали неотъемлемой частью нашей жизни, и все это благодаря IT. Однако, прогресс не стоит на месте, и постоянно появляются новые технологии, которые улучшают игровой опыт и делают его более реалистичным.

Одной из самых ярких инноваций, которая изменила игровую индустрию оригинально и полностью, является виртуальная реальность. С помощью этой технологии игроки могут полностью погрузиться в игровой мир и почувствовать себя его частью. Сейчас VR-игры стали популярной развлекательной отраслью, которая растет с каждым годом.

Еще одной интересной новинкой в игровой индустрии является использование искусственного интеллекта. При помощи AI разработчики могут создавать игровых персонажей, которые будут интерактивными и способными принимать решения в режиме реального времени. Кроме того, благодаря AI игры становятся более реалистичными и сложными.

Технология облачных вычислений также оказала большое влияние на игровую индустрию. С помощью облачных вычислений игроки могут играть в игры без установки их на свой компьютер или консоль. Кроме того, благодаря этой технологии игры становятся более доступными для широкой аудитории и могут использоваться на любом устройстве.

Многие компании также начали использовать блокчейн для создания уникальных игровых экосистем. Благодаря этой технологии игроки могут зарабатывать и продавать внутриигровые активы, что делает игры более интересными и привлекательными для пользователей.

Эксперты зафиксировали ключевые тренды отрасли, используя статистику аналитических компаний Newzoo, Sensor Tower, GfK и NPD Group. Общий объем рынка видеоигр по состоянию на конец ноября 2022 года составил 184,4 миллиарда долларов. На мобильные игры пришлось 50% объема рынка, на консольные — 28%, на компьютерные игры — 22%. На данный момент эксперты прогнозируют прирост финансов от видеоигр.

В заключение, можно сказать, что IT является двигателем развития игровой индустрии. Новые технологии делают игры более интересными, реалистичными и привлекательными для пользователей. Благодаря IT мы можем наслаждаться множеством увлекательных игр и погружаться в виртуальные миры.

*Руководитель: д.э.н., доцент. Рамазанов Д.И.*

# РАЗРАБОТКА ВИДЕОИГРОВОГО ПРОДУКТА В ЖАНРЕ РОЛЕВОЙ ИГРЫ И СЕТТИНГЕ СЛАВЯНСКОГО ФЭНТЕЗИ

Киселев А. А., Панкова А.С. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе была рассмотрена возможность разработки видеоигры. В качестве основы для создания игрового мира выбрана тема славянской культуры. Для реализации проекта выбран программный движок Unreal Engine 5. [1]

Движком называется программная среда, на основе которой конструируются и разрабатываются игры. Выбор движка обусловлен следующими факторами:

- В UE5 встроен язык Blueprints, что значительно упростит разработку.
- В Unreal Engine огромное количество возможностей для создания фотореалистичной трехмерной графики [3].
- UE имеет ряд модулей, которые существенно упрощают разработку
- Только если игра будет иметь коммерческий успех и заработает от миллиона долларов, понадобится отдавать 5% от доходов Epic Games.

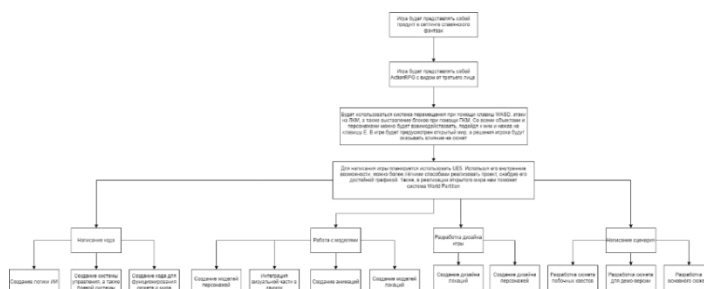


Рис. 1 Блок схема функционирования игрового продукта

В результате проведенного исследования определена возможность разработки нашего видеоигрового продукта. Использование современных инструментов позволит создать игру высокого качества, которая может привлечь внимание широкой аудитории и иметь коммерческий успех.

Литература:

1. Н. И. Веселко, О.В. Максименкова Программирование в Unreal Engine 5 для начинающего игродела. - 1-е изд. - М.: Бомбора, 2023. - 321 с.
2. А. Куксон, Р. Даулингсок, К. Крамплер Разработка игр на Unreal Engine за 24 часа. - 3-е изд. - М.: Бомбора, 2019. - 528 с.
3. Т. Шэннон Unreal Engine 4 для дизайна и визуализации. - 5-е изд. - М.: Бомбора, 2021. - 368 с.
4. С. Сантелло, А. Р. Стагнер Building an RPG with Unreal 4.x. - 8-е изд. - М.: Packt Publishing, 2016. - 360 с.

*Руководитель: канд. техн. наук, доцент, Константинов Е.С.,  
ассистент Суворов И.А.*

## ГЕНЕРАЦИЯ ЭСКИЗОВ ОДЕЖДЫ

Самсонова А.И., Шкарпицкий А. Н. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последние годы искусственный интеллект активно используется в различных областях, в том числе в моде и проектировании одежды. Планируемая разработка будет основана на использовании нейросетей с открытым исходным кодом BigGAN и StyleGAN для создания фотореалистичных и визуально убедительных эскизов одежды. Основная цель - способствовать повышению эффективности текстильных производителей, что в перспективе позволит экономить время и ресурсы на создание новых дизайнов.

Программная реализация разрабатываемых алгоритмов и их последующие исполнение в браузере пользователя за счет использования системы генеративно состязательных сетей BigGAN и StyleGAN. Эти алгоритмы позволяют генерировать изображения с высоким разрешением и детализацией, что делает эскизы максимально приближенными к реальности [1]. Результаты работы нейросетей могут значительно улучшить существующий уровень технологического обеспечения.

Одним из главных преимуществ использования нейросетей является возможность получения большого количества вариантов дизайнов за короткий промежуток времени. Благодаря этому процесс проектирования может быть значительно ускорен, а дизайнеры могут быстро создавать новые коллекции одежды.

Важным элементом нашей разработки является функциональная возможность интеграции с другими системами посредством API. Это позволяет внедрять нашу технологию в уже существующие процессы проектирования одежды и обеспечивает ее легкую интеграцию в рабочий процесс производства.

Таким образом, создаваемая разработка может значительно повысить эффективность работы текстильных производителей, сократить время на создание дизайнов, уменьшить затраты на проектирование и производство и повысить качество конечного продукта.

Литература:

VC [Электронный ресурс]: A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks. URL: <https://arxiv.org/abs/1809.11096>

*Руководитель: канд. техн. наук, доцент, Константинов Е.С.,  
ассистент Суворов И.А., преподаватель Нестеренко А.С.*

## РАЗРАБОТКА КАЗУАЛЬНОЙ ИГРЫ В ЖАНРЕ ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ

Чагина В.О. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Индустрия видеоигр является одной из самых быстрорастущих и быстроразвивающихся в мире, поэтому разработчики игр пользуются большим спросом на рынке труда. Целью данного проекта является разработка казуальной игры в жанре тайм-менеджмента и анализ успеха игрового продукта.

Основная идея игры состоит в том, что игрок помогает ведьме, владеющей магазинчиком зелий, выполнять заказы. В ходе игрового процесса каждый день игроку приходят заказы, он подбирает нужные ингредиенты с полок и варит заказанное зелье. Чем быстрее выполнен заказ, тем больше денег он за него получит. За заработанную валюту можно покупать новые рецепты и ингредиенты для них. Для каждого игрока мы будем анализировать количество заработанных монет за каждый заказ, общее количество заработанных монет и время выполнения каждого заказа.

В качестве основной платформы для нашей игры мы выбрали мобильные устройства, поскольку это лучшая платформа для казуальных игр. В качестве способа монетизации мы выбрали внутриигровую рекламу, после просмотра которой, игрок получает монеты, и внутриигровой магазин, где монеты можно купить.

В ходе данной работы мы разработаем казуальную игру и соберем, и проанализируем данные о времени выполнения заказов и количестве заработанных монет, эти данные помогут нам при дальнейшей разработке обновлений. Таким образом, собранные данные и отзывы могут позволить нам предположить, что наш проект займет достойное место на рынке.

*Руководитель: Чернявская А.С*

## **Секция 30. ИТ-решения: современные методы разработки программ и информационных систем**

# **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА МАТЕРИАЛЬНОГО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ**

Гвоздев В.В., Будылястов А.Р. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Современные организации, работающие в различных сферах деятельности, обладают большим количеством разнообразных материальных ресурсов, таких как оборудование, инвентарь, мебель, техника и прочее. Эти ресурсы необходимо эффективно распределять и использовать в соответствии с потребностями и задачами организации, а также обеспечивать их надлежащее техническое состояние и сохранность. Для этого требуется систематический и оперативный учёт состояния и перемещения имущества между различными подразделениями и помещениями организации, а также контроль за его сохранностью и исправностью. Традиционные методы учёта материального-технического обеспечения (МТО) помещений, основанные на бумажной документации и ручном вводе данных, не отвечают современным требованиям по скорости, точности и надёжности информации. Кроме того, они требуют большого количества времени и трудозатрат от сотрудников, ответственных за учёт МТО.

Цель нашей работы заключается в решении данной проблемы путём разработки информационной системы учёта МТО (ИСУМТО), которая будет автоматизировать все процессы, связанные с управлением и контролем за МТО помещений. В нашем докладе мы расскажем о предметной области нашей работы, которая включает в себя анализ потребностей и задач пользователей системы. Мы также рассмотрим существующие аналоги ИСУМТО, которые используются в других организациях и выявим их преимущества и недостатки. Кроме того, мы опишем инструменты, которые мы будем использовать при разработке ИСУМТО, такие как языки программирования, базы данных и среды разработки. Наконец, мы проанализируем достоинства и недостатки ИСУМТО по сравнению с традиционными методами учёта МТО помещений с точки зрения эффективности, качества и экономичности.

*Руководитель: ст. преп. Чернявская А.С.*

## **АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ С ПОДКЛЮЧАЕМЫМИ МОДУЛЯМИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА**

Журавлев М.А. (2 курс, маг.), Хмелев Я.А. (1 курс, маг.), Галиаскаров Э.Г.  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Моделирование процессов тепломассопереноса может быть актуальным как для организации учебного процесса в рамках образовательной системы университетов, так и при изучении технологических процессов в химической промышленности. В настоящее время данная задача решается частным образом, а созданные решения обычно не доступны для практического использования и вынуждают искать собственные подходы к разработке таких моделей. Поэтому основной задачей исследования являлось создание такой платформы моделирования процессов тепломассопереноса, которую можно будет развивать в дальнейшем и, по необходимости, портировать её из одной среды в другую с минимальным количеством модификаций.

Для того, чтобы добиться этого результата, проведен анализ и выбор подходящей архитектуры. В нашем случае наиболее подходящей будет являться микроядерная, так как основное её преимущество состоит в том, что разделение высокоуровневых политик и низкоуровневых механизмов упрощает поддержку системы и обеспечивает её расширяемость. Не изменяя ядра, можно подключать к нему всё новые и новые модули, которые в последствии можно использовать повторно в другой среде.

В ходе работы было спроектировано ядро системы, которое реализует базовый набор функций, обеспечивающих правила взаимодействия отдельных модулей, принципы разработки этих модулей и требования к контракту подключения модулей в систему. При проектировании ядра используется многослойный архитектурный паттерн, который позволяет разделить структуру ядра на технически четко выделенные слои: представления, бизнес-логики, доступа к данным.

Подключаемые модули разрабатываются независимо, в соответствии с определенным ранее контрактом и могут подключаться к ядру системы либо как динамически подключаемые библиотеки, либо как удаленно подключаемые сервисы с использованием REST технологии. Каждый модуль разрабатывается для решения конкретной задачи: создание модели, редактирование модели, настройка модельных принципов, запись процесса моделирования, а также его визуализация и т.п.

Результатом работы стало подтверждение эффективности разработанной архитектуры для построения систем моделирования. Подобная концепция позволяет развивать возможности системы по мере необходимости.

*Руководитель: к.х.н., доцент Галиаскаров Э.Г.*



# **АВТОМАТИЗАЦИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТОВАРОВ ОНЛАЙН-СЕРВИСОВ С ПОМОЩЬЮ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

Кочкин М.А. (4 курс)

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)*

Современные интернет-магазины имеют каталоги, содержащие десятки категорий товаров. Из-за отсутствия автоматизированных средств разметки продукции, задача классификации требует много времени и усилий. В настоящей работе предложен алгоритм, который соотносит товар и категорию с помощью нейросетевых технологий.

Было протестировано несколько моделей нейронных сетей: VGG19, Xception, Yolo, ResNet. Обучающая, проверочная и тестовая выборки составлялись с помощью изображений, взятых из онлайн-магазина товаров со скидками. В процессе обучения на вход нейронной сети по очереди подавались картинки размером 1024 \* 1024 пикселей. Предварительно изображение подвергалось обработке – в случае несоответствия разрешения размеру входного слоя нейросети производилось изменение масштаба с помощью библиотеки OpenCV. Также для того, чтобы нормализовать данные, алгоритм переводил картинку в черно-белый цвет. Таким образом, мы получали тензор со значениями от 0 до 1 размером (x, 1024, 1024), где x – количество элементов в выборке. По итогам исследования наибольшую точность показала сеть ResNet50 – она смогла правильно классифицировать 98% образцов.

Данная нейронная сеть была внедрена в интернет-магазин одежды DiscountDealer. В результате рентабельность сервиса выросла на 15%, так как задача разметки была переложена с работников на алгоритм.

Литература:

1) Alexey Bochkovskiy, YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection / Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, Hong-Yuan Mark Liao // 2021 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW) - 2021.

2) Kaiming He, Deep Residual Learning for Image Recognition / Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) - 2016.

*Руководитель: к.т.н., доцент Ким Р.В.*

## ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА

Кониченко А.С., Минеев А.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

**Актуальность.** Активное применение компьютерных технологий в образовании вызывает потребность в создании электронных учебных пособий и их внедрении в учебный процесс. Имеющийся опыт использования электронных учебных пособий в вузовском обучении показывает, что они очень полезны при организации и проведении самостоятельной и индивидуальной работы студентов.

**Цель работы.** Создание и описание технологии реализации методического пособия в цифровом варианте для последующего использования данных материалов при создании иных цифровых учебных пособий.

**Основная часть.** Для реализации технологии лабораторного практикума, выбранный материал обрабатывался и структурировался на разделы и блоки. В последствии готовый материал вносится в компьютерное программное обеспечение, учитывая выделенную ранее иерархию. Далее текст форматировался с использованием языка разметки Markdown. Гипертекстовая разметка использовалась для обеспечения возможности просмотра готового материала в браузере. Одновременно продумывались вопросы дизайна страниц пособия с целью создания комфортного и эстетически приятного их представления. В частности решались вопросы использования цветового оформления фона, графических объектов и пр. Поскольку электронное пособие планировалось использовать в составе работающей в университете системы электронного обучения Moodle, было принято решение создавать продукт в виде сайта. В качестве инструмента был выбран статический генератор сайтов Go Hugo. В результате использования данной технологии мы получили готовое методическое пособие в цифровом варианте.

**Вывод.** Таким образом, описанный нами механизм создания методического пособия актуален и полезен для разработки иных цифровых материалов, помогающий предоставить информацию в удобном для пользования формате. Это свидетельствует о возможности дальнейшего использования указанной технологии для создания электронных учебных пособий.

*Руководитель: проф. Бобков С.П.*

# РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫБОРА ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И АНАЛИЗА СТАТИСТИКИ СПРОСА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ

Никифоров Д.О. (1 курс, магистратура)

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)*

Для развития цифровых технологий, средств связи (различных приемо-передающих устройств, средств наведения, космической техники), средств автоматизации (роботизации) производств и других технических направлений огромное значение имеет разработка и производство современных высокотехнологичных электронных устройств. В связи с наложенными со стороны зарубежных изготовителей санкциями, в Российской Федерации наблюдается дефицит электронной компонентной базы (ЭКБ) и материалов импортного производства. Помимо этого, многие электрорадиоизделия (ЭРИ) отечественного производства либо имеют неудовлетворяющие современным требованиям массогабаритные характеристики и электрические параметры, либо сняты с производства в виду устаревания технологий. При обеспечении своевременного и бесперебойного изготовления электронных устройств, на предприятиях радиоэлектронной промышленности остро стоит вопрос замены ЭРИ.

С целью автоматизации процесса подбора отсутствующей ЭКБ необходимо применение информационно-аналитической системы (ИАС), содержащей актуальную и стандартизированную информацию, а также способной анализировать спрос предприятий разработчиков радиоэлектронной аппаратуры для импортозамещения и своевременной разработки наиболее требуемой ЭКБ.

На рисунке представлена UML-диаграмма прецедентов использования данной ИАС.

Такие функции как, добавление/изменение/удаление ЭРИ, удаление статистики и работа с БД доступны только администраторам.

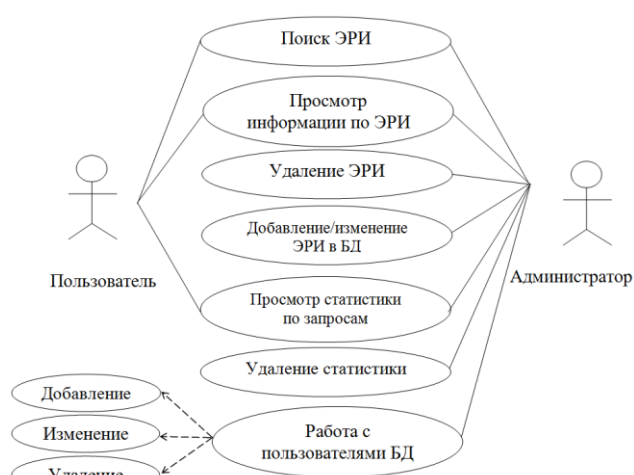


Рисунок. UML-диаграмма прецедентов использования

*Руководитель: старший преподаватель, Песков И.А.*

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Охачкина Ю.С., Гаранин А.Я. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

**Актуальность.** В современном мире наблюдается тенденция цифровизации технических процессов, что вызывает необходимость создавать дополнительные электронные ресурсы. Особенно это заметно в сфере образования, где активно внедряются и используются электронные учебные пособия, помогающие студентам и преподавателям облегчить учебный процесс.

**Цель работы.** Создание методического пособия в цифровом варианте для удобства и практичности использования материалов лабораторного практикума в процессе обучения.

**Основная часть.** При разработке электронного пособия исходная информация была разделена и структурирована на несколько блоков, каждый из которых имеет собственное подразделение на 3 части.

В теоретической части описываются базовые вопросы, лежащие в основе изучаемых процессов, формулируются основные задачи и приводятся необходимые математические зависимости. В целом эта часть соответствует содержанию лекционного материала. Практическая часть посвящена вопросам использования программной среды Matlab для решения поставленных задач. Здесь рассматриваются инструменты системы Matlab, которые могут использоваться при решении, даются рекомендации по выбору необходимых встроенных функций системы. Далее приводятся примеры создания алгоритмов и текстов программ, необходимые пояснения и иллюстрации результатов работы. Третья часть работы содержит задания для самостоятельного выполнения лабораторных работ. Здесь содержатся необходимые данные для выполнения индивидуальных заданий и контроля усвоения изложенного материала.

Такая структурная иерархия позволит студентам понять материал и легко ориентироваться в нём без помощи преподавателя. Также для удобства пользования было создано электронное содержание пособия, помогающее в свою очередь, при навигации. На выходе мы получили электронный лабораторный практикум со структурированной информацией по каждому блоку и удобным для навигации содержанием.

**Вывод.** Таким образом, созданное нами методическое пособие актуально и полезно как для студентов, так и для преподавателя, содержащее информацию и материалы, необходимые для облегчения учебного процесса.

*Руководитель: проф. Бобков С.П.*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ ЧАСТНОГО МЕДИЦИНСКОГО ЦЕНТРА**

Русанов К.И. (2-ой курс Магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одним из способов повышения эффективности работы различных предприятий является моделирование. Его применяют, когда решение проблемы нельзя найти путем проведения экспериментов с реальными объектами. Одним из современных подходов к моделированию является имитационное моделирование. Имитационная модель – это компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение реальной системы во времени, сохраняя логику поведения объекта. Имитационная модель позволяет получать подробную статистику о различных аспектах функционирования исследуемой системы в зависимости от входных данных. Методы имитационного моделирования были использованы нами при анализе работы частного медицинского центра. В качестве инструмента использовалась среда MATLAB-Simulink и библиотека SimEvents.

В ходе исследования были собраны статистические данные по работе специалистов медицинского центра в двух возможных режимах. Последовательный режим, при котором клиенты проходят обязательное медицинское обследование у заранее установленных врачей (например, для получения справки на водительское удостоверение). Параллельный режим, где клиенты приходят на консультацию только к необходимому специалисту. Собранные данные позволили составить математическое описание медицинского центра в виде сети массового обслуживания, и сконструировать соответствующие имитационные модели.

По итогам предварительных имитационных экспериментов были выявлены проблемы в работе центра, основной из которых оказалась невысокая загруженность специалистов. Были предложены меры для улучшения эффективности работы центра, включающие модификацию структуры системы путем частичного объединения параллельного и последовательного режимов работы. Эффективность указанных предложений была проверена серией имитационных экспериментов.

В результате реорганизации структуры системы появилась возможность улучшить экономические показатели ее работы, уменьшить простои сотрудников и увеличить количество заявок, которое может обслужить система.

*Руководитель: д.т.н., проф. Бобков С.П.*

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО SEO ОПТИМИЗАЦИИ

Скрынников В.Е. (4 курс)

*Ивановский государственный химико–технологический университет*

Наличие приложения для SEO специалистов необходимо, поскольку у последних возникает потребность в инструментах, существенно ускоряющих процесс оптимизации. В данной работе рассматривается необходимость разработки ПО, удовлетворяющего потребности команды SEO специалистов.

Несомненно, существуют уже готовые решения для SEO специалистов, потому задача по разработке очередного ПО может показаться избыточной, однако стоит понимать, что наличие большого количества сторонних решений не говорит об их универсальности, напротив, такое положение дел говорит лишь о том, что многим командам SEO специалистов не хватает инструментария отдельно взятого ПО, из-за чего они прибегают к использованию другого ПО — каждая отдельно взятая команда располагает уникальным набором потребностей — на ранжирование сайта влияют множество факторов, которые каждая команда обрабатывает по-своему.

Несмотря на то, что существуют особые правила по продвижению сайта в выдаче у того или иного поискового движка, эти правила условные и обобщенные, потому без SEO специалистов не обойтись. Дело в том, что не существует общей открытой концепции о том, как именно нужно наполнять страницы сайта контентом, в связи с чем, присутствует необходимость в гибкой настройке ПО, предназначенного для сбора информации о смысловом наполнении продвигаемого сайта и сайтов конкурентов, можно сказать, что необходимый инструмент создается на заказ.

В ходе работы была разработана серверная часть приложения, берущая на себя основную нагрузку, обладающая инструментами для составления таблиц, содержащих в себе сравнительную информацию о насыщенности продвигаемого сайта необходимым контентом. Также была создана клиентская часть приложения, служащая для отрисовки полученной информации в читаемом виде.

При разработке инструментов были использованы практики действующей команды SEO специалистов.

Разработанное приложение пользуется спросом и регулярно обновляется и изменяется в зависимости от потребностей команды SEO специалистов.

*Руководитель: ст.преп. Чернявская А.С.*

# **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМИ AGILE-ПРОЕКТОВ (НА МАТЕРИАЛЕ ПРОЕКТА ПО РАЗРАБОТКЕ МОДУЛЯ ГОЛОСОВОГО ОПОВЕЩЕНИЯ ОЧЕРЕДИ)**

Филиппова А. С. Р. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Одним из преимуществ гибких методологий управления разработкой является то, что результат поставляется инкрементально, по частям, и поставки сопровождаются обратной связью, которая способна принести значительную выгоду всем участникам процесса. Декомпозиция общего бэклога значительно углубляет понимание того, как можно ускорить момент наступления финальной поставки. Целью декомпозиции бэклога является получение атомарных задач, которые можно было бы сразу передать в работу специалисту, и не возникло бы дополнительных вопросов и недопониманий касательно того, что и каким путем должно получиться в результате выполнения работы.

На сегодняшний день существует много способов декомпозиции задач, одним из них является построение ментальной карты. Mind map (ментальной картой или интеллект-картой) называют метод организации идей, задач, концепций и любой другой информации. Ментальные карты помогают визуально представлять, структурировать, запоминать и объяснять сложные вещи. Например, составить основные направления, модули проекта, с опорой на которые будет проведена его реализация.

Целью проведенного исследования является демонстрация на производственном примере, как с помощью такого инструмента, как интеллект-карты, можно производить декомпозицию общего бэклога для it-проекта. За основу для декомпозиции был взят реализованный мною в качестве технического инженера-руководителя проект по разработке модуля голосового оповещения электронной очереди.

При подробном рассмотрении у нас появилась возможность убедиться, что основная идея ведения проекта через интеллект-карты — это комплексное планирование с возможностью получения ключевых информационных составляющих с карты без глубокого погружения в процессы и детали (статусы, приоритеты, сроки, риски). Создание ментальных карт является несложной методикой, но достаточно эффективно раскрывающей состав целых частей в зависимости от целей и стороны подхода к делению их на составные.

*Руководитель: доцент, канд. экон. наук Е. Г. Белоконская*

# **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СЕТЕВЫХ АТАК НА УСТРОЙСТВА, ВХОДЯЩИЕ В ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ**

Чувикин П.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Данная работа посвящена определению факта сетевых атак методами машинного обучения.

Рассматривается как задача бинарной классификации (нормальный и вредоносный трафик) и как задача многоклассовой классификации с определением класса сетевой атаки.

В качестве методов машинного обучения для выявления сетевых атак выбраны деревья решений и нейронные сети.

Для построения моделей использованы аналитическая платформа Deductor Studio и публичный набор данных UNSW-NB15, содержащий нормальный сетевой трафик и девять категорий атак: Fuzzers, Analysis, Backdoors, DoS, Exploits, Generic, Reconnaissance, Shellcode и Worms.

Экспериментально определены оптимальные параметры для рассматриваемых методов машинного обучения, произведен сравнительный анализ результатов обучения и тестирования полученных моделей.

Модели деревьев решений отлично справляются с многоклассовой классификацией сетевого трафика (точность 97,22%). Деревья решений намного превосходят нейронные сети по скорости обучения и по результатам многоклассовой классификации трафика.

Модели нейронных сетей неудовлетворительно определяли класс Fuzzers, который по признакам и последствиям близок с другими классами и класс Worms, примеров которого мало в обучающей выборке. Для исключения этих ошибок требуется наличие более сбалансированного обучающего набора или использование моделей бинарной классификации, которые показывают хорошие результаты определения наличия сетевой атаки. Наилучшую точность 94,55% показала бинарная модель нейронных сетей на основе многослойного персептрона с двумя скрытыми слоями по 35 нейронов каждый.

Полученные модели деревьев решений и нейронных сетей бинарной классификации применимы для систем обнаружения сетевых атак на устройствах, входящие в интернет вещей. Предлагаю совместное использование этих двух методов машинного обучения для обнаружения вредоносного трафика в сети.

*Руководитель: к.ф-м.н., доц. Филимонов А.В.*



**Секция 31. Мастерская многополярного мира  
естественных и технических наук: поиск, познание,  
творчество**

## ШКОЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АКЦИИ

Асташова В.Э. (9 класс)

*Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя  
общеобразовательная школа № 20 г. Шуя*

Человек оставляет после себя большое количество отходов: бумага, пластик, батарейки. Что делать с этим в больших количествах?

Вред батареек для окружающей среды достаточно серьезный. По окончании службы, маленький источник питания отправляется в мусорное ведро, мусоропровод. Дальше с помощью мусоровоза батарея перемещается на свалку. Идет время, батарея начинает разлагаться, выделяя вредные вещества. Они наносят огромный вред экологии и человеку.

Переработка макулатуры снижает необходимость в вырубке лесов для производства различных видов бумаги и картона.

Ведь бумага и картон – это спрессованная и высушенная масса, состоящая из древесной целлюлозы (нерастворимого в воде вещества, главного компонента клеточных оболочек наземных растений) и клея, соединяющего волокна в одно целое.

Целью данной работы стала популяризация экологического просвещения в школе.

Для достижения данной цели были прославлены следующие задачи:

1. проведение эксперимента биотестирования для того, чтобы оценить возможный вред от батареек;
2. провести открытые уроки в школе и на городском уровне привлечь в переработке таких отходов как батарейки, а так же привлечь внимание СМИ к проблеме отходов;
3. провести школьные акции по сбору макулатуры и батареек;
4. представить актуальную замену старой одежде, что бы она ни попадала на свалку.

Заключение:

Проведен эксперимент биотестирования на растениях, где экспериментально удалось доказать, что если в почве находится батарейка, растение растет хуже, листья желтеют.

На базе школы, организован пункт для утилизации батареек, любой желающий может поместить батарейки в канистру и тем самым помочь экологии.

Школьники активно участвуют в экологических акциях, таких как сбор макулатуры и батареек.

На данный момент в городе идет привлечение к проблеме экологии с помощью СМИ.

*Руководитель: учитель химии, Алексеева Е.С.*

## ПРИМЕНЕНИЕ БЫТОВЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ Г. ИВАНОВО

Басаева М.М. (10 класс)  
МБОУ «СШ № 1», г. Иваново

В некоторых населённых пунктах РФ наблюдается неблагоприятное состояние источников централизованного водоснабжения. Во многих городах это связано с наличием устаревшего оборудования для очистки и обеззараживания воды или их отсутствие, а также устаревшая сеть водопроводных конструкций. В связи с этим *целью работы* было рассмотреть эффективность работы бытовых фильтрующих устройств, используемых для доочистки водопроводной воды в домашних условиях.

*Объектом исследования* была водопроводная вода г. Иваново. Пробы были отобраны в холодный период 2021, 2022 и 2023 гг. В работе рассмотрены и изучены многоступенчатые фильтрующие установки «Аквафор», основанные на методе обратного осмоса. Кроме того, установки включают фильтр механической и сорбционной очистки.

Фильтрующая установка №1 Аквафор КЗ-КН-К7 также включает многоступенчатую систему очистки: КЗ-модуль для очистки крупных взвесей и растворённых частиц ржавчины. Регенерируемый картридж-КН для воды умеренной или средней жёсткости (до 4 мг-экв/л). Снижает образование накипи и хлопьев при кипячении воды. К7-картридж глубокой очистки воды. Карбонблок (мелко склеенные между собой частицы активированного угля) с ионообменным волокном Аквален поглощает и задерживает соединения тяжёлых металлов.

Фильтрующая установка №2 «Аквацентр» включает 5 картриджей: 1 ступень состоит из 3 фильтрующих элементов глубокой очистки, очищает воду от грубых осадочных и механических примесей, а также микрочастиц; 2 ступень – сорбционная очистка на основе активированного угля, который способен удалять остаточный хлор, сероводород, соединения тяжёлых металлов; 3 ступень состоит из тройного фильтра тонкой очистки и умягчающего фильтра; 4 ступень – обратноосмотическая мембрана, способствует устранению органических загрязнителей, солей тяжёлых металлов (включая железо, ртуть, марганец, мышьяк и т.д.); 5 ступень удаляет растворённые в воде газы и способствует устранению неприятных запахов.

Результаты химического анализа показали, что при работе установки на предельном значении объёма пропускания воды, указанного изготовителем, эффективность очистки незначительная. Таким образом, рекомендована более частая замена сменных модулей, входящих в состав очистительного оборудования.

*Руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А.*

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ПОДЗЕМНОЙ ВОДЫ

Батманов Б.О. (10 класс)

МБОУ "СШ № 26 с углублённым изучением предметов  
естественнонаучного цикла", г. Иваново

Вода – важнейший ресурс человечества. Источники воды могут быть загрязнены различными поллютантами, что может вызывать хронические заболевания у населения, которое употребляет эту воду в питьевых целях.

В связи с вышеизложенным, **целью работы** являлось определение показателей физико-химического состава подземных вод в г. Иваново. В работе были поставлены следующие **задачи**: 1. Провести химический анализ проб воды. 2. Оценить качество исследованных образцов воды на соответствие нормативным санитарно-гигиеническим требованиям. 3. Сравнить пробы между собой и выявить наиболее безопасный источник питьевого водоснабжения.

Для исследования были отобраны образцы воды из частной скважины в г. Иваново, д. Афанасово (глубина скважины 13 м), в д. Игнатиha (глубина скважины 27), а также городской системы водопровода (ул. Солнечная, д. Беяницы). Контроль качества воды осуществлялся следующим показателям: органолептическим (запах, привкус, цветность, мутность); обобщенным (рН, жёсткость); содержанию  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ . Для определения вышеперечисленных показателей использовались различные стандартные методы химического и физико-химического анализа, в том числе: потенциометрический, титриметрический, гравиметрический и фотометрический.

Показатели химического состава образцов воды

Определяемый показатель	Наименование пробы воды			ПДК пит
	Водопровод (д. Беяницы)	Скважина (д. Афанасово)	Скважина (д. Игнатиha)	
рН, ед. рН	$7,31 \pm 0,01$	$6,54 \pm 0,01$	$7,36 \pm 0,01$	6,0 – 9,0
Жесткость, мг-экв/л	$3,3 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,8$	$4,7 \pm 0,8$	(7,0)
Хлориды ( $\text{Cl}^-$ ), мг/л	$21,3 \pm 4,2$	$25,8 \pm 7,4$	$5,3 \pm 7,4$	350
Сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), мг/л	$16,5 \pm 1,2$	$5,3 \pm 6,0$	$20,0 \pm 6,0$	500
Нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ), мг/л	$0,064 \pm 1 \cdot 10^{-3}$	$0,107 \pm 1 \cdot 10^{-3}$	$0,095 \pm 1 \cdot 10^{-3}$	3,3
Ион аммония ( $\text{NH}_4^+$ ), мг/л	Н/О	Н/О	$0,05 \pm 0,01$	2,0
Железо ( $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ), мг/л	Н/О	Н/О	<b><math>1,65 \pm 0,05</math></b>	0,3

Результаты исследования показали, что исследованные образцы воды соответствует нормативным требованиям по контролируемым показателям, за исключением содержания соединений железа в воде д. Игнатиha.

Руководитель: к.х.н., доц. Буймова С.А.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ КОНВЕРСИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА ВОДЯНЫМ ПАРОМ

Берегова Н.В. (10 класс), Куликов М.М. (4курс)

*Ивановский государственный химико-технологический  
университет, ФГБОУ МЦО "Интердом им. Е.Д. Стасовой"*

В настоящее время развитие химической технологии диктует жесткие требования к качеству продукции. Замена существующих катализаторов средне- и низкотемпературной конверсии монооксида углерода водяным паром зарубежного производства на высокоселективные аналоги, разработанные в ФГБОУ ВО «ИГХТУ», наиболее актуальна.

Следует отметить, что внедрение российских аналогов оксидных катализаторов СТК (Fe-Ca) и НТК (Cu-Zn), обладающих высокой активностью и селективностью (низкометанольные катализаторы), не содержащих в своем составе токсичных соединений хрома может быть хорошей альтернативой.

Проблемы, которые решает наш проект:

1. Зависимость производства от зарубежных катализаторов;
2. Уменьшение высокого содержания метанола в паровом конденсате
3. Наличие в составе СТК токсичных соединений хрома.

Рынок по выпуску катализаторов на территории РФ с каждым годом совершенствуется, на данный эффект оказывают влияние следующие факторы:

1. Увеличение численности населения, как следствие потребность в минеральных удобрениях возрастает;
2. Сложившаяся экономическая ситуация в стране, повышение цен на зарубежные аналоги и логистические проблемы;
3. Экспорт природного газа снизился, тем самым больше газа остается в стране и как следствие увеличение аммиачных, метанольных, формальдегидных производств.

Использование водорода, как полупродукта в химической отрасли распределилось следующим образом: Синтез Аммиака (55%), Гидрирование и гидрокрекинг нефтепродуктов (17%), Синтез Метанола (13%), Органический синтез, металлургия и пр. (8%), Гидроочистка (5%), Синтез Соляной кислоты (1-2%)

В работе было установлено, что при использовании синтезированного катализатора на промышленной установке в производстве аммиака мощностью 1500 т/сут, получили следующие показатели: стоимость катализатора на 30% ниже, чем при загрузке в аппарат европейского аналога происходит выхода целевого продукта на 5,8 тонн, увеличение прибыли на 23%.

*Руководители: д.т.н., проф. Ильин А.А.,  
учитель химии Крылова О.М.*

# **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕДЬЦИНКАЛЮМИНИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДАМИ ТЕРМОПРОГРАММИРУЕМОЙ ДЕСОРБЦИИ ГАЗОВ**

Опурина П. А.  
МБОУ СШ 19, Иваново

Медьсодержащие катализаторы используются в таких важных каталитических процессах как конверсия оксида углерода водяным паром в производстве аммиака, синтез метанола и высших спиртов, синтез предельных и непредельных углеводородов, гидрирование и дегидрирование органических соединений.

Настоящая работа, посвящена исследованию свойств медьсодержащих оксидных катализаторов на стадии низкотемпературной конверсии монооксида углерода в производстве аммиака.

Для достижения заданной цели необходимо изучить структуру и состав промышленного низкотемпературного катализатора ICI Katalko 83-3MX. Исследование проводили на Хемосорбционном анализаторе - Хемосорб предназначен для комплексного исследования катализаторов методами температурно-программируемого восстановления (ТПВ), температурно-программируемого окисления (ТПО), температурно-программируемой десорбции (ТПД) и импульсного титрования

Метод заключается в регистрации изменений количества водорода в смеси до и после пропускания ее через катализатор при программированном восстановлении.

В работе изучены восстановительные свойства меди в низкотемпературном катализаторе методом термопрограммированного восстановления.

Определена активная поверхность. Для катализатора ICI katalko 83-3MX сорбционный объем составляет 651,17 мкл, активная поверхность меди 17,50 м<sup>2</sup>/г, дисперсность 2,7%, размер частиц 38,445 нм.

*Руководитель: Борисова О.А., доцент, к.т.н.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА И ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Буймов С.Д. (8 класс)  
МБОУ СШ № 28, г. Иваново

Металлы и металлические сплавы являются основными проводниковыми материалами, которые широко используются в электронной технике. Прохождение электрического тока в них обусловлено движением электронов, поэтому металлы и сплавы относятся к проводникам с электронной проводимостью или проводникам первого рода. Сила тока в цепи зависит не только от напряжения, но и от свойств проводников, включённых в цепь. Разные проводники обладают различным сопротивлением (противодействием электрическому току). Причиной сопротивления является взаимодействие движущихся электронов с ионами кристаллической решётки. Сопротивление проводника – величина постоянная для данного проводника и не зависит ни от напряжения, ни от силы тока. При этом сопротивление прямо пропорционально длине проводника, обратно пропорционально площади его поперечного сечения и зависит от вещества, из которого изготовлен проводник.

Наименьшим удельным сопротивлением обладают серебро (Ag) и медь (Cu), поэтому они лучшие проводники электричества. При проводке электрических цепей используют алюминиевые, медные и железные провода. В качестве изоляторов можно применять, например, эбонит (каучук с большой примесью серы), т.к. он обладает большим удельным сопротивлением.

*Цель работы* – исследовать температурную зависимость сопротивления проводника и определить температурный коэффициент удельного сопротивления.

Для реализации цели были поставлены следующие *задачи*: 1. Изучить теоретический материал по данной теме. 2. Собрать установку и провести эксперимент. 3. Обработать и проанализировать полученные экспериментальные данные.

Удельное сопротивление вещества – это физическая величина, которая определяет сопротивление проводника из данного вещества длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 м<sup>2</sup>. Результаты проведённого эксперимента показали, что сопротивление проводника увеличивается с ростом температуры, что характерно для металлов.

Было выявлено, что в исследуемом плёночным резисторе материалом проводника является платина.

*Руководитель: к.ф.-м.н., доц. Иванов А.Н.*

## СОЗДАНИЕ ПОДГЛАЗУРНОЙ ПАСТЕЛИ ДЛЯ РИСУНКОВ В КАРАНДАШНО –ПАСТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Бушуева С.Е., Бикметова М.В. (химический лицей при ИГХТУ)  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Керамическая пастель — это цветные карандаши, содержащие в своем составе наполнитель, например каолин или глину, а также краситель — подглазурную краску или красящие окислы металлов. Связующими веществами служат гуммиарабик, казеиновый клей, воск или декстрин.

Пастели - удобный инструмент для создания четкого карандашного рисунка, для прорисовки контура в подглазурной росписи, для личной авторской подписи, для пометок образцов и для многих других целей.

Керамическая пастель обладает некоторой твердостью, рисунок наносят на изделие прошедший утильный обжиг, а не на сырец (необожжённое изделие). Тонкие линии получаются хорошо, для более жирных линий или для заштриховки площади следует смочить утильную поверхность водой или смесью воды с глицерином. Оставшиеся крошки в процессе росписи пастели по керамическому изделию собираются в отдельный контейнер, т. к. их легко раздробить и использовать для дальше для декорирования.

Для разработки подглазурной пастели взяли: коричневый пигмент, каолин, декстрин, флюс и глазурь. Все ингредиенты хорошо перемешали, после добавили небольшое количество воды, чтобы консистенция получилась на вид густой сметаны. Для придания формы мелка, была выбрана гипсовая форма с вырезанным углублением, в которую заливалась основа пастели (рис. 1). Когда мелок высох (рис.2) можно приступать к апробированию данного состава на керамической тарелке (Рис. 3).

		
Рис. 1 Гипсовая форма с мелком	Рис. 2 Готовая пастель	Рис. 3 Роспись на тарелке

Декорированные изделия далее покрываются прозрачной глазурью и отправляются на обжиг при температуре 1050 °С

*Руководитель: ст.пр. Ленивцева Е.А*



# **МОДИФИКАЦИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ, КАК ЛЕКАРСТВЕННОГО СРЕДСТВА МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОЙ**

Никольская А.В.; Ветчинов Н.О. (10 класс)  
*МАОУ лицей №21 г. Иваново*

Актуальность темы работы определяется тем, что в развитых странах пищевое поведение людей радикально изменилось. В пище преобладают энергетически насыщенные продукты с высоким содержанием жиров, углеводов. Катастрофически не хватает клетчатки, что приводит к ряду заболеваний. На российском рынке представлен только один препарат для восполнения дефицита клетчатки - «Анكير-б» от ЗАО «Эвалар», содержащий в своей составе 500 мг микрокристаллической целлюлозы [1]. Не предусматривает того факта, что микрокристаллическая целлюлоза обладает свойством выводить водорастворимые витамины (всасываются в тонком кишечнике) [2].

Целью работы было рассмотрение свойств клетчатки и признаков её дефицита. Изучения строения и элементного состава МКЦ, добавление в неё аскорбиновой кислоты, выявление преимуществ наноцеллюлозы перед МКЦ и поиск наиболее подходящего метода её синтеза.

Объектом исследования была чистая микрокристаллическая и микрокристаллическая целлюлоза, модифицированная аскорбиновой кислотой.

Методами исследования являлись электронная микроскопия и элементный анализ.

Мы получили лёгкое порошкообразное вещество с нейтральным запахом, химическая реакция между аскорбиновой кислотой и целлюлозой невозможна, даже в водной среде. Данной вещество может применяться, как БАД для безопасного восполнения дефицита грубых пищевых волокон. По такому же алгоритму можно добавлять в МКЦ и другие водорастворимые витамины.

Литература:

- 1) URL: <https://shop.evalar.ru/catalog/pokhudenie-i-kontrol-vesa/mkts-ankir-b-tsellyuloza-mikrokristallicheskaya/>Официальный сайт ЗАО «Эвалар»/ «МКЦ – Анكير б».
- 2) URL: <https://okbtver.ru/novosti/bolshoe-kolichestvo-kletchatki-v-ratsione-polza-ili-vred/> Врач-терапевт клиники «РЖД-Медицина» г. Тверь Александра Кожевникова /«Большое количество клетчатки: польза или вред? ».

*Руководитель: к.х.н., доцент Фомина Н.А.*

## МОНИТОРИНГ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ТЕЗА

Власкина В.А. (8а класс)

*Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя  
общеобразовательная школа № 20 г. Шуя*

Во всех развитых странах качество воды является предметом особого внимания государственных органов, общественных движений, средств массовой информации и широких слоев населения. На качество воды отрицательно влияет не только отходы промышленности, стоки с сельскохозяйственных полей, разливы нефтепродуктов из-за аварий и катастроф, но и загрязнения прошлых лет – свалки отходов и бытового мусора, захоронения отходов, законсервированные опасные объекты и т.п.

Благодаря тому, что вода является универсальным растворителем, реки и их притоки способны аккумулировать загрязнения с огромной площади.

Целью работы стал мониторинг уровня загрязнения реки Теза в г. Шуя.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Проведение мониторинга реки в четырех точек, для наблюдения за изменением концентрации химических показателей.
2. Сравнение полученных данных с нормами предельно допустимых концентраций для объектов рыбохозяйственного водопользования.
3. Рассмотреть случаи экологического загрязнения реки Теза.

Объектом исследования являлась река Теза в городе Шуя. Пробы воды отбирались в четырех точках города: «Северные», «Пристань», «АО ХБК Шуйские ситцы» и «Филино» в январе 2023 года. Контроль проб осуществлялся по следующим показателям:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , водородный показатель.

Результаты показали превышения по всем показателям кроме  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  однако замечена динамика изменения показателей в зависимости от местоположения

*Руководители: учитель химии, Алексеева Е.С.,  
к.х.н., доцент ИГХТУ Буймова С.А.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Волкова Ю.М., Загорюкина А.Е., Борзова А.А. (10 класс)  
*Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя  
общеобразовательная школа № 20 г.Шуя*

Молоко - полноценный и полезный продукт питания. Оно содержит все необходимые для жизни питательные вещества. Естественное назначение молока в природе заключается в обеспечении питанием молодого организма после рождения. Молоко - самый распространённый продукт питания в современном обществе

В последнее время все большую актуальность на рынке производства приобретает проблема несоответствия качества товара установленным критериям.

Цель работы – исследование качества молока различных производителей, реализуемого на потребительском рынке города Шуя.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. сбор теоретической информации;
2. проведение социального опроса среди разных групп населения;
3. анализ полученных данных;
4. проведение химического эксперимента в рамках школьной лаборатории.

Был изучен ассортимент молочной продукции в разных магазинах города Шуя, таких как «Магнит», «Главмаг», «Пятерочка». Проведен социальный опрос в стенах школы, а также у разных слоев населения.

В рамках школьной лаборатории проведен органолептический анализ, а также анализ по показателям качества кислотность, методом титрования и плотность с помощью ареометра.

Данные сравнили с данными ГОСТ 31450-2013 «Молоко питьевое. Технические условия».

*Руководитель: учитель химии, Алексеева Е.С.*

# СИНТЕЗ КОМПЛЕКСА МЕДИ (II) НА ОСНОВЕ КЕТОПРОФЕНА И ПИРИДИНА

Голованова Е.С., Заводова В.А. (10 класс)  
Муниципальное общеобразовательное учреждение  
"Средняя школа № 18" (г. Ярославль)

Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) обладают противовоспалительным, противоболевым и жаропонижающим действием, но их применение сопряжено с нарушениями со стороны желудочно-кишечного тракта, что связано с наличием кислотной группы в их структуре. Образование комплексов меди (II) на основе НПВС повышает их активность и снижает побочное действие, что использовалось в ряде фармацевтических препаратов за рубежом. Опыта разработки и практического применения таких комплексов в России не описано. В связи с этим, представляет интерес разработка методов синтеза комплексов меди (II) на основе НПВС и подтверждение их состава.

В качестве модельного лекарственного средства мы выбрали кетопрофен (Ket). Выделение активной субстанции осуществлялось из коммерческого препарата «Кетопрофен» производства АО «Вертекс» (Россия, таблетки, 100 мг). Синтез комплекса меди (II) с кетопрофеном проводился в ацетонитриле при мольном соотношении кетопрофен/ацетат меди (II), равном 2 к 1 [1]. Дополнительно для комплексообразования в реакционную систему добавлялся пиридин, выступающий в качестве дополнительного лиганда. Выделение продукта осуществлялось медленным испарением растворителя при комнатной температуре, при котором происходила кристаллизация комплекса. Оставшаяся часть растворителя отделялась декантированием, а полученные кристаллы затем высушивались при температуре 60-70 °С. Образование комплекса подтверждалось методами ИК- и УФ-спектроскопии.



## Литература

1. *Dimiza F.* Non-steroidal antiinflammatory drug–copper(II) complexes: Structure and biological perspectives / F. Dimiza, Fountoulaki S., Papadopoulos A.N. et al. // Dalton Trans. 2011. Vol. 40. P. 8555.

*Руководитель: к.х.н., доцент Красникова Н.В.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ МЕТОДОМ ТИТРОВАНИЯ

Гуслова П.А., (8 класс), Чиркова Д.А., (8 класс)  
*Ивановский район, МБОУ «Новоталицкая СШ»*

**Актуальность работы** заключается в том, что каждый человек должен знать о том, является ли вода, которую он использует, жесткой или мягкой. Жесткость воды влияет на здоровье человека. Излишне жесткая вода может быть причиной некоторых заболеваний, например: камней в почках, желчном пузыре, шелушении и сухости кожи. Кроме того, жесткость воды нужно учитывать при эксплуатации бытовых приборов. Частое употребление мягкой воды может привести к тому, что из организма начнут вымываться полезные микроэлементы: кальций, магний, калий. Прежде всего, это опасно для костей, крепость которых зависит от наличия кальция и микроэлементов, обеспечивающих нормальную работу нашего организма. Также установлено, что в связи с низким уровнем минерализации мягкая вода обладает неудовлетворительными органолептическими свойствами и оказывает неблагоприятное воздействие на водно-солевой обмен.

**Цель:** Определить жесткость воды из различных источников с.Новоталицы.

**Задачи:**

1. Изучить литературу по данному вопросу.
2. Определить жёсткость воды из разных источников с.Новоталицы.
3. Сделать выводы.

Для определения жесткости воды были применены следующие методики:

1. **Титрование с помощью соляной кислоты.** Расчет жесткости воды проводился по формуле:

$$Ж_{\text{врем}} = \frac{C_{\text{н}}(HCl) \cdot V_{\text{сред}}(HCl)}{V(H_2O)}$$

2. **Титрование мыльным раствором.** Данная методика основана на титровании пробы воды мыльным раствором. Выводы о жесткости воды проводились по времени оседания пены – в жесткой воде пена оседает быстрее с образованием мыльных хлопьев.

Для эксперимента использовалась вода источников с.Ново-Талицы. Все опыты проводились в трех повторностях. Полученные результаты заносились в таблицы. На основе полученных результатов делались выводы и заключения.

*Руководитель: учитель химии, высшей квалификационной категории  
МБОУ «Новоталицкая СШ» Завьялова Е.Б.*



## **БИЗНЕС-ПЛАН ПО РАЗВЕДЕНИЮ ВИНОГРАДНЫХ УЛИТОК**

Елисеева В.К. (10 класс)

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение лицей №21*

В данной работе рассмотрен план создания фермы по разведению Виноградных улиток

*Руководитель: преподаватель кафедры Информационных технологий и цифровой экономики Пушкина Н.Н.*

## УДАЛЕНИЕ НИТРАТА АММОНИЯ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА

Зайцева Е.П., Василенко К.Н. (11 класс, школа №26 г.Иваново)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Вода – важнейший природный ресурс и её загрязнение представляет серьёзную экологическую проблему. Одной из вредных примесей, содержащихся в воде, является аммиачная селитра (нитрат аммония,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), которая широко применяется в сельском хозяйстве в качестве азотного удобрения и ежегодно производится в больших количествах.

В качестве метода обессоливания в работе был рассмотрен электродиализ. Цель работы заключалась в исследовании эффективности процесса на основе экспериментов по изучению влияния величины разницы потенциалов на электродах, начальной концентрации и расходов раствора. Также был проведён сравнительный анализ электродиализа с дистилляцией и ионным обменом.

Эксперименты проводились на лабораторной установке, состоящей из трёхкамерного электродиализатора с ионоселективными мембранами, регулируемого источника постоянного тока, центробежных насосов и контрольных приборов для измерения электропроводности электролита.

Проведённая серия экспериментов показала, что наиболее эффективно обессоливание протекает при начальной концентрации 2 г/л и напряжении 14 В. Изучение влияния расходов раствора привело к противоречивым результатам и требует проведения дополнительных исследований.

Для оценки энергоэффективности электродиализа было рассчитано количество электроэнергии, необходимого для дистилляции 1 м<sup>3</sup> воды. Для нагрева и испарение 1 кг потребуется 2595 кДж/кг  $\approx$  721 кВт·ч/м<sup>3</sup>. На электродиализ затрачивается на 2 порядка меньше энергии.

Для сопоставления эффективности электродиализа с ионным обменом были посчитаны стоимость очистки 1 м<sup>3</sup> воды, стоимость расходов на воду, общие расходы на все операции и суммарные расходы на очистку воды ионным обменом. Результаты показали, что стоимость электродиализа меньше стоимости ионного обмена практически на 1 порядок.

Проведённые эксперименты и расчёты показали, что электродиализ является эффективным методом очистки сточных вод от нитрата аммония.

*Руководитель: к.х.н. Романенко Ю.Е.*



## МОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ 18-КРАУН-6 С L-КАРНОЗИНОМ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Зеленова Н.А. (10 класс)

*Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение СОШ №26*

Необходимость разработки новых фармацевтических композиций для улучшения биодоступности является достаточно актуальным в наше время. Достижение перечисленных требований, предъявляемых к современным инновационным препаратам, может быть достигнуто путем комплексообразования фармакологически активных молекул скраун-эффирами.

Краун-эффиры способны образовывать водорастворимые комплексы с гидрофобными биомолекулами. На основании ранее проведенных исследований по влиянию различных растворителей на процессы образования комплексных соединений, можно предположить, что изменение состава растворителей позволит получить более устойчивые молекулярные комплексы, образование которых в воде невозможно.

Целью данной работы было методом изотермической калориметрии титрования определить термодинамические параметры реакции молекулярного связывания L-карнозина (L-Carn) с краун-эфиром 18-краун-6 (18K6).

### **Задачи работы:**

1. Изучить литературу по данной теме.
2. Ознакомиться на практике с методом изотермической калориметрии титрования, применяемым для исследований.
3. Исследовать взаимодействие между 18-краун-6 и L-карнозином (бета-аланил-L-гистидином) в водном растворе методом изотермической калориметрии титрования.

**Научная новизна** полученных результатов состоит в том, что в работе впервые определены устойчивость [L-Carn 18K6], изменение энергии Гиббса, изменение энтальпии и изменение энтропии реакции образования комплекса [L-Carn 18K6] в воде. Сравнительный анализ термодинамических параметров реакций образования комплексов 18K6 с L-Carn с L-аланином показывает, что наличие в структуре L-Carn гистидинового фрагмента приводит к повышению устойчивости молекулярного комплекса и к уменьшению экзотермичности комплексообразования.

### **Литература:**

1. Т.Р.Усачева, В.А.Шарнин//Известия Академии наук. Серия химическая. - 2015.-№11.-С.2536-2544

*Руководитель: Сатурина Е.В, студент 2 курса бакалавриата.*

## ДЕКОРАТИВНАЯ ОТДЕЛКА АЛЮМИНИЯ «ИСКРИТ»

Иванова А.С., Сеськин В.И. (10 класс)

*МАОУ Лицей №21, г. Иваново*

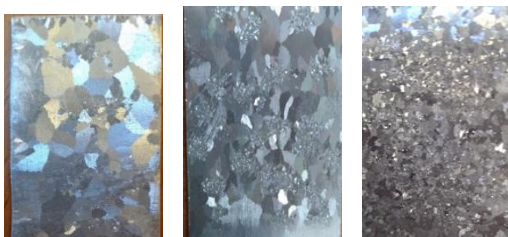
Работа посвящена исследованию процесса декоративной отделки алюминия «Искрит».

В настоящее время металлические покрытия используют не только для защиты материалов от коррозии и придания им определенных функциональных свойств, но и с целью обеспечения декоративного внешнего вида различных изделий. В частности, это нанесение текстурированных металлолаковых покрытий (ТМП). Такие покрытия применяют для декорирования приборов, электроосветительной арматуры, спортивных кубков, предметов интерьера и т.п.

Мы выбрали для исследования способ - получение текстурированного покрытия при помощи образования кристаллического узора на поверхности металла. Такая технология применима для отделки алюминия и некоторых его сплавов. Деформированный алюминий способен к рекристаллизации, что в зависимости от различных режимов обработки позволяет получать на его поверхности весьма декоративные кристаллические композиции.

Покрытие «искрит» получали последовательным проведением трех операций: 1)создавали внутренние напряжения в металле ударами молотка по поверхности; 2)проводили отжиг образцов при температуре 550-600 °С в течение 10-30 минут; 3)проявляли кристаллический узор на поверхности путем травления в специальном растворе в течение 5–10 мин при комнатной температуре. Полученный узор защищали бесцветной лаковой пленкой.

Было установлено, что рисунок, получающийся в результате декоративной обработки алюминия, зависит от многих факторов. А именно: величина рекристаллизованного зерна тем больше, чем меньше степень предварительной деформации, чем выше температура и больше продолжительность отжига.



*Руководитель: к.х.н., доцент Ершова Т.В.*

## ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА

Кириянов А.Д.  
(10 класс, МОУ СОШ № 20, г. Шуя)

В связи с расширяющимся загрязнением источников воды, ростом населения, освоением новых территорий встаёт задача искусственного получения пресной воды. В прибрежных районах этого достигают с помощью опреснения морской воды.

Основным растворённым компонентом морской воды является хлорид натрия. Передозировка хлорида натрия может привести к хлоридному ацидозу, гипергидратации, увеличению выведения калия из организма и другим неприятным последствиям.

Для очистки воды от растворённых солей разработано множество методов. Одним из них является электродиализ, представляющий собой разделение растворённых веществ, основанное на их электролитической диссоциации и переносе образовавшихся ионов через мембрану под действием разности потенциалов, создаваемой в растворе по обе стороны мембраны, один из способов удаления растворённых солей.

Цель работы заключалась в изучении эффективности удаления хлорида натрия из раствора электродиализом. Исследовалось влияние напряжения на электродах и скорости движения раствора в аппарате на протекание процесса разделения.

Исследования проводили на лабораторной установке, состоящей из трехкамерного электродиализатора с анионообменной мембраной МА-40 и катионообменной мембраной МК-40, регулируемого источника постоянного тока, центробежных насосов и контрольных приборов для измерения электропроводности электролита. Длительность экспериментов составляла 1 час.

Проведённая серия экспериментов показала, что электродиализ эффективен (по количеству удалённой соли) в широком интервале напряжений: от 13 до 15 В. Влияние скорости движения раствора на эффективность очистки носило нелинейный характер, что требует проведения дополнительных исследований.

Напряжение $U$ , В	12	13	14	15	14	14	14
Начальная концентрация $C_0$ , г/л	1	1	1	1	2	2	2
Скорость $W$ , м/с	0,17	0,17	0,17	0,18	0,11	0,17	0,23
Масса удалённой соли $m_z$ , г	0,25	0,31	0,31	0,34	1,06	0,60	0,79
Масса по закону Фарадея $m_T$ , г	0,49	0,64	0,63	0,70	1,77	1,25	1,52
Выход по току $\eta$	0,51	0,48	0,49	0,49	0,60	0,48	0,52

Научный руководитель: Романенко Ю.Е., к.х.н., доцент кафедры ПиАХТ

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ МЕДНЕНИЕ И ТОНИРОВАНИЕ. ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА

Козлова М.С. (10 класс)

*Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя  
общеобразовательная школа № 20 г.Шуя*

Процесс гальванопластики сильно ушёл в промышленность, и мало кем рассматривается для художественной продукции, а тем более в любительской среде. Работа показывает относительную простоту и дешевизну процесса. Отдельно стоит отметить наглядность и скорость получения результатов эксперимента, что способствует достижению целей исследования.

Гальванопластика - техника получения точных металлических копий с форм путём электроосаждения. Точнее это гальванический способ формования изделий, в процессе которого металл, выделяющийся при электролизе, достигает толщин 0,25-2 мм и воспроизводит форму поверхности, на которой осаждается. В результате покрытие становится самим изделием.

Цель работы – демонстрация процесса электрохимического меднения и тонирования.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. сбор теоретической информации по эксперименту;
2. проведение процесса меднения;
3. проведение процесса тонирования;
4. систематизация и анализ полученных данных эксперимента.

Гальванопластику применяют в тех случаях, когда металлическая деталь имеет очень сложную форму и обычными способами (литьём или механической обработкой) её трудно или невозможно изготовить. Наибольшее распространение гальванопластика получила при изготовлении точных художественных копий небольших скульптур и ювелирных изделий; в технике — при производстве грампластинок, печатных валов, металлических изделий с микронными параметрами.

В заключение можно сказать, что цель исследования была полностью достигнута: была продемонстрирован процесс электрохимического меднения и тонирования. Данный способ был прост в использовании, однако следовало периодически контролировать установку.

В дальнейшем поставлена задача собрать собственную установку для меднения, а так же протестировать различные электролиты. Установка находится на стадии сборки.

*Руководители: учитель химии, Алексеева Е.С.,  
доктор технических наук ИГХТУ, Ершова Т.В.*

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЭТ ПЛАСТИКОВЫХ БУТЫЛОК В ФИЛАМЕНТ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ

Константинов Л.Е., Казаков А.А., Соловьев И.А.  
МБОУ СШ 26, г. Иваново (профильный 10 класс)

**Ежедневно** в мире образуется не менее 3,5 млн тонн твердых бытовых отходов. Поэтому, сейчас особое внимание уделяется экологии и вторичной переработке. Раздельный сбор мусора должен стать для каждого из нас ежедневным обычным занятием, а разработка новых способов переработки пластика в полезные для человека изделия становится актуальной задачей химиков 21 века!

Нами реализован станок по переработке пластика из пластиковых бутылок ПЭТ. Проанализировав существующие схемы станков для переработки пластика из бутылок, мы выбрали технологию, которая заключается в том, что PET бутылку не требуется перемалывать в крошку, а достаточно распустить на ленту, нагреть до 180 градусов и протянуть через hotend-формовщик с помощью лебедки. При такой низкой температуре пластик не выделяет запаха, в отличие от технологии экструзии, где требуется расплавление материала до текучего состояния.

Структурно функциональная схема станка представлена на рис.1.

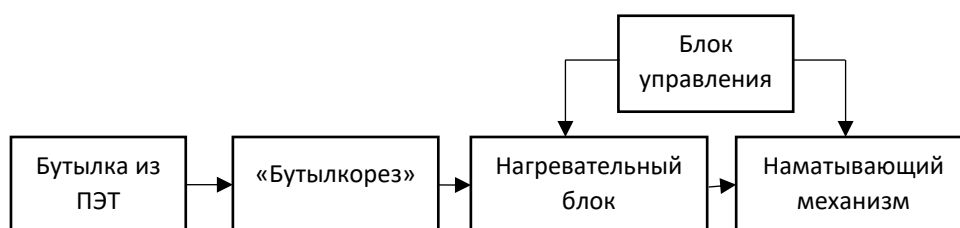


Рис. 1 Функциональная схема станков по переработке пластика

Блок электроники для собранного станка взят от 3d принтера с доработкой его программного обеспечения под задачу обработки пластика. В качестве основы нагревательного блока также выбран блок печатающей головки 3d принтера с рассверливанием выходного отверстия до 1.75 мм, что соответствует диаметру стандартного прутка для печати. После заправки пластика в механизм намотки процесс переработки пластика происходит автоматически и заканчивается при обрыве или окончании ленты.

В результате проделанной работы нам удалось получить филамент из переработанных бутылок и использовать его для печати части конструкционных изделий. Вторичная переработка позволит сократить количество выбрасываемого пластика, преобразовав его в полезные и нужные вещи для человека.

Руководители: к.т.н. Константинов Е. С.,  
к.х.н. Константинова Е.П.

# ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ГЛИНЫ

Крайкина М.Е. (9 класс)

*Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 20 г.Шуя*

Изделия, выполненные из керамики, экологически чистые. Сейчас это очень ценится. Возможно создавать любую уникальную форму — посуда, различные украшения, предметы интерьера. В современном мире появилось много новых материалов, которые человек использует в хозяйственной деятельности и люди забывают о материале, который использовался нашими предками, а именно «керамика», благодаря которой мы узнаём историю развития ремесла. Этот материал имеет огромное значение и сейчас. Узнав историю и важность керамики, было решено самостоятельно изготовить такие изделия.

Цель работы – показать создание изделий из керамики.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. сбор сведений глине и керамических изделиях;
2. в ходе изготовления, необходимо наблюдать как будет изменяться свойство керамической массы от количества добавления флюса;
3. проведение эксперимента;
4. подведение итогов.

Для эксперимента была использована глина Веселовская вблизи г.Артемовска с использованием 4% флюса (флюс керамический №6). Данный вид глины обладает сходными с часов-ярскими глинами свойствами, весьма огнеупорна. Лучшие марки используются для производства фарфоро-фаянсовых изделий,

Ход работы:

1. 100 г перемолотой глины смешивается с 30 мл воды и добавляется 4г флюса, все это смешивается.
2. формируется брусок глиняной массы, все это помещается в пакет с мокрой тряпкой и оставляется на сутки;
3. затем глина тщательно отбивается и формируется ровный брусочек;
4. далее из этой массы уже можно начинать формировать различные изделия.

Прежде чем приступить к изготовлению изделия, необходимо ещё раз хорошенько вымешать глину, что бы внутри не осталось воздушных пузырей. Далее можно приступать делать изделия. В ходе работы, таким образом, было изготовлено несколько видов аксессуаров из керамики.

В дальнейшем планируется изготовить керамическое изделие с добавлением бумажного волокна.

*Руководитель: учитель химии, Алексеева Е.С.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА

Лапшина А.А., 10 класс

*МБОУ "Средняя школа №26 с углубленным изучением предметов  
естественно-научного цикла"*

В данной работе исследовано влияние состава медьсодержащих систем и катализаторов на их основе на каталитические и структурно-механические свойства.

С использованием прибора Сорби измерили удельную поверхность таких образцов.

Методами газовой хроматографии определена удельная поверхность образцов и активная поверхность в зависимости от соотношения  $\text{CuO}:\text{ZnO}$ , которое варьировалось в пределах 30-70% для меди и цинка – 70-30%. Так, минимальная величина удельной поверхности соответствует образцу с соотношением  $\text{Cu}:\text{Zn}=40:60$  и составляет  $70 \text{ м}^2/\text{г}$ , а максимальной обладает образец с соотношением  $\text{Cu}:\text{Zn}=50:50$  и составляет  $161 \text{ м}^2/\text{г}$ .

Механическая активация образцов изменяет тонкую кристаллическую структуру веществ и химический состав продуктов. Этот метод является весьма перспективным, так как в нем интенсивное измельчение совмещается с повышением реакционной способности поверхности веществ, за счет ее аморфизации и дефектообразования, что приводит к повышению удельной адсорбционной способности и способствует ускорению массообменных процессов.

*Руководитель: Борисова О.А., доцент, к.т.н.*

## УМНЫЙ ГОРОД. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ВЫВОЗА ТБО

Муравьев Н.В., Новожилов Н. А. (9 класс)  
*МБОУ «Лицей №6»*

Жизнедеятельность человека связана с появлением огромного количества разнообразных отходов. Резкий рост потребления в последние десятилетия во всем мире привел к существенному увеличению объемов образования твердых бытовых отходов (ТБО).

В России ежегодно производится около 3,8 млрд. тонн всех видов отходов. Количество ТБО составляет 63 млн., тонн\год (в среднем 445 кг на человека). Состав ТБО: бумага и картон, пищевые отходы, пластмассы, стекло, металлы, текстиль и т.д. Растущие свалки и полный хаос в мусорной теме-одна из самых наболевших в нашей стране проблем. В местах сбора мусора и на полигонах количество отходов растет со страшной скоростью и зачастую мы видим переполненные мусорные контейнеры и стихийно образованные свалки.

**Целью нашей работы** является изучение технологии сбора мусора и разработка модели сбора мусора в муниципалитете.

**Актуальность выбранной темы** состоит в том, что сбор бытового мусора напрямую связан с состоянием нашего здоровья и охраной окружающей среды.

**Проблема** заключается в том, что существующая модель сбора бытового мусора устарела и нуждается в реформировании.

### **Задачи:**

- Провести обзор текущих методов сбора мусора в России;
- Провести опрос на тему «Сбор мусора» и проанализировать его результаты;
- Разработать предложения по организации модели сбора мусора в муниципалитете.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТА С КИПЯЩИМ СЛОЕМ МАТЕРИАЛА

Николаев К.В. (21 лицей г.Иваново, 10 Б класс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Основной проблемой заключительной стадии получения биологически активных веществ (сушки) является их термическая неустойчивость. Такие вещества чувствительны к воздействию температуры и при термообработке теряют свои полезные свойства вследствие окисления и последующего разложения. К таким материалам относятся многие пищевые материалы, витамины и антибиотики, получаемые методом биосинтеза с использованием, например, микроорганизмов – актиномицетов (производства нистатина; пеницилина; стрептомицина).

В качестве объекта исследования выбран процесс термообработки материалов во взвешенном состоянии.

Целями и задачей исследования являлось:

- подобрать уравнения для расчета критических скоростей газа;
- определить допустимую область изменения скорости газового потока;
- построить зависимость сопротивления слоя от скорости в допустимой области;
- проверить точность выбранных уравнений для расчета аппарата.

В качестве метода исследования использовалась практическая работа на экспериментальной установке цилиндрического типа.

В результате работы изучена возможность использования для сушки мицелия нистатина аппаратов с подвижным слоем материала.

*Руководитель: к.т.н., доцент Исаев В.Н.*

## ТЕРМОДИНАМИКА СОРБЦИИ ИОНОВ $\text{Cu(II)}$ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ГИДРОГЕЛЕВЫМ КОМПОЗИТОМ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

Николаева Е.Д. (10 класс, Хим. лицей при ИГХТУ (МБОУ СШ №26))  
*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Известно, что наряду с природой и составом твердого сорбционного материала на эффективность связывания сорбтива из объемной фазы, сорбцию, существенное влияние оказывают параметры гетерофазной системы. К ключевым факторам относят свойства объемной фазы непосредственно: концентрация сорбтива, кислотность, температура. В совокупности, данные параметры значительно изменяют течение процесса сорбции, влияя на его термодинамические показатели. С точки зрения практического применения, знание о влиянии состояния гетерофазной системы на полноту ее разделения необходимо для поддержания постоянства эффективности целевого процесса во времени.

Целью данной работы являлось изучение сорбционных и термодинамических параметров процесса извлечения ионов  $\text{Cu(II)}$  из водных растворов электролитов различной концентрации гидрогелевым композитом на основе хитозана и пирогенного диоксида кремния.

В работе были получены экспериментальные изотермы сорбции ионов  $\text{Cu(II)}$  из водных растворов электролитов различной концентрации при температурах 298, 303, 313, 323 и 333 К на гидрогелевом сорбенте состава «хитозан-диоксид кремния». Рассчитаны сорбционные и термодинамические показатели извлечения ионов  $\text{Cu(II)}$  из водных растворов электролитов в линейных координатах моделей Ленгмюра, Фрейндлиха, Теории объемного заполнения микропор (ТОЗМ при  $n=2$ ) и Темкина. Рассчитанные величины изменения энергии Гиббса адсорбции ( $\Delta G_a < 0$ ) свидетельствуют о самопроизвольном протекании сорбции катионов во всем интервале температур. При этом доказана температурная инвариантность процесса сорбции путем построения характеристических кривых адсорбента в координатах  $\varepsilon = f(V)$ . Получено распределение изостерических теплот адсорбции от изменения величины адсорбции. Показано, что полученный сорбент обладает энергетически неоднородной поверхностью близкой к линейному типу, что коррелирует с применимостью модели Темкина для описания термодинамических параметров процесса.

В дальнейшем планируется сравнение сорбционных и термодинамических характеристик композиционного сорбента с таковыми, характерными для немодифицированного гидрогелевого сорбента. Установление и описание механизмов сорбции d-металлов.

*Научный руководитель: м.н.с., аспирант каф. ТППиБТ Габрин В.А.*

## АНАЛОГ АЗОТИСТЫХ ОСНОВАНИЙ НА ОСНОВЕ 1,4-ДИАЗЕПИНА

Перелетов И.Е. (10 класс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Препараты на основе азотистых оснований не нашли применение в качестве препаратов для антибиотикотерапии и химиотерапии различных заболеваний и инфекций. Материалы на основе данных соединений исследуются в качестве потенциальных агентов для комбинаторной терапии. Среди аналогов азотистых оснований в последние годы привлекают внимание гетероциклические соединения пиразинового семейства, например: пиразинамид (противотуберкулёзный препарат), фавапировир (антибиотик для борьбы против вирусов типа COVID-19, вирусом восточного Нила и др). Недавно для гетероциклов на основе бензодиазепинов были исследованы их антимикробные и антибактериальные свойства и обозначены перспективы их использования в качестве структурно новых аналогов азотистых оснований.

В рамках данной работы нами был получен бензо-1,5-дiazепинон, а также впервые дикарбонитрил на основе 1,4-дiazепинана в результате реакции диаминамалеонитрила и акриловой кислоты. В докладе будут подробно обсуждены детали характеристики соединений. В качестве методов характеристики использовались: хромато-масс-спектрометрия, а также ИК- и  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  ЯМР-спектроскопия.

*Благодарности: работа выполнена в рамках реализации программы «Постдок» в ИГХТУ*

### Литература:

- 1) Nsira A. et al. Regioselective One-Pot Synthesis, Biological Activity and Molecular Docking Studies of Novel Conjugates N-(p-Aryltriazolyl)-1, 5-benzodiazepin-2-ones as Potent Antibacterial and Antifungal Agents // *Molecules* – 2022. – V. 27. – N. 13. – P. 4015.
- 2) Wang L. Z., Li X. Q., An Y. S. 1, 5-Benzodiazepine derivatives as potential antimicrobial agents: design, synthesis, biological evaluation, and structure–activity relationships // *OrgBiomolChem.* – 2015. – V. 13. – N. 19. – P. 5497-5509.

*Руководитель: к.х.н., ст. преп. Скворцов И.А.*

## СОЗДАНИЕ НАТУРАЛЬНОГО МЫЛА

Постнов Н.Е. (10 класс)

Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя  
общеобразовательная школа № 20 г.Шуя

Город Шуя являлась самой крупной мыловарней. В описании Шуйского герба говорится, что этот брус означает «славные, находящиеся в том городе мыльные заводы». Таким образом, золотой брус на Шуйском гербе символизировал собой кусок мыла – продукт едва ли не самого древнего промысла, которым занимались жители Шуи.

*Цель работы* – самостоятельно изготовить мыло.

Для реализации цели были поставлены следующие *задачи*:

1. определиться с составом и рассчитать будущее мыло с помощью мыльного калькулятора;
2. благодаря собранной информации изготовить гидролат и натуральное мыло;
3. создать гидролат и приготовить на основе его мыло;
4. проанализировать работу и полученный продукт;
5. посчитать стоимость получившегося мыла.

В начале эксперимента был приготовлен гидролат на основе крапивы и мяты. Его задача состояла в том, чтобы он дал нашему мылу полезные вещества. Для создания мыла были выбраны масла кокоса, ши, какао (пережир), винограда и пальмы. Необходимое количество взятого сырья было рассчитано с помощью калькулятора. Счет направлен на то, чтобы мыло соответствовало всем критериям, а именно: твердость, очищение, смягчение, пена, йодное число. В качестве запаха у нас выступил эфирное масло апельсин.

Таблица №1. Себестоимость полученного куска мыла

	Цена (р)	Количество (г)	Количество для мыла (г)	Расчет цены (р)
Кокосовое масло	661,5	1000	9,73	6,44
Масло Ши	2670,0	1000	19,80	52,87
Пальмовое масло	330,5	1000	11,82	3,91
Виноградное масло	569,6	1000	8,66	4,93
Какао масло	560,0	1000	5,00	2,80
Щелочь	675,0	1000	5,99	4,04

По итогу работы мыло было изготовлено чисто из масел, никакие другие продукты не были добавлены. Полученный продукт был оценен, возможные ошибки были проанализированные. Несмотря на ошибки, мыло обладает характерным запахом апельсина. Само мыло получилось нужной консистенции.

*Руководители: учитель химии, Алексеева Е.С.,  
старший научный сотрудник ИГХТУ Знойко С.А.*

## СОСТАВ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧАЯ

Рудакова А.В, Бочагова Е.И. (8 класс)

*МБОУ «Куликовская СШ»*

В настоящее время мы часто задумываемся о здоровом и правильном питании и следим за полезными свойствами продукта. Для большинства людей в мире, в том числе и в нашей стране продуктом первой необходимости является чай. От чего зависит качество и вкус чая? В чём разница между сортами чая и ценой? Ведь на сегодняшний день разновидностей этих продуктов более чем достаточно. Какой из них для организма более полезен, а какой даже не стоит употреблять?

Поэтому целью данной работы было изучение химического состава различных сортов чая и определение их питательной ценности. Задачами нашего исследования, является: рассмотреть структуру чая, определить органолептические свойства, сравнить рН среды различных сортов чая, доказать наличие кофеина, танина и красителя в чае, определить количество витаминов С (аскорбиновой кислоты) и Р (рутина).

В качестве объекта исследования были выбраны различные сорта чая: чай черный листовой «Richard», Каркаде листовой «Beta Tea», черный чай листовой «Принцесса Нури», черный байховый «Greenfield», черный классический листовой «Ahmad», черный байховый с ароматом гуавы «Tess», зеленый чай «Teabreeze».

Основные этапы эксперимента и методики: микроскопическое строение чая определили с помощью цифрового микроскопа, определение органолептических свойств и водородного показателя - цифровой лаборатории, количественное определение витамина С и Р - методом титрования, наличие красителей с использованием качественных реакций, кофеина и танина - визуально-колориметрическим методом, изменение окраски чая в зависимости от рН среды.

В результате исследования мы пришли к выводу, что самыми полезными свойствами обладают: зеленый чай «Teabreeze» и чай черный листовой «Richard». Они имеют приятный вкус, аромат, по механическому составу - части зеленых и черных листьев. В зеленом чае нет красителей. Определив значение рН, мы узнали, что эти образцы чая имеют нейтральную среду. В них имеется большое содержание витамина С и Р, небольшое количество кофеина и танина, что соответствует более высокому качеству напитка.

Практическая значимость работы заключается в том, что, в процессе исследования были освоены некоторые экспериментальные химические методики и дана характеристика питательной ценности различных сортов чая.

*Руководитель: Лунёва Е.Л. педагог доп. образования,  
рук. Центра «Точка роста»*

# ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КАБЛУКОВ НА ЗДОРОВЬЕ ДЕВУШЕК

Рыжалова Яна (9 класс)

МБОУ «Лицей №6»

Многие школьницы, да и взрослые люди(женщины), не могут решить стоит ли им носить каблуки, и к каким последствиям приводит ношение высоких каблуков. Поэтому, я поставила перед собой задачу рассмотреть факты и мнения по поводу вреда каблуков для всего организма в целом и на его отдельные части. Ношение обуви на высоком каблуке изменяет механику всего тела, в результате чего большей части тела нужно как-то балансировать для того, чтобы избежать падения. Несмотря на то, что выглядите Вы, возможно, и хорошо, это состояние измененной механики тела может спровоцировать и его деформацию.

## **Цель работы:**

Выявление факторов, опасно влияющих на здоровье вследствие длительного ношения обуви на высоком каблуке с точки зрения физики.

## **Задачи:**

- Проследить историю происхождения каблуков
- Объяснить с точки зрения физики возникновение заболеваний из-за длительного ношения обуви на высоких каблуках, выяснить какой каблук ортопедически полезен.
- Выяснить, почему так сложно ходить на высоких каблуках;

**Гипотеза:** современная старшеклассница отдает предпочтение обуви на каблуках, следуя моде, тем самым наносит непоправимый ущерб своему здоровью.

## **Методы исследования**

- сбор информации
- анкетирование
- анализ

*Руководитель: Ульянова С.Е., учитель физики*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ Д.НОВИНО ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Светцова А.В. (11 класс)  
МБОУ «Гимназия № 30», г. Иваново

В Российской Федерации вода из подземных источников (артезианских скважин, колодцев, родников) относится к важным резервным источникам хозяйственно-питьевого водоснабжения и необходимость контроля их качества с каждым годом возрастает. Особенно это актуально во время ЧС разного характера. Подземные воды (особенно верхних, неглубоко залегающих, водоносных горизонтов) вслед за другими элементами окружающей среды испытывают негативное влияние хозяйственной деятельности человека.

В связи с этим, *целью работы* являлся контроль химического состава подземных вод, отобранных из колодца в д. Новино Фурмановского района Ивановской области.

В работе были поставлены следующие *задачи*:

1. Провести химический анализ проб воды из колодца в д. Новино по различным физико-химическим показателям.
2. Оценить качество исследованных образцов воды на соответствие нормативным санитарно-гигиеническим требованиям.
3. Сравнить пробы между собой и проследить возможную динамику исследованных показателей в зависимости от периода года.

Для исследования были отобраны образцы воды из колодца в д. Новино Фурмановского района Ивановской области. Глубина колодца составляет 15 м. Пробы отбирались в переходный (октябрь 2021 г. и 2022 г.), холодный (январь 2022 г.) и тёплый (август 2022 г.) периоды года.

Контроль качества воды осуществлялся по 9-ти показателям: величине рН, общей жёсткости, содержанию хлорид-, сульфат-, нитрат-ионов, ионов аммония, содержанию некоторых соединений металлов (железа, алюминия и меди). Для определения показателей использовались различные методы анализа: потенциометрический, титриметрический, гравиметрический и фотометрический.

Результаты исследования показали, что вода из колодца д. Новино соответствует нормативным требованиям (по контролируемым показателям), предъявляемым к качеству воды питьевого назначения, и может быть использована в качестве, как основного, так и резервного источника водоснабжения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций различного характера (техногенного, антропогенного или природного).

*Руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А.*

# **СИНТЕЗ КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ СРЕДНЕТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНВЕРСИИ СО В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА**

Сошникова А.Д. (10 класс)  
МБОУ СШ №26

В работе проведен комплекс исследований, направленный на получение и исследование каталитических и физико-химических свойств катализатора для среднетемпературной конверсии монооксида углерода водяным паром. В работе предлагается использовать способ приготовления катализатора для среднетемпературной конверсии оксида углерода водяным паром, включающий механическую активацию железосодержащего компонента с оксидами кальция и меди, сушку, прокаливание и формование гранул, отличающийся тем, что в качестве железосодержащего компонента используют порошок металлического, а механическую активацию осуществляют сначала в 1-20%-ном водном растворе карбоновой кислоты с последующим добавлением оксидов кальция и меди.

Исследования каталитической активности синтезированных образцов катализатора показали, что они отличаются высокой каталитической активностью. Так степень превращения СО у образца №1 составила 75 %, а у образца, приготовленного по промышленной технологии – 83,4 %. Следует отметить, что удельная поверхность полученных образцов превосходит прототип более чем в 2 раза. Исследование селективности катализаторов показало, что синтезированные образцы отличает высокая селективность

Система	t, °C	Содержание примесей в конденсате, мг/л							Степень превращения СО.
		Ацетальдеги д	Метанол	Метилацета д	этанол	Пропанол	Бутанол	Суммарное количество примесей	
Промышленный катализатор	360	0,15	2,8	2,6	0,32	-	-	5.87	75
прототип Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 90% CrO <sub>3</sub> -7 %, CuO- 2%	360	0,22	0,58	10,0	0,72	0,66	0,1	12,28	83
опытный Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 90% CrO <sub>3</sub> -7 %, CuO- 2%	360	0,19	3,0	3,1	-	-	0,08	6,37	86

*Руководитель: д.т.н. проф. Ильин А.А.*



## **"УМНЫЕ ОСТАНОВКИ". ОСТАНОВОЧНЫЙ ПАВИЛЬОН**

Титов А.П., Шумихина М.А.  
*МБОУ "Лицей № 6"*

С развитием городов и ростом численности городского населения все острее встает вопрос о преобразовании городского пространства, повышении уровня благоустройства, т.е. создание комфортной городской среды.

В городах с каждым годом увеличивается количество личного и общественного транспорта, а значит актуальным является вопрос организации мест ожидания- остановок. Сейчас остановки общественного транспорта далеко не комфортны для пребывания и нахождения пассажиров.

Одним из решений является разработка проекта остановочного павильона, максимально удовлетворяющего требованиям комфорта пассажиров при ожидании и посадке в общественный транспорт.

*Руководитель: Чернецова Елена Робертовна,  
заместитель директора учитель географии*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИАТЮРНОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Укладова В.П. (10 класс)

*Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 20 г. Шуя*

Цель работы – разработать устройство на основе МЭМС датчика давления для изучения химических реакций в газах, протекающих с изменением давления.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. изучить связь между химической реакцией и давлением;
2. рассмотреть модели современных МЭМС датчиков давления и ознакомиться с принципами их работы;
3. изучить возможности платформы Ардуино и особенности ее использования для реализации различных устройств.
4. разработать концепцию устройства с помощью которого можно изучить протекание химической реакции за счет данных об изменении давления;
5. собрать готовое устройство и провести его апробацию на примере изучения реакции горения.

Известно, что давление оказывает заметное влияние на протекание химических реакций, следовательно, измеряя давление, можно получить информацию о химических превращениях в исследуемой системе. Измерить давление можно с помощью датчиков различного вида. Наибольший интерес представляют датчики давления, изготовленные по МЭМС-технологии, которые обладают малыми габаритами. Проанализировав информацию о устройствах для измерения давления газов, был выбран датчик давления BMP180. В качестве системы управления и сбора данных использовалась плата семейства Ардуино, позволяющая передавать результаты измерений в персональный компьютер и одновременно отображать текущие значения на жидкокристаллическом дисплее.

Концепция разработанного устройства предусматривает размещение датчика давления в герметичной камере объемом 3 литра. Апробация разработанного устройства проводилась на примере реакции горения спиртов.

В ходе исследования была изучена научная литература, предложена концепция и разработано устройство, которое может фиксировать перепады давления при протекании химических и физических процессов

*Руководители: учитель химии Алексеева Е.С.,  
к. ф.-м. н., доцент кафедры ТП и МЭТ ФГБОУ ВО «ИГХТУ» Холодков. И.В.*

## **ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ПЕЧАТИ**

Хохолова А.М. (10 класс, ФГБОУ ВО «ИГХТУ»)

В настоящее время применение функциональных тканей в биомедицинских разработках становится все более актуально. При этом активно ведутся исследования по нанесению на текстильные материалы композиции, содержащие несколько активных препаратов. Такой подход может позволить значительно повысить проявляемые материалом свойства. новых покрытий и более эффективных способах их формирования на текстильных материалах различной природы.

Цель работы заключается в получении многокомпонентных функциональных покрытия на основе оксида цинка, оксида графена и наночастиц серебра на текстильных материалах различного волокнистого состава с использованием полимеров.

Метод печати является эффективным способом нанесения покрытий на текстильные материалы. Получены функциональные печатные составы на основе наночастиц серебра, оксида цинка и оксида графена, а также их комбинации. В качестве загустителя использовали метилцеллюлозу. Покрытия были сформированы на хлопчатобумажном материале и смесовым хлопкополиэфирным тканям.

Степень устойчивости покрытий к мокрым обработкам оценивали по изменению светлоты покрытия после стирки. Установлено, что большей фиксацией обладают частицы оксида графена и оксида цинка. Для образцов хлопкополиэфирной ткани устойчивость окрасок выше ввиду наличия хлопковых волокон в составе материала.

Полученные образцы обработанных текстильных материалов исследовали на антибактериальную активность по Антибактериальную активность методом дисков по отношению к кишечной палочке и эпидермальному стафилококку. Установлено, что для каждый из образцов проявляет антимикробные свойства. Образцы с нанесенными частицами оксида цинка и оксида графена проявляют бактериостатический эффект. Для покрытий, содержащих также наночастицы серебра появляется зона задержки роста микроорганизмов вокруг образца, что объясняется большей мигрирующей способностью серебра. Максимальная зона задержки роста бактерий составила 12 мм для образцов с нанесенными наночастицами оксида цинка в комбинации с наночастицами серебра. Показано, что природа волокна не оказывает значительного влияния на антимикробные свойства отделанного материала.

*Научные руководители: д.т.н., проф. Одинцова О.И., асп. Ерзунов К.А.*

# О ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ГАДЖЕТОВ НА МОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДОРОВЬЕ МОИХ ОДНОКЛАССНИКОВ

Черняев А. А.(11 класс)  
МБОУ «Лицей №6»

Современная жизнь обязывает обучающихся старших классов использовать гаджеты если не на уроках, то для подготовки к урокам, выполнению домашнего задания, докладов и творческих проектов. Для того чтобы получить необходимую информацию старшеклассники не идут в библиотеку и не открывают бумажный дневник как делали наши родители. Мы используем гаджеты.

Как на нас действуют электромагнитное излучение, как оно влияет на здоровье школьников? Существует много различной информации о пагубном влиянии использование гаджетов на взрослеющий организм. Было принято решение разобраться, где правда, а где миф.

*Цель работы* – определить влияния электромагнитного излучения гаджетов на организм одиннадцатиклассника.

*Задачи:*

- 1) выяснить какие виды электромагнитных волн излучают гаджеты;
- 2) выяснить нормы использования гаджетов для обучающихся одиннадцатых классов;
- 3) провести анкетирование для обучающихся одиннадцатого класса МБОУ «Лицей №6»;
- 4) определить для каждого обучающего принявшего в участии в анкетирование те риски, которые у него могут возникнуть при использовании гаджетов;
- 5) информировать по итогам обработки анкетирования одноклассников и дать им рекомендации.

*Гипотеза:* электромагнитное излучение гаджетов негативно влияет на старшеклассника.

В своей работе использованы следующие *методы исследования:*

1. Изучение и обобщение теории.
2. Анкетирование в целях получения данных.
3. Сравнение полученных данных.
4. Анализ полученных данных.

*Руководитель: учитель физики Ульянова С.Е.*

# ЭФФЕКТИВНЫЙ АДСОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА И ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ

Чуланова Н.И.

*МБОУ Средняя школа № 26*

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последние годы проблема сточных вод приобретает все большую остроту во всем мире, в том числе и в Российской Федерации. При попадании в окружающую среду различных токсичных органических загрязнений, экологии наносится огромный ущерб, и поэтому они подлежат обязательной очистке. Обезвреживание сточной воды предполагает не только защиту окружающей среды, но и безопасность технологического процесса [1]. Поэтому особенно актуальна разработка нового и эффективного адсорбента.

Целью работы является создание адсорбента на основе вермикулита и диоксида циркония, совмещающего в себе адсорбционные и каталитические свойства.

В результате работы была синтезирована адсорбционно-каталитическая система. В качестве исходного сырья применялся вермикулит Ковдорского месторождения с размером зерен до 0.6 мм и оксихлорид циркония. Механохимическая активация использовалась для улучшения адсорбционных характеристик системы, а промотор в виде циркония – для придания ей каталитических свойств. Также производилась оценка возможности применения синтезированной системы к реальному промышленному процессу – деструкции 2,4-дихлорфенола (2,4-ДХФ). Данная оценка показала, что использование адсорбционно-каталитической системы увеличивает степень разложения 2,4-ДХФ с 60 до 80 % при заданных параметрах обработки.

Литература:

1) Вертинский А.П. Современные методы очистки сточных вод: особенности применения и проблематика // Инновации и инвестиции - 2019. №1. С175-182.

*Руководитель: д.т.н., проф. Гордина Н.Е.;  
м.н.с. Севергина Е.С.*

## УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В Г. ИВАНОВО ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА

Шазамов А. (10 класс)

*МБОУ СОШ №26 (Химический лицей)*

Снежный покров накапливает в своём составе вредные вещества, преимущественно поступающие из атмосферного воздуха. Поэтому дождевые выпадения и талые воды могут быть индикаторами для косвенной оценки состояния уровня загрязнения атмосферного воздуха. Наблюдения показывают, что поллютанты в дальнейшем могут поступать в верхний почвенный слой, а также подземные воды.

В связи с этим цель работы заключалась в исследовании химического состава дождевых и талых вод города Иванова. Снег эффективно сорбирует разные примеси из атмосферы, при этом поллютанты загрязняют территорию города, но их распределение в снежном покрове практически не изучено.

В работе был исследован химический состав дождевой (в тёплый период года) и талой (в холодный период года) воды, проведена сравнительная характеристика образцов и идентифицированы возможные источники антропогенного загрязнения рассматриваемой территории, оценено современное экологическое состояние города Иванова, а также предложены меры по улучшению экологической ситуации в городе.

В пробах дождевых и талых вод определяли величину кислотности среды (рН), основной химический состав ( $\text{SO}_4^{2-}$ , различные формы азота:  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , а также соединения Fe и Mn). Для контроля выше перечисленных веществ использовали стандартные методы анализа (потенциометрический, фотометрический и титриметрический).

Показатели химического состава образцов дождевых и талых вод

Определяемый показатель	Наименование пробы			ПДК <sub>р.х.</sub>
	Дождевые осадки 2022 год	Талые воды 2022 год	Талые воды 2023 год	
рН, ед. рН	6,02 ± 0,01	7,03 ± 0,01	6,24 ± 0,01	(6,5 – 8,5)
Хлориды ( $\text{Cl}^-$ ), мг/л	0,40 ± 0,08	0,40 ± 0,08	0,9 ± 0,1	300
Сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), мг/л	15,5 ± 1,5	12,0 ± 1,2	3,6 ± 0,3	100
Нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ), мг/л	0,041 ± 0,011	0,054 ± 0,013	Н/О	0,08
Ион аммония ( $\text{NH}_4^+$ ), мг/л	0,38 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,47 ± 0,02	0,5
Железо ( $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ), мг/л	<b>0,88 ± 0,04</b>	<b>0,143 ± 0,01</b>	0,07 ± 0,001	0,1
Марганец ( $\text{Mn}^{2+}$ ), мг/л	<b>0,34 ± 0,03</b>	<b>1,58 ± 0,01</b>	Н/О	0,01

Результаты исследования показали, что контролируемые компоненты находились примерно на одном уровне, за исключением содержания соединений железа (значительно больше в дождевых осадках) и марганца (большее содержание наблюдалось в талых водах).

*Руководитель: к.х.н., доцент Буймова С.А.*

## СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫСОКОПОРИСТЫХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА(II)

Шелепов Д.С. (10 класс, Химический лицей при ИГХТУ), Карасева А.А.  
*ФГБОУ ВО «ИГХТУ», Иваново*

Цеолитные имидазолатные каркасы (ZIF) представляют собою семейство высокопористых металл-органических каркасов (MOF). Они сочетают в себе постоянную пористость и большую площадь поверхности, а также отличаются высокой термической и химической стабильностью. Благодаря своим свойствам они находят широкое применение в сорбции, катализе, медицине, разделении и хранении газов и др. [1].

На сегодняшний день известно несколько наиболее эффективных методов синтеза MOF – гидро(сольво)термальный метод, микроволновый синтез и метод прямого смешения [2].

Цель работы – разработка методик синтеза высокопористых каркасных структур на основе кобальта и определение их основных параметров.

В ходе работы определены оптимальные условия получения высокопористых Co-MOF. Лучшими характеристиками обладают материалы, приготовленные при соотношении Co:Im=1:8 при времени синтеза 30 минут. Уникальность данной методики состоит в добавлении N,N-додециламина для улучшения структурообразования.

Получены изотермы низкотемпературной адсорбции азота в порах Co-MOF, имеющие полимолекулярный характер. В результате их обработки в рамках теории БЭТ получены параметры пористой структуры синтезированных материалов. Получена информация о составе и строении поверхностных слоёв Co-MOF. Частицы каркаса имеют сферическую структуру. Образцы представляют собой микрогетерогенные материалы со средним размером частиц от 0.05 до 0.1 мкм, при этом частицы агрегированы в кластеры.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда,  
проект № 22-73-10158.*

### Литература:

1. Kong X-J. An Overview of Metal-Organic Frameworks for Green Chemical Engineering / Kong X-J., Li J-R. // Engineering . 2021. №07. С. 001.
2. Rasheed T. Metal-organic frameworks based adsorbents: A review from removal perspective of various environmental contaminants from wastewater / Ahmad A., Bilal M., Hussain T., Rizwan K. // Chemosphere – 2020. – №259. – С.127369.

*Научный руководитель – к.х.н., доц. Филиппов Д.В.*

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ В НАСАДОЧНОЙ КОЛОННЕ И АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ

Прокопец В.Р., Кузнецов Н.А. (10 класс)  
*МАОУ Лицей №21, г. Иваново*

Процесс абсорбции в химической промышленности может выступать в качестве очистного оборудования для удаления примесей в газовых смесях, исключая большие потери ценного материала. Процесс абсорбции в настоящее время очень актуальная тема для химической промышленности, так как сочетание абсорбции с десорбцией (обратный процесс) позволяет многократно использовать поглотитель и выделять абсорбированный компонент в чистом виде.

Наиболее широко в промышленности для проведения абсорбционных процессов применяются насадочные колонны, которые могут работать в различных гидродинамических режимах, самым эффективным из которых является режим эмульгирования, обеспечивающий наибольшую поверхность контакта фаз, однако гидравлическое сопротивление имеет высокие значения, поэтому данный режим характерен для процессов проводимых при повышенных давлениях.

На данный момент разработаны новые типы насадок, к которым относятся: керамическая кольцевая насадка, двутавровая насадка, нерегулярная насадка «ИНЖЕХИМ», спирально-призматическая насадка, «треугольная» нерегулярная насадка, седловая насадка инталокс – ІМТР и др. Керамическая кольцевая насадка имеет меньшее гидравлическое сопротивление, по сравнению с кольцами Рашига, кольцами Паля и новой двутавровой насадкой, что объясняется самым высоким значением свободного объема, меньшей площадью контакта насадочных элементов между собой за счет их формы и появлением дополнительных каналов для прохождения газа. В случае использования двутавровой насадки применение метода затопления позволяет изменить и улучшить параметры ее работы.

В данной работе проведено исследование и расчет основных параметров процесса абсорбции при определенных условиях. Составлен материальный баланс процесса, построена рабочая и равновесная линия в диаграмме  $\bar{Y} = f(\bar{X})$ , определена средняя движущая сила процесса и коэффициента массопередачи. Проведенные расчеты позволяют подобрать рациональные параметры проведения процесса абсорбции в насадочной абсорбционной колонне.

*Руководитель: к.т.н., доц. Шуваева А.С.*



## **Секция 32. IT-взрыв: открой мир информационных технологий и цифровой экономики**

# **АНАЛИЗ ФУТБОЛЬНОГО МАТЧА: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИГРЫ**

Алиев М.Р. (10б класс)  
*МАОУ Лицей № 21 города Иваново*

Футбол - это самый популярный вид спорта в мире, однако интерес к нему именно в нашей стране постепенно падает. Прежде всего это может быть связано с рядом факторов, начиная с невзрачными выступлениями сборной на мировой арене (за последние 30 лет наивысшими достижениями сборной были: бронза на чемпионате Европы 2012 года, проход в ¼ финала домашнего чемпионата мира 2018 года ) и низким уровнем национальной лиги (10 место в мире по версии УЕФА), заканчивая неправильной системой развития детско-юношеского футбола. Если же качество игры улучшится, то и популярность возрастёт, что приведёт к распространению здорового образа жизни среди населения нашей страны.

Данная работа нацелена на разработку методики анализа и оптимизации футбольного матча (в частности голевой футбольной атаки), используя системный анализ и методы моделирования. В результате, можно будет определить как забивать и выигрывать будущие матчи.

В качестве предметной области были использованы фрагменты матчей ведущих мировых футбольных грандов, которые стабильно показывают высокий уровень игры. Одновременно с этим в роли эмпирической базы были использованы различные пособия и литература, а также наблюдения и комментарии элитных футбольных аналитиков и экспертов в данной области.

В рамках исследования была построена модель, которая представляет собой логическую последовательность действий игроков матча. При грамотном использовании данной модели игроки матча могут успешно забить голы, т.е. приводить свою команду к победе.

В качестве инструментального программного обеспечения в данном исследовании была выбрана BPM-система Bizagi Modeler, которая позволила построить с помощью нотации BPMN бизнес-процесс (модель) голевой футбольной атаки.

Правильно построенная тактика игра, в будущем будет приносить футбольные победы и успехи, которые приведут к возрастанию популярности данного вида спорта и вообще спорта в целом, а это в свою очередь поспособствует приросту здорового образа жизни в нашей стране.

*Руководитель: асс. Павлова Е.А.*

## СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО WEB-САЙТА

Бобров К.С., Опарин К.А. (Международная школа «Интердом» имени Е.Д. Стасовой, г. Иваново)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В последние годы веб-технологии активно совершенствуются и стремительно развиваются. Одно из популярных направлений - тематические сайты, к ним относятся сайты с определённым направлением, связывающим все материалы, которые на нем публикуются. Для создания таких сайтов, без специальных знаний в этой сфере, применяются современные конструкторы. В них представлено много шаблонов и блоков, которые позволяют сделать web-ресурс с минимальными временными затратами. Сайты, созданные с применением современных конструкторов, адаптируются под любые устройства.

Обычный пользователь, не имея специальных знаний, может создать свой web-сайт, запустить его и управлять им. Большой выбор онлайн-платформ для создания сайтов любой направленности, позволяет сделать выбор в сторону той платформы, которая занимает лучшие места в рейтинге и имеет более интуитивный интерфейс и удобство работы.

Наиболее популярные конструкторы, исходя из функциональности и простоты управления:

1. Tilda – позволяет быстро запустить проект, основной упор на дизайн, подходит для создания лендингов, визиток и тематических сайтов.
2. Wix – используется в основном для создания небольших коммерческих и личных проектов.
3. UKit – подходит для создания интернет-магазинов и сайтов любой сложности. Логика работы реализована по принципу drag&drop.

Перед выбором платформы для создания сайтов нужно определиться с целями и задачами будущего проекта, разработать его примерную структуру. Подбор платформы, исходя из поставленных целей, позволит сэкономить время и более рационально использовать ресурсы. Исходя из описания, наиболее оптимальным решением для создания современного тематического сайта будет конструктор Tilda. Создание страниц на этой платформе – увлекательный процесс, сложность которого зависит от выбранного варианта дизайна. Большие возможности для SEO продвижения открываются с помощью Tilda.

При выборе современного инструмента создания веб-ресурсов нужно учитывать, что каждое решение имеет свои преимущества и недостатки, и подходит для решения определенных задач.

*Руководитель: ст. преподаватель Захарова Н.А.*

## **HealthQR. РАЗРАБОТКА ПОРТАЛА ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ**

Карамова Л.П., Буркеева В.Р.

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение лицей №21*

Проект "HealthQR" представляет собой инновационный вебсайт, созданный учениками, который предоставляет статьи по здоровому образу жизни для своих сверстников, охватывая темы питания, гигиены и физических тренировок. Актуальность проекта заключается в демонстрации возможностей полезного использования телефонов учениками в школе на переменах путём обеспечения доступа к полезной информации о здоровье для школьников 5-11 классов, предоставленной на двух языках – английском и русском.

Основной особенностью проекта является применение QR-кодов, размещенных по всей школе, которые стимулируют учащихся к самостоятельному изучению статей. Геймификация введена в виде личного кабинета с достижениями, которые активируются при успешном сканировании QR-кодов. Таким образом, проект мотивирует учеников к активному взаимодействию и обучению.

Проект воплощен с использованием Tilda для дизайна веб-сайта, Python Flask для бэкенда и SQLite в качестве базы данных. Сайт развернут на домене lavi-moment.ru с арендованным Linux-сервером на Yandex Cloud. Команда разработала собственный логотип в Photoshop.

В планах дальнейшего развития проекта – внедрение интерактива, например, создание браузерных мини-игр. Кроме того, участники планируют интегрировать вебсайт с Telegram-ботом для контроля количества выпитой воды в течение дня, что поможет следить за соответствием рекомендациям по здоровому образу жизни.

*Руководитель: Астраханцев Р.Г.*

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕННОСТИ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СРЕДИ ПОДРОСТКОВ**

Жбанова Е.М., Волкова Д.Е. (МАОУ лицей №21)

В настоящее время наблюдается общая тенденция на рост количества последователей здорового образа жизни (ЗОЖ). Особенное внимание уделяется распространению идеалов ЗОЖ среди молодежи, ведь именно в этом возрасте человек склоняется к выбору своего образа жизни в дальнейшем. Для того чтобы эффективно популяризировать ЗОЖ в молодежной среде необходимо знать, что привлекает подростков в ЗОЖ, а какие факторы препятствуют его распространению.

Цель исследования - изучить отношение молодежи к ЗОЖ и разработать предложения эффективных способов вовлечения и распространению ЗОЖ среди подростков.

С этой целью в работе проводится исследование понятий здорового образа жизни и культуры здорового образа жизни, с позиции подрастающего поколения, рассмотрены основные компоненты и факторы, влияющие на ведение ЗОЖ в подростковый период. Эмпирическую базу исследования составили статистические материалы, в том числе данные, полученные в ходе опроса обучающихся лицея № 21 (г. Иваново). Общее количество опрошенных составило 85 человек. Опрос проводился анонимно с использованием инструментов электронной среды.

Анализ проведенного опроса среди учащихся показал, что подавляющее большинство опрошенных разделяют ценность ЗОЖ. Наиболее привлекательными факторами для подростков стали положительное влияние ЗОЖ на внешний вид и возможность укрепления здоровья, а также было выявлено, что наибольшие проблемы ЗОЖ подростки видят в ограничении способов получения удовольствия от жизни, а также его высокой стоимости.

По результатам проведенного анализа были разработаны рекомендации для популяризации ЗОЖ среди молодежи. На уровне Министерства здравоохранения Российской Федерации предложить реализацию программы спортивного просвещения молодежи, суть которой заключается в выпуске спортивной карты, денежные средства которой молодежь сможет тратить на занятия физической культурой и спортом в учебных заведениях и в спортивных клубах (речь идет о массовом детском спорте, а не спортивных достижениях). На уровне образовательных организаций (на примере лицей №21) предложено увеличить количество спортивных мероприятий для классов среднего и старшего звена, с возможностью выбирать их направленность школьным парламентом (самими учащимися) под общим руководством преподавателей физической культуры. *Руководитель: к.э.н., доц. Каф. ИТиЦЭ ИГХТУ Смирнова Н.В.*

## **РОБОТОТЕХНИКА И ЗОЖ**

Каташинская В. А., Максимова Д. В.

*МАОУ лицей №21*

### **Актуальность проекта**

В современном мире происходит автоматизация и роботизация производства. Роботы, разрабатываемые специалистами, могут выполнять действия и заменить людей в некоторых областях. Выполнение несложных действий роботами позволяет живым работникам качественнее выполнять другие более сложные задачи и не отвлекаться на менее существенные. Таким образом, использование роботов может быть эффективно применено в разных областях деятельности.

### **Цель проекта**

Целью данного проекта является анализ вопросов эффективности и безопасности доставки лекарств пациентам с использованием робототехники и создание собственного робота, для доставки лекарств.

### **Задачи проекта**

1. Рассмотреть особенности использование робототехники и перспективы ее развития.
2. Определить с какими тенденциями ЗОЖ человеку могут помочь роботы.
3. Создать собственного робота и испытать его.

### **Объект и предмет исследования**

Объектом исследования является робототехника как вид деятельности. Предметом исследования является изучение возможности доставки лекарств роботами пациентам.

### **Описание исследования:**

Каждый пациент должен получать лекарства через робота-доставщика, который доставлял бы нужные лекарства по индивидуальному графику, составленному врачом.

В исследовании оценены такие параметры, как точность доставки лекарств, время доставки, уровень удобства и комфортности пациентов, уровень частоты ошибок, возможность своевременного реагирования на изменения в здоровье пациентов.

В ходе работы над проектом был собран робот с манипулятором и разработана программа для управления роботом

*Руководитель: Маршалов Е. Д.*

# ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСЛЯЦИЙ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Колесникова Д.Р.(106)

*МАОУ «Лицей 21»*

В данной работе разработан бизнес-план компании, проводящей трансляции спортивных мероприятий в интернет-пространстве с целью популяризации ЗОЖ

Цель проекта

Составить бизнес-план по созданию организации, проводящей трансляции в интернет-пространстве спортивных мероприятий, проходящих в Ивановской области для привлечения людей к ведению здорового образа жизни.

Задачи проекта

- Проанализировать доходность деятельности организации, проводящей трансляции спортивных мероприятий, проходящих в Ивановской области;
- Привлечь людей к ЗОЖу с помощью популяризации спорта
- Информировать людей о предстоящих спортивных мероприятиях, проводимых в Ивановской области, за счёт публикации анонсов трансляций этих мероприятий в группе организации во ВКонтакте.

*Руководитель: преподаватель кафедры информационных технологий и цифровой экономики Пушкина Н.Н.*

## БЕЗОПАСНОСТЬ ПОПУЛЯРНЫХ ФОРМАТОВ ДАННЫХ

Кудряшова Таисия(10 касс).

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение лицей №21*

Проект «Безопасность популярных форматов данных» исследует возможности эксплуатации злоумышленниками популярных форматов данных, таких как docx, xlsx, pptx и pdf, которые активно используются в различных сферах жизни. Изначально фокус был направлен на форматы Microsoft Office, так как они поддерживают выполнение произвольного VBS кода, а формат PDF – произвольного JS кода.

В ходе исследования было выяснено, что с Windows 7, Microsoft отключила поддержку выполнения VBS кода в файлах без "m" в названии (docm, xlsm, pptm), что уменьшило площадь фишинговых атак. Далее, был проведен опрос среди сотрудников школы, чтобы определить степень их уязвимости к фишинговым атакам.

Результаты опроса показали, что 15% опрошенных правильно опознали странность файла с опасным расширением, 40% избегали открытия файла из-за отсутствия доменного имени сервера, что делает их потенциальными жертвами фишинга, и 5% доверились бы вредоносному файлу. Были также выявлены проблемы в общем понимании информационной безопасности и фишинга среди респондентов.

Выводы исследования указывают на необходимость повышения уровня цифровой грамотности и осведомленности о фишинге. В дальнейшем планируется провести аналогичное исследование для формата pdf, а также рассмотреть возможность проведения полноценной фишинговой атаки через электронную почту.

*Руководитель: Астраханцев Р.Г.*



# **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДБОРА ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ**

Куликов.Р.И., Панова.М.С (10 класс)  
*МБОУ "Лицей №6"*

Системы с прогнозами погоды являются неотъемлемой частью жизни каждого из нас. Мы хотим дополнить систему прогнозирования погоды предложением по выбору комплектов одежды, чтобы наши пользователи могли всегда знать в чем пойти.

Современными тенденциями развития прогнозирования погоды являются:

1. Использование в качестве источника данных для прогноза погоды web-приложений.
2. Использование технологии HTML5 для создания приложений, работающих без использования браузера.
3. Использование технологии JavaScript для динамического изменения содержимого web-страницы.

В ходе проекта мы выполнили следующие шаги:

1. Разработали информационную систему с использованием html,css,js позволяющий в дальнейшем определять и производить отбор оптимальных моделей одежды
2. Создали модели одежды.
3. Создали алгоритм работы информационной системы, который позволяет с помощью javascript отображать подобранные модели одежды на экране.
4. Опубликовали веб-версию на github

Наша разработка отличается от конкурентов современностью дизайна, интерфейса, подхода к моделированию системы. Подобные технологии способны решить до 80% сложных высокоинтеллектуальных задач, с которыми сталкивается человек на протяжении всей жизни. Благодаря этому, человек разгружается от повседневных рутинных задач, освобождая время для саморазвития, что является высшим предназначением человека.

Таким образом, можно сделать вывод, что наше приложение сможет улучшить жизнь людей благодаря качественному интерфейсу и удобному пользованию. Проект реализован в виде информационной системы (веб-сайта, мобильного приложения для iOS и Android). Данная технология пригодна для использования в качестве виджета на сайтах магазинов одежды, модных экспертов, а также в повседневной жизни человека в качестве web-приложения.

*Руководитель: Фокин С.А*

## **HealthWeb**

Мыслинский С.С. (10 класс)

*МАОУ Лицей №21*

В данной работе представлен сайт, позволяющий спрогнозировать возможные опасности для здоровья человека, а также рекомендации по их профилактике. На сайте пользователь сможет пройти небольшое тестирование (результат которого будет доступен только ему). После ознакомления с результатами пользователю будут предложены различные статьи по теме ЗОЖ, а также предложения по укреплению собственного здоровья.

Предназначением сайта является ознакомление людей с правилами здорового образа жизни, а также осведомление о возможных опасностях для здоровья со стороны привычек пользователей.

*Руководитель: Зимнуров М.Ф.*

## **USB БЕЗОПАСНОСТЬ: ОПАСНОСТИ И ЗАЩИТА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ**

Попов П.П., Богатов А.Н..

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
лицей №21*

Проект направлен на исследование уязвимостей и опасностей использования USB-флешек и CD/DVD-накопителей в здравоохранительных учреждениях. Определено два основных вектора атак злоумышленников: DoS (Denial of Service) и RCE (Remote Code Execution). Были собраны данные о различных здравоохранительных учреждениях и выяснено, что около 40% из них поддерживают передачу информации через USB-флешки или CD/DVD-накопители. Использование таких устройств может привести к нарушению безопасности и конфиденциальности данных.

В рамках проекта было приобретено устройство USB-killer, которое наносит повреждения материнской плате целевого компьютера, отправляя повышенное напряжение через USB-порт. Эксперименты показали успешную реализацию DoS-атаки на старых и относительно новых компьютерах, которые могут использоваться злоумышленниками в здравоохранительных организациях.

Проведены эксперименты с созданием флешки с файлом autorun.inf, содержащим скрипт для открытия фишингового сайта. Выяснилось, что это работает не на всех Windows-компьютерах из-за ограничений, введенных Microsoft начиная с Windows 7. Однако функция автоматического запуска скрипта осталась доступной для CD/DVD-дисков. Рассмотрены устройства, которые эмулируют клавиатуру, быстро выполняют команды и могут использоваться злоумышленниками для атак на здравоохранительные организации. В дальнейшем планируется изучить возможности защиты от USB-killer устройств и проанализировать функции современных операционных систем и материнских плат для ограничения типов подключаемых USB-устройств.

*Руководитель: Астраханцев Р.Г.*

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Пряхин Д. А.

*МКОУ Шилыковская средняя школа*

Методы искусственного интеллекта в прогнозировании сфере недвижимости начали развитие с конца 20 века. Но только сейчас эти методы стали активно применяться в практике различными компаниями.

Точность оценки признаков недвижимости зависит от набора ценообразующих параметров, благодаря которым идентифицируется объект оценки. Важной частью нашей работы является определение состава описательных признаков объектов, приведенных в наборе данных.

Анализ рынка позволил выделить следующие характеристики объекта, позволяющие определить рыночную стоимость объекта недвижимости:

1) числовые признаки:

- год постройки;
- этаж;
- общая площадь квартиры;

2) категориальные признаки:

- количество комнат;
- территориальная зона;
- район;

При этом, параметры набора данных зависят от конкретного набора данных, сайта в сети Интернет, с которых берутся данные.

Существует огромное множество методов машинного обучения, которые могут быть использованы для обеспечения процесса определения рыночной стоимости объекта недвижимости. В своей работе, мы решили остановиться на классическом методе линейной регрессии, методе градиентного бустинга. При этом, в дальнейшем развить модель мы планируем при помощи более современных моделей *xgboost*, *catboost*.

В ходе нашего исследования, мы собрали и проанализировали данные с сайтов о продаже недвижимости, обучили несколько алгоритмов, сформировали дополнительные признаки для улучшения качества работы модели. Разработанные алгоритмы могут быть применены в работе оценочных компаний. Для повышения точности можно попробовать применить сверточную нейронную сеть, которая будет определять тип квартиры по фотографиям объявления или оценщика.

*Руководитель: Фокин С. А.*

# ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Смыслова А. С. (2 курс)

Ивановский филиал РЭУ им. Г. В. Плеханова

Основными драйверами цифровой трансформации сегодня являются новые продукты и сервисы, новые информационные и управленческие технологии, инновационные бизнес-модели. Ключевой драйвер цифровой трансформации – отраслевые цифровые платформы.

Мы провели исследование цифровых технологий в деятельности организации ООО «Турист» и попытались предложить поиск путей, способствующих эффективности деятельности предприятия.

При анализе экономической составляющей гостиницы ООО «Турист» было выявлено, что организация достаточно развита в сфере цифровых технологий при активном использовании централизованной системы управления «Эдельвейс», которая позволяет ООО «Турист» оперативно, в любое удобное для пользователя время переносить данные в бухгалтерские программы. На данном этапе реализованы стыковки с программами 1С:Бухгалтерия (версии 7.7 и 8.0) и Microsoft® Dynamics NAV. Стыковка осуществлена на базе импорта-экспорта данных.

Система «Эдельвейс» в деятельности ООО «Турист» решает следующие задачи:

- Обеспечение уровня обслуживания клиентов Гостиничного Комплекса «Турист» в соответствии с новейшими отраслевыми стандартами индустрии гостеприимства.

- Повышение эффективности работы персонала, организация взаимосвязи подразделений.

- Возможность продуктивного использования накапливающихся данных по клиентам и организациям.

- Проведение успешной маркетинговой политики: достижение повышения уровня заполняемости ГК, увеличения доходов и совершенствования планирования.

- Осуществление постоянного контроля за действиями персонала.

Интеграция с 1С:Бухгалтерия базируется на внешней обработке данных, предназначенной для оперативного переноса информации из АСУ гостиницы в бухгалтерскую программу. Обработка позволяет путем XML-обмена загружать из Эдельвейс/Medallion в типовые конфигурации программы 1С:Бухгалтерия элементы справочников «Контрагенты», «Договоры контрагентов», «Номенклатура»

*Руководитель: к.ф.н., доц. Николаева О. А.*

## РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ ПРОЕКТА ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО САДА №164 г.ИВАНОВО

Сонин М.А.  
МБОУ СОШ №35 г.Иваново

Благоустройство территорий образовательных учреждений и создание комфортных ландшафтных зон может стать основой экологического, эстетического и нравственного воспитания детей с самого раннего возраста.

**Цель проекта** разработка 3D модели проекта озеленения территории детского сада №164 г. Иваново согласно генеральному плану участка.

**Задачи:**

- создание плана участка, предназначенного для озеленения,
- создание 3D моделей садовых и декоративных растений,
- расстановка растений по участку согласно генеральному плану.

Большинство детских садов благоустраивают свою территорию (входные группы, площадки для прогулок) силами сотрудников и родителей. При этом, как правило, нет единого подхода к формированию этих зон. В апреле 2022 года центром ландшафтных услуг “Green Art” при поддержке Благотворительного фонда «Ива» и Администрации города Иванова был объявлен конкурс городского озеленения «Цветущий город», в рамках которого был выполнен созданный проект.

В работе использовалась программа Blender - мощная, но простая в освоении и очень удобная программа для создания и работы с компьютерной графикой.

Благодаря качественно выполненной 3d визуализации дизайнер смог откорректировать проект озеленения, разместив растения наилучшим образом. По итогам рассмотрения экспертами было принято решение о финансировании закупки растений и реализации проекта в рамках конкурса «Цветущий город - 2022». В августе 2022 г. проект был реализован на территории детского сада № 164 г.Иваново, данное учреждение стало победителем конкурса в номинации «Сад будущего».

*Руководитель: преподаватель математики Крашенинина Н.А.*

## NOTHEALTHQR. BEEF, ФИШИНГ, ДВА КОДА

Аксарин Я. Г., Тиводар М. А

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение лицей №21*

Проект «NotHealthQR. Beef, фишинг, два кода» представляет собой исследование возможностей и последствий фишинговых атак на QR-кодах в контексте повсеместного использования QR-кодов во время пандемии COVID-19. Был проведен эксперимент создания копии оригинального сайта HealthQR и эмуляции фишинговых атак для сбора аутентификационных данных пользователей.

Актуальность проекта обусловлена широким распространением QR-кодов и возможными угрозами безопасности, связанными с их использованием. Проект позволяет оценить риски и предостеречь пользователей от потенциальных атак.

Далее была исследована возможность злоумышленников при использовании произвольного JavaScript-кода на фишинговых сайтах. В результате выяснилось, что злоумышленники могут получать доступ к открытым вкладкам, сканировать локальную сеть, контакты на мобильных устройствах и даже камеру и экран устройства при взаимодействии с пользователем.

Проект предлагает два направления для дальнейшего исследования:

1. «Прозрачный» сбор паролей: фишинговый сайт будет в онлайн-режиме проверять логин и пароль, полученные от пользователей, что увеличит сложность обнаружения атаки.

2. Фишинг на реальном сайте со спортивным питанием: аудитория теперь находится в интернете, что означает необходимость «убедить» поисковики (Google, Яндекс) выдавать фишинговый сайт раньше оригинального, увеличивая сложность исследования.

В целом, проект «NotHealthQR. Beef, фишинг, два кода» является важным шагом в изучении угроз, связанных с использованием QR-кодов, и позволяет осознать возможные риски и принять меры для защиты пользователей от фишинговых атак.

*Руководитель: Астраханцев Р.Г.*

## САЙТ О СПОРТИВНЫХ ЦЕНТРАХ И ПЛОЩАДКАХ ГОРОДА ИВАНОВО

Халимова А.А., Рахимова А.А. (10 класс)  
*МАОУ лицей №21*

Нами создан сайт, с помощью которого любой житель города Иваново сможет найти подходящий ему спортивный центр или открытую спортплощадку, чтобы заняться спортом или просто активно провести время. А также на сайте можно будет найти онлайн тренировки для домашних занятий спортом.

Наши цели – это продвижение спорта в нашем городе, привлечение людей к здоровому образу жизни.

Задачи:

- собрать в одном месте и сделать доступной информацию о спортивных площадках города;
- познакомить население с современными условиями занятия спортом;
- информировать население о доступности спорта для различных возрастных групп.

*Руководитель: Суворов И.А.*



## **Круглый стол «Технология и дизайн художественной обработки материалов»**

## СОЗДАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ ГЛИНЫ

Аннакулиева Д.Х. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Керамическими изделиями называют изделия и материалы, полученные из глиняных масс или их смесей с минеральными добавками путем формования и обжига.

Основным сырьем для производства керамических материалов и изделий являются глины. Для улучшения их технических свойств применяют отошающие, выгорающие и пластифицирующие добавки.

Глина — продукт механического разрушения (выветривания) и химического разложения некоторых магматических и метаморфических горных пород.

Создания керамического изделия из глины включает несколько этапов. Создания эскиза изделия, выбор метода изготовления, подготовка глины, раскатка глины на станке, резка контура изделия по шаблону, соединение керамических деталей. Далее изделие сушится и зачищается (рис.1-а).



а



б



в

Рис. 1. Этапы декорирования панно

а) панно до обжига; б) панно после расписывания; в) изделие после обжига

Роспись изделия наносится по сухому изделию с помощью цветных ангобов (рис.1-б). Ангобом называется глина, содержащая цветные пигменты. Далее панно отправляется на утильный обжиг в муфельную печь при 900 °С. После изделие глазуруется прозрачной глазурью методом окунания, зачищается опорная поверхность от глазури и отправляется на политой обжиг при  $T=1060^{\circ}\text{C}$ . Готовое изделие (рис.1-в).

*Руководители: к.х.н. Филатова Н.В., Ленивцева Е.А.*

# ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕДНОЙ РОЗЫ

Артюхова А.И. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Основная идея представляемого проекта – процесс изготовления из листового металла декоративной розы с передачей формы настоящего бутона и мягкости лепестков.

Этапы изготовления изделия имеют определённую последовательность. Началом исполнения служит линейный эскиз в виде лекала для удобства переноса изображения на материал. Из листовой меди предварительно резанием ручным ювелирным лобзиком по контуру изображения изготавливается плоская форма деталей розы. В процессе прокатки изменяется кристаллическая структура листа металла и, соответственно, его свойства. Меди придаётся большая твёрдость, из-за чего необходимо отжечь детали для придания мягкости и пластичности. Заготовки подвергаются термообработке нагреванием до температуры выше 600°C, а затем охлаждению путём погружения в 2% раствор лимонной кислоты для снятия окисной пленки. После отжига возможно механическое шлифование с целью повышения чистоты поверхности. Далее проводится пластическое формование объёма элементов розы методом давления с использованием ручных инструментов. Первоначальные формы деталей тонируются в чёрный цвет химическим методом с использованием серы в концентрации 33,33% на эмульсионной основе. Для придания целостности композиции выступающим частям элементов необходима полировка. Затем, по окончании подготовки, проведены сборочные работы по соединению всех элементов изделия механическим путём с помощью резьбовых соединений на стержне меди. В завершение придана окончательная форма лепестков воздействием на металл давлением.

Готовое изделие в дальнейшем может использоваться в качестве декора интерьера.



Рис. 1



Рис. 2

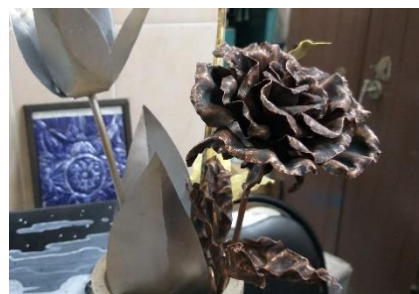


Рис. 3

Рис. 1. Элементы медной розы: отжиг

Рис. 2. Элементы медной розы: тонирование

Рис. 3. Медная роза

*Руководитель: ст.преп. Клименко С.Н.*

# **СРАВНЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ЛАТУНИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ В РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ ПОЛИРОВАНИЯ**

Баранцева А.М. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В данной работе приводятся сравнительные характеристики декоративных свойств поверхности латуни при электрохимическом полировании в 2-х видах электролитов. При помощи электрохимического полирования можно добиться улучшения декоративных свойств поверхности (блеска).

Медные сплавы, в частности латунь, полируются в электролитах на основе ортофосфорной кислоты с хромовым ангидридом или органическими добавками.

При полировании в электролитах, содержащих хромовый ангидрид наблюдается интенсивный блеск на 3-5 минутах, далее процесс сопровождается большим съемом металла, приводящим к сглаживанию рельефа поверхности. При полировании в течение 10 минут достигается зеркальный блеск поверхности. При незначительных изменениях плотности тока полирования цвет поверхности остается неизменным, компоненты сплава не вытравливаются.

При использовании электролита, где хромовый ангидрид заменён на органические добавки (глицерин, этиленгликоль, молочная кислота), увеличение блеска можно наблюдать на 5-7 минутах. Процесс сопровождается гораздо меньшим съемом металла, сохраняется первоначальная текстура поверхности. Плотность тока для процесса полирования в данном электролите довольно низкая ( $8 \text{ А/дм}^2$ ), при ее повышении наблюдается изменение цвета сплава вследствие вытравливания цинка.

Для придания поверхности интенсивного блеска возможно использование обоих видов электролитов. Если необходимо сглаживание микрошероховатостей или устранение микроскопических дефектов структуры, то целесообразно использовать электролит, содержащий в составе хромовый ангидрид.

*Руководитель: к.т.н., доцент Еришова Т.В.*

# СОЗДАНИЕ УКРАШЕНИЙ ИЗ МЕДНОЙ ПРОВОЛОКИ

Баранцева А.М. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Проволока удивляет своей пластичностью и большим потенциалом для применения в дизайне украшений и декоративных сувениров. Она широко применяется для создания бижутерии. В редких случаях берут материал из благородных металлов. В основном в работу используют простую, недорогую проволоку:

- медная;
- алюминиевая;
- бижутерная, продается в отделах творческих товаров.

Медная проволока для украшений самая популярная и недорогая. Очень важная характеристика проволоки — это жесткость, которая влияет на процесс и качество работы.

Различают три вида жесткости - мягкая, полужесткая и жесткая. Для работы выбирается проволока с маркировкой ММ (медная мягкая) без лака. Форма медной проволоки (рис. 1) бывает разная, для украшений в основном используется круглая медная проволока разной толщины.



Рис. 1. Форма-сечение медной проволоки

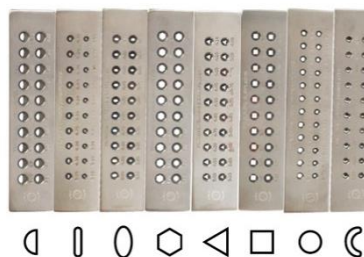


Рис. 2 Виды фильерных досок для протяжки проволоки

Толщина проволоки для изготовления украшений – от 0,1мм и толще. Полукруглая, квадратная и плоская проволока так же используется для украшений, но ее можно сделать самостоятельно с помощью инструментов: фильерные доски (рис. 2) и горелки.

В изделии можно сочетать различные типы проволоки по сечению, более толстую использовать для создания каркаса, а тонкую – для обмотки. Соединять концы проволоки можно загибанием, закручиванием, спайкой, метизами или муфтами. Проволока из меди легко гнется и сворачивается, можно сравнительно быстро научиться делать из нее завитки и колечки, из которых и состоят ювелирные украшения. Когда соединение производится сваркой или пайкой, то концы следует тщательно зачистить и обезжирить, для дальнейшего декорирования.

*Руководитель: ст.пр. Ленинцева Е.А.*

## АМУЛЕТ ЛУННИЦА В КЕРАМИЧЕСКОМ ИСПОЛНЕНИИ

Голубева К.М. (4 курс)

Лунница – один из самых распространенных амулетов-оберегов, существовавших на протяжении многих эпох и составлявших часть женского убора. При всем разнообразии форм и техники исполнения неизменным остается их общее сходство с Луной, олицетворяющее лунный культ, плодородие и женское начало.

Актуальность работы состоит в акцентировании внимания нынешнего поколения на свою историю и культуру. Всё чаще мы смотрим на культуру других стран, и так важно не забывать о значимости восточных славян, об их мудрости, в истории нашего народа.

На основу изделий были взяты древние и современные лунницы. Сами изделия были выполнены из красной и бежевой глины. Модель изготавливалась из пластилина (рис.1-а) и отливалась гипсовая форма (рис.1-б). Далее изделие набивается в форму пластом (рис.1-в), вынимается и в ручную налепливался декор лунницы (рис.1-г), имитируя металлические украшения. Особенностью декорирования является техника фроттаж-черным ангобом. Ангобом полностью покрывается поверхность изделия. Затем часть ангоба смывается влажной губкой, и он остается только в трещинках (рис.1-д). За счет техники декора добиваемся интересного матового и фактурного эффекта на поверхности изделия.

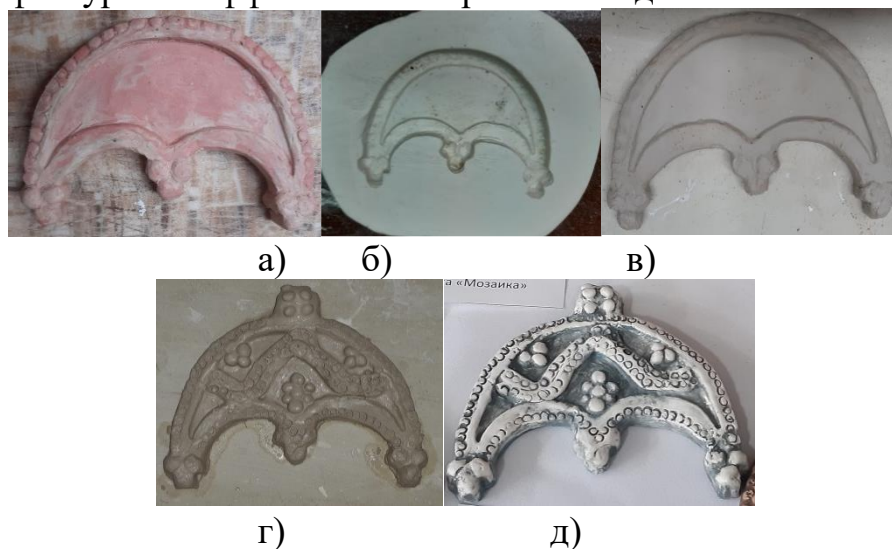


Рис. 1. Этапы изготовления Лунниц:

а) пластилинованная модель; б) гипсовая форма; в) изделие после набивки; г) декорирования изделия; д) изделие после росписи и обжига

Наибольшая трудность во время работы заключалась в создании симметричной пластилиновой модели.

*Руководитель: ст.пр. Ленивцева Е.А.*



# СОЗДАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ В СТИЛЕ СТИМПАНК

Горло А.В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Отражение собственного вкуса и индивидуальности в интерьере воплощается созданием нестандартных конструкций. Это касается странного стиля стимпанк, который породила промышленная революция и научная фантастика. [1] Стиль стимпанк - нестандартный и новый, он подходит для людей, готовых творить и создавать оригинальные предметы, используя подручные материалы.

Рассмотрим этапы создания металлического изделия в стиле стимпанк «Дракончик». Создается эскиз изделия (Рис.1) с подробным разбором материала из которого будет изготавливаться работа.

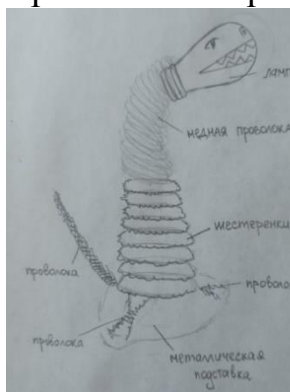


Рис.1



Рис.2



Рис.3



Рис.4

Материалы для создания изделия «Дракончик»:

- |                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1. Медная проволока            | 5. Круглогубцы                     |
| 2. Лампочка небольшого размера | 6. Черная краска                   |
| 3. Шесть шестеренок из латуни  | 7. Акриловая краска золотого цвета |
| 4. Металлическая подставка     | 8. Глянцевый лак                   |

Медная проволока закрепляется на металлической подставке (рис. 2) с двух сторон и переплетается в центре. На переплетенную проволоку насаживаются шестеренки и закрепляется переплетением проволоки (рис.3). Верхней части наматывается шея динозавра и соединяется с головой в виде лампочки (рис.4). К нижней шестеренки и металлической основе приматывается проволока для создания хвоста (Рис.4). Полученное изделие окрашивается черной матовой краской, после высыхания проявляется фактура-золотой акриловой краской и рисуется морда дракона. Далее изделие покрывается глянцевым лаком.

Список литературы:

1. Стимпанк — субкультура, стиль искусства [Интернет ресурс], <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/stimpank> - статья в интернете.

*Руководитель : ст. пр. Ленинцева Е.А.*

## РОСПИСЬ ПАННО ПО МОТИВАМ ИЛЛЮСТРАЦИЙ И.Я. БИЛИБИНА

Логинова А. В. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе экспериментально имитировали технику И. Я. Билибана, на керамическом изделии. Познакомились с историей возникновения Неостиля и узнали его отличительные черты. Неорусский стиль – это «русские» темы, выраженные в «нео» форме; это возникшая на русской почве модификация стиля модерн. Путь в графический дизайн неорусскому стилю проложил Иван Билибин- непревзойдённый художник-иллюстратор русской народной сказки. Ориентируясь на традиции древнерусского и народного искусства, художник разработал систему графических приемов, которая в совокупности со своеобразием трактовки былинных и сказочных образов дали возможность говорить об особом «билибинском» стиле.

Актуальность данного исследования состоит в том, что в настоящее время имеет большую значимость культурно национальное наследие. Иллюстрации И. А. Билибина к былинам и сказкам продолжают быть актуальными и сейчас.

На основании изученной информации рассмотрены аналоги с иллюстрациям И. Я. Билибана (рис.1). Техника его заключалась в контурном рисунке тушью с последующим заполнением сегментов акварельными красками разных цветов. На основании этого была выбрана ангобная роспись, которые лучше передаст технику автора на керамическом изделие. В качестве основы для декорирования была выбрана тарелка из полуфарфора. Ангобами провели все требующиеся этапы по созданию росписи на тарелке в выбранном стиле (рис.2).



1) Иллюстрация «Иван царевич и серый волк»



2) роспись ангобом



3) готовое глазурованное изделие

По итогу эксперимента получилось изделие, отвечающее всем поставленным задачам данной работы (рис. 3).

*Руководитель: ст.пр. Ленивцева Е. А.*



# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ BLENDER ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МАСТЕР-МОДЕЛИ

Малафеева И.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе показана возможность использования программного обеспечения на примере Blender, технические возможности современных средств для создания мастер-модели и промышленного распространения художественных изделий мелкой пластики, предметов интерьера или предметов быта.

Целью научной работы стало исследование вопросов технологического характера при отливке изделий сложной формы.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

1. Изучен китайский мифологический дракон Лун;
2. Выполнена технически сложная форма дракона в программе Blender;
3. Проведены серии отливок на основе 3д изображения, внесены корректировки в образ персонажа с учетом особенностей стилизации и дальнейшего исполнения в материале (рис.1).



Рис.1 Пример изготовления и использования 3д модели для снятия гипсовой формы

В ходе данной работы были выполнены в пластике промежуточные, черновые варианты модели. После снятия гипсовой формы с черновой мастер-модели в строение 3д объекта были внесены необходимые правки в конструкцию мастер-модели. Так же при снятии форм с черновых моделей было установлено, что необходима дополнительная подготовка поверхности мастер-модели перед работой с гипсом.

## Литература

1. Волкова М.Ю., Малафеева И.А. Использование 3D принтера для моделирования и визуализации трехмерного объекта // В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 14 апреля 2022 г. Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. 2022. С. 309-312.

*Руководитель: к.т.н., доц. Волкова М.Ю., к.х.н., доц. Виноградова Л.А.*

## ТЕХНИКА ЛИНОГРАВИЮРА, ПЕЧАТНАЯ ФОРМА ПО ТЕМАТИКЕ «ИГХТУ»

Матвеева Т.А. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Линогравюра – способ использования линолеума для создания отпечатков. Обычно для работы требуется пробковый линолеум, на котором создаётся рельефное изображение с помощью штихелей различной формы. Полученная матрица покрывается типографской краской и с помощью специального пресса прижимается к листу бумаги. Основное преимущество линогравюры перед другими видами иллюстрации – возможность тиражировать изображение, при этом сохраняя его рукотворную живость.

Цель работы – показать, что для создания линогравюры не обязательны дорогие инструменты и материалы.

Были использованы основные материалы:

- Линолеум из ПВХ;
- Резцы по дереву;
- Акриловая, штемпельная краска, гуашь;
- Бумага.

Изображение переносится на линолеум через кальку. Маркером или карандашом уточняются детали рисунка. Те области, которые будут вырезаны, закрашиваются темным, это помогает не запутаться в линиях в процессе резки. Резцами для линогравюры вырезают области, которые не должны быть покрашены. На отпечатке они будут иметь цвет той бумаги, на которой отпечатаны (рис.1). На резиновый валик раскатыванием по гладкой поверхности равномерным тонким слоем наносится краска. Слой не должен быть слишком толстым, иначе краска зальет тонкие линии, но и не слишком тонким, из-за чего могут остаться сухие, не покрашенные места.



Рис.1. Линогравюра «ХимТех», штемпельная краска

Лучше всего проявила себя штемпельная краска. Наибольшие затруднения были вызваны необходимостью обеспечения достаточного давления на матрицу и правильного расчёта количества краски для перевода изображения.

*Руководитель: ст.пр. Ленинцева Е.А*

## «ТЕХНОЛОГИИ НАДГЛАЗУРНОЙ РОСПИСИ ПО ФАРФОРУ»

Образцова А.Е. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Надглазурная роспись – одна из самых распространённых техник росписи керамических изделий, хотя и менее прочна, чем подглазурная, но имеет богатую цветовую палитру, так как закрепительный обжиг происходит при более низкой температуре 810°C.

По чистоте красок и прозрачности надглазурная живопись напоминает акварельную. Эскиз росписи тарелки желательно выполнять акварельными красками. Основой декора может быть орнамент, натюрморт или лаконичный пейзаж, которые нужно умело вписать в круг по заданию. Надглазурные керамические краски продаются в виде тонкомолотого порошка, который состоит из окислов металла и флюса. Окислы металлов определяют цвет красок, а флюс служит закрепителем.



Рис.1 - Первый слой после обжига



Рис.2 - Готовое изделие после обжига

Для росписи надглазурными красками берётся уже готовое глазурованное обожжённое изделие из фарфора. Краски наносятся поэтапно, в несколько слоёв. После нанесения каждого нового слоя изделие обжигают для закрепления красок на изделии. Проработка первых слоёв включает в себя прорисовку общего и дальнего плана (Рис.1). Следующие слои делаются более детально, прорабатывается передний план (рис.2). Также на этом этапе можно использовать декоративные приёмы, например, процарапывание иглой. С помощью нее делают всевозможные просветы в росписи, обнажая белую фарфоровую основу тарелки и придавая рисунку графичность. После последнего обжига посуда не боится влаги и высокой температуры, противостоит воздействию слабых кислот, поэтому ее можно смело применять в быту.

*Руководители: к.х.н. Филатова Н.В., ст.пр. Ленинцева Е.А.*

## ГРАВЮРА НА ГИПСЕ - ОТТИСК НА БУМАГЕ

Родина К.С. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Гравюра является одним из старейших видов искусства. После возникновения печати, появилась необходимость иллюстрирования печатной продукции. Для этой цели была выбрана гравюра. Графика давала человеку наглядные представления о книге - рассказе.

Гравюра на гипсе относится к эстампу высокой печати, это один из простейших способов получить оттиск на бумаге. Преимущество гипса заключается в том, что гипс мягкий материал и хорошо подходит для гравировки. Гипс дает возможность почувствовать механику творческого процесса. Метод заключается в том, что поверхность печатной формы гравируют. Краска, нанесенная на печатную форму, не попадает в канавки гравировки и остается на поверхности.

Для гравировки разработали рисунок «Дерево», далее сделали опалубку по размеру, важно, что бы форма имела гладкое дно. Приготовили гипсовый раствор, затем залили в опалубку. При затворении гипса с водой, образуется пластичная масса, которая впоследствии превращается в твердое тело. При твердении происходит гидратация полуводного гипса с превращением его в двуводный. Когда гипс затвердел, переводим рисунок на гипсовую пластину с помощью кальки и приступаем к резьбе (рис.1). Начинаем резьбу с основных линий рисунка, в прорезанные линии попадают крошки от гипса, их обязательно нужно убирать мягкой кистью.

Инструменты для резьбы по гипсу использовали резцы и стеки. В процессе вырезания смачивали поверхность гипса водой, так как это облегчает процесс резьбы, а также сокращает количество пыли.

Для печати с гипса использовали штемпельную краску, бумагу просто прижимали к клише рукой, таким образом можно получить достаточно оттисков.



Рис. 1 Готовая гипсовая гравюра



Рис. 2 Оттиск на бумаге

*Руководители: к.н.х. Филатова Н.В., ст.пр. Ленивцева Е.А.*

## **ОБУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЯМ РУЧНОГО КОЛОРИРОВАНИЯ ТКАНЕЙ В ДИЗАЙНЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Лапакас М.А., Привезенцева И.В, Сони́на О.Н.

*ОГБПОУ «Ивановский колледж легкой промышленности»*

Современные текстильные материалы – это результат совместного творчества дизайнеров, ученых и технологов. Огромные объемы производства тканей и изделий из них не подразумевают использования ручного труда, кроме разве самой начальной стадии проектирования рисунка. Впрочем, современные художники по текстилю давно уже заменили карандаш и бумагу на планшет и графические приложения.

Для начинающих дизайнеров по текстилю важно освоение именно ручных способов колорирования тканей. Ручные способы колорирования тканей, использующие различные методы нанесения рисунка дают возможность начинающим текстильным дизайнерам «почувствовать материал». В процессе работы с различными материалами приходит понимание, что один и тот же цвет и краситель может совершенно по-разному смотреться на разных типах тканей, в зависимости от типа волокна и фактуры материала. А это крайне важно для текстильного дизайнера.

При освоении технологий ручного колорирования мы решаем следующие задачи:

- отработка на практике навыков работы с цветом,
- практический поиск композиционных решений для изделий различного назначения, в том числе с учетом особенностей кроя.

В работе мы используем практически весь набор техник ручного колорирования: холодный и горячий батик, шаблонная печать, набойка с использованием линогравюры, вытравка в технике тай-дай, узелковая техника, а также свободная роспись по ткани.

Занятия росписью по ткани развивают мелкую моторику рук, координацию движений, глазомер, совершенствуют абстрактное мышление, художественный вкус, расширяют и углубляют кругозор. Разнообразие техник работы с тканью позволяет в процессе отработки навыков каждому найти свой уникальный стиль дизайна. Созданные в процессе работы альбомы с образцами тканей, колорированных ручными методами, зачастую впоследствии становятся основой для творческих решений при разработке новых коллекций с помощью программ графического дизайна.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРОШИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНТЕРНОЙ ПЕЧАТИ

Челышева А.Д. (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

В работе представлена технология изготовления броши из медного сплава – латуни методом литья по выплавляемым моделям. Для изготовления мастер-модели использован метод печати на 3D принтере из ABS пластика.

3D-печать – это процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели. 3D-печатные технологии используются в архитектуре, строительстве, промышленном дизайне, автомобильной, аэрокосмической отраслях, производстве ювелирных изделий и многих других сферах.

Для создания 3D-модели использовали метод компьютерного графического дизайна с помощью программы КОМПАС-3D LT V12. Во время печати принтер CreatBot F430 считывал 3D-печатный файл, содержащий данные трехмерной модели, и наносил последовательные слои АБС смолы, выстраивая трехмерную модель. Эти слои сплавлялись вместе для создания объекта заданной формы – броши.

Затем печатную модель из АБС-пластика использовали для изготовления резиновой формы для отливки восковой копии броши. Восковую модель изделия помещали в опоку и заливали единой гипсовой смесью. В процессе термообработки воск выплавлялся и в полученную форму заливали расплавленную латунь.

После литья проводили заключительную механическую обработку броши. В результате получили вот такую отливку методом литья по выплавляемой модели.



*Руководитель: к.т.н., доцент Ершова Т.В.*



## «АНГОВНАЯ РОСПИСЬ ТАРЕЛКИ: КОТ-ЯКУДЗА»

Шахов Д.С. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Ангобирование - это важный и трудоёмкий процесс декорирования изделия. Приготавливают ангобы из тугоплавких, светложгущихся глин и из легкоплавких глин. Для получения необходимой окраски используют красящие пигменты.

От простого эскиза до полноценной работы проходит много времени и этапов. Выбор темы для росписи, нанесение эскиза, ангобов, глазури- всё это неотъемлемые процессы создания керамической тарелки.

Вначале, на тарелке делается эскиз карандашом (рис.1), наметив общий фон и главный объект-кота. После этого подбираются ангобы по эскизу, потом наносятся ангобы кистью (рис.2), создавая контраст между тёмным небом, асфальтом и яркими красочными вывесками. Ангоб по своим свойствам является промежуточным слоем между черепком и глазурью, с водопоглощением — 0,1—0,2%. Спекшийся ангоб должен обладать рядом свойств, присущих глазури. Почти полное спекание ангобного слоя обеспечивает достаточную прочность сцепления его с изделием. До глазурования, краски дают пастельные цвета, поэтому рисунок выглядит до глазурования блекло.

С помощью пульверизатора наносится прозрачная глазурь на тарелку равномерным слоем, чтобы полностью закрыть весь рисунок. После этого изделие отправляется в печь при 1070°C, где по итогу получается яркое, блестящее изделие с насыщенными цветами (рис. 3).



на тарелке



рис. 2. Рисунок ангобами



глазурованная работа

Освоил необходимые навыки для создания и декорирования керамических изделий, которые имеют очень непростую и ответственную работу, требующую определённых знаний и умений от художника-технолога.

*Руководитель: ст.пр. Ленивцева Е.А.*

# ТЕХНОЛОГИЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ФРИТТЫ

Широкая Ю.С (4 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

По внешнему виду фритта представляет собой стекловидный продукт. Результатом водного гранулирования расплава, которого являются гранулы, размер их не должен превышать 10мм. Фритта может быть прозрачная, полупрозрачная, белая и различных цветов при добавлении к ней красящих пигментов в виде оксидов металлов.

Для проб фритт созданы керамические ангелы, которые заранее расписывались керамическими красками-ангобами и прошедшие утильный обжиг при 900°C. В специальные углубления – юбки, в изделия выкладывалась плотным слоем белая фритта, далее отправлена на обжиг 900°C, чтобы во время обжига фритта не вытекла, сделаны бортики высотой 3-4 мм.



Рис. 1. Готовые изделия

После второго обжига, выкладывается неплотным слоем прозрачная фритта, и обжиг проводится при более высокой температуре 1050°C, для растекания и прохождения всех технологических процессов. При использовании различных цветов фритт образует интересный градиент и создается объем тонов на керамической поверхности (рис1).

Все изделия получаются уникальными в своем роде. В процессе работы декорирования и обжига, фритта может повести себя совершенно неожиданным образом и показать в итоге непредсказуемый результат. Данная техника декорирования выглядит современно и привлекательно и повышает декоративный эффект изделию.

*Руководитель: к.х.н. Филатова Н.В., ст.пр. Ленивцева Е.А*



**Круглый стол «Психолого-педагогические  
особенности образовательного процесса в  
интерпретации такого социального явления как  
аниме»**

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕНИ ВНУТРЕННЕГО «Я» В ЯПОНСКОЙ И СОВЕТСКОЙ МУЛЬТИПЛИКАЦИИ

Буренкова А.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Мир мультипликации разных культур чрезвычайно интересен и разнообразен. Каждый зритель хочет найти в нем что-то нужное для себя, представлять, как можно проанализировать свой внутренний мир и свои проблемы с помощью визуализации образов своего внутреннего мира и опыта сквозь призму мультипликации. Легко заметить, что мультфильмы различаются по способу создания кадра: одни создаются при помощи компьютерной графики, а другие рисуются от руки. Аниме - исключительно рисованная анимация, которая даёт меньше возможностей для придания разнообразия стилю кадра.

В большей степени русское аниме не ценят и не выделяют из мультипликации только из-за того, что сама мультипликация считается не на том уровне и степень подачи материала не такая, как хотелось бы зрителям. Соответственно, с технической точки зрения это точно такие же мультфильмы, что и «Ежик в тумане», «Ну, погоди» или «Незнайка на луне». В отдельную категорию их можно выделить из-за ряда ярких особенностей, в которых мы и постараемся разобраться - в так называемом российском аниме. В качестве примеров мы берем мультфильмы «Я подарю тебе эту звезду», «Пингвиненок Лоло», и «[Ух ты, говорящая рыба](#)». Наши мультфильмы основаны на раскрытии разных теней в психическом мире человека, поняв которые, можно разобраться в лабиринтах собственного мироощущения и поведения. Сняв свои розовые очки, попытаться выстроить программу своего собственного очищения. И учат они своих зрителей доброте и справедливости. Но почему-то молодое поколение не хочет исправляться, после того как посмотрит на себя со стороны. Каждый мультфильм учит нас чему-то. Чтобы его понять, нужно видеть эти проблемы и хотеть с ними бороться.

Сравнивая русские и японские "мультики", отметим, что в них вложено множество сюжетных линий, на первый план выдвигается не действие, а внутренние монологи, психология и межличностные отношения.

*Руководитель: кандидат педагогических наук, доцент Торшинин М.Е.*

## ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ КАК ВАЖНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В КОНТЕКСТЕ АНИМЕ

Дукалов М.Д. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

21 век – это век возможностей. И ошибочно мнение, что возможности – это всегда хорошо. Обилие путей не то чтобы не вселяет свободы, но скорее наоборот – делает нас менее свободными, чем мы есть от рождения. Человек в 21 веке – это шлюпка в бушующем океане. И только маяк способен её спасти. Для человека таким маяком выступает цель.

О том, как важная чётко сформированная цель, отлично рассказывает аниме “Крутой Учитель Онидзука”. Всё, что было у Онидзуки – это мечта. У него не было ни специального образования, ни педагогического опыта, ни даже собственных детей. Но это не помешало ему стать учителем. И не просто учителем, а “крутым учителем Онидзукой”. *В аниме встречается немало учителей, которые различными способами поощряют своих учеников становиться ответственными взрослыми. Эти учителя поощряют творчество своих учеников, предлагая разумные, разумные советы.*

Учителя, на мой взгляд, не должны занимать такую агрессивную, снисходительную позицию: «Я умный, а ты тупой, и все, что я говорю, – золото», потому что воспитанники плохо реагируют на такой авторитаризм, а это не так. Учителя должны поощрять любые позитивные изменения, даже если ученик делает что-то немного иначе, чем учитель был обучен сам. Учитель должен так настроить образовательных маршрут, чтобы получить измеримые результаты, а цель состоит в том, чтобы к концу обучения каждый ученик показал признаки улучшения.

*Руководитель: кандидат педагогических наук, доцент Торшинин М.Е.*

## **ЗАГАДКА АКСИОМЫ ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ПОБЕД, ИЛИ ХОЧЕШЬ ИЗМЕНИТЬ МИР – НАЧНИ С СЕБЯ!**

Коженков Н.Т. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Во все времена, что существует человек как вид Homo sapiens, было важно отстаивать традиции и защищать свою "территорию" от внешних угроз, что норовят уничтожить ценности и порядок, царящий в племени. Так через многие поколения образовывался патриотизм. Под патриотизмом понимают умение ценить, защищать и продвигать родной язык, родные ценности и традиции как можно большим количеством человек.

В настоящем времени патриотизм в России оставляет желать лучшего. Чтобы развивать и поддерживать патриотизм в живом, активном и развивающем учеников форме, существуют разговоры о важном, религия, пропаганда и армия. Такой метод обучения можно назвать педагогическим патриотизмом. Форма педагогического патриотизма бывает разной, но суть заключается обучить ценить, любить и дополнять родные ценности и культуру страны, а также ценности своей будущей профессии.

Оценивать форму педагогического патриотизма мы будем на примере аниме "Ученик Чудовища". Своим детям и ученикам правитель Свиногор прививает любовь к своему делу, уважение к своим соперникам и сохранение своё собственного достоинства. Как противовес Свиногору в аниме представлен образ другого учителя - Медвежута, который тоже силён, но обделён благородными качествами, потому не имеет спроса у учеников. Медвежуту предстоит пройти большие испытания, чтобы стать примером для своих учеников.

*Руководитель: кандидат пед. наук, доцент Торшинин М.Е.*

## **ПРОФЕССИОНАЛЬНО - ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СМЕЩЕНИЯ В ЛИЧНОСТИ ПЕРСОНАЖА МИСАТО КАЦУРАГИ ИЗ АНИМЕ «ЕВАНГЕЛИОН»**

Кузьмиков М.С. (студент 1 курса магистратуры)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

*Институт химии растворов РАН имени Г.А. Крестова*

Выражение и анализ различного рода психологических явлений через призму искусства – один старейших приемов формализованного описания действительности. В этом смысле, анимационные картины разных жанров позволяют работать со всем разнообразием тем, так как формат подразумевает свободу выражения и представления информации. В качестве рассматриваемого жанра в работе выбрано направления японской анимации, более известное как «аниме». Наиболее всеобъемлющим, в значении внутренних подтекстов и сложных комплексных характеров персонажей, можно назвать произведение Хидэаки Анно - «Евангелион». Необходимо отметить, что в работе рассматривается оригинальное произведение, состоящее из 26 серий.

Одним из главных персонажей является майор организации «Nerv» Мисато Кацураги. Ее взаимоотношения с главным героем произведения проходят крайне насыщенный, в значении психологического развития и изменения персонажа, путь. Если в начальных эпизодах ее положение можно описать как «старшая сестра», то далее персонажу, как непосредственному наставнику и руководителю, приходится принимать более значимые и ответственные роли. К концу произведения образ Мисато перерастает для главного героя в фигуру «матери», хотя сама майор до конца считала, что не смогла ее заменить. Вклад этих трансформаций четко прослеживается, поскольку и общение, и подход к нему меняются в отношении других коллег и сотрудников. Знаменательно здесь и похожие отношения с отцами у главного героя и Мисато. Во многом это и позволяет ей найти общий язык со своим подопечным и в дальнейшем умело применять различные проявления манипулятивных воздействий.

В анализе произведения, как и в нем самом, распространено обсуждение «Дилеммы дикобразов». Цитируя само аниме: «Когда один дикобраз хочет согреть другого, чем сильнее они сближаются, тем больше ранят друг друга. То же самое и с людьми». В этом смысле, можно сказать, что, адаптируясь к другому человеку, взаимно изменяя друг друга, персонаж Мисато Кацураги значительно меняется к концу произведения. И вклад этих изменений четко прослеживается и в ее отношении к работе.

*Руководитель: к.п.н., доцент, Торшинин М.Е.*

## **«МЕЧ ДОБРОЙ СИЛЫ» В КОНТЕКСТЕ ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКИ «ДОБРОГО СЕРДЦА» В.А. СУХОМЛИНСКОГО**

Лошкарева А.А. (2 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Аниме многогранно и осмысленно, оно развивает, в нем заложен глубокий смысл. Психологические особенности аниме “Клинок, рассекающий демонов” раскрывают тему взаимоотношений учителя и ученика. Данная проблематика прослеживается в концептуальной модели взаимоотношения «учитель-ученик» педагогики сотрудничества В.А. Сухомлинского. Можно сказать, что в аниме педагогика доброго сердца приобретает новые краски и актуальность.

Анализируя сюжетную линию аниме, можно прийти к выводу, что взаимоотношения главного героя и его учителя оказывают положительное влияние на формирование черт характера и могут привести к развитию как отрицательных качеств (пороков) в хорошие качества, которые во многом после упрощают жизнь. Следует отметить, что аниме так же и затрагивает тему экологии и учит искусству истребления личностных «демонов».

Анализируя взаимоотношения учителя и ученика, с уверенностью могу сказать, что иногда самые близкие люди могут становиться прекрасными учителями, могут становиться прекрасным поводом становиться лучше. Строгость родителей иногда очень ранит и оказывает сильное влияние на ребенка, но, когда он вырастает, он непременно понимает своего родителя и по совместительству учителя. Чувство зависти становится поводом самосовершенствоваться, чтобы стать хоть немного похожим на своего учителя. В нем очень просто заметить красную нить, которая протягивается через весь сюжет. Я должен измениться ради себя, а люди, которые находятся рядом помогают мне это сделать, оставляя во мне частички себя, при этом они продолжают во мне.

*Руководитель: к.пед.н., доцент Торшинин М. Е.*

## ПОНИМАНИЕ ЛЮБВИ И МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ ЧЕРЕЗ МИР АНИМЕ

Пайгашева Е.А. (3 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Любовь - очень сильный инструмент, который позволяет преобразиться до неузнаваемости. Каждый человек претерпевает изменения в течении жизни. У кого не было разочарований в другом человеке, принесшим болезненные ощущения? У кого не было неразделенности в отношениях? Кто из нас не проходил испытание любовью одного из родителей или вовсе такого не испытывал? И ведь во всех этих моментах мы испытываем разные эмоции, которые меняют нас, закаляют нас, а выбор, который мы делаем после испытанного переживания ещё больше увеличивает разрыв, между прошлыми и настоящими нами.

Но всё же, почему именно любовь помогает пережить самые трудные времена? Всё просто, это самое сильное теплое и сильное чувство, что испытывает каждый человек. Именно поэтому этот вопрос до сих пор имеет такой вес в обществе и занимает одно из главных мест в жизни каждого. Данная проблематика ярко прослеживается в искусстве аниме. На примере взятого аниме «У Коми чан проблемы с общением», за один год главная героиня научилась разговаривать и преодолевать свой страх звонить первой. Коми завела около 30 друзей, что является очень большим успехом для главной героини, ведь до встречи с Тадано у нее за 8 лет школы, не было ни одного друга, тем более она пробовала отстоять собственное мнение перед бабушкой, которая является сильной и уважаемой женщиной в их семье. Встретив любовь в своей жизни, героиня демонстрирует перестройку своих личностных феноменов и транслирует новые формы поведения по отношению к себе, окружающим людям, человеческим отношениям.

А чем отличаемся мы в наших переживаниях от мира аниме и восточной культурой в целом? В традиционной восточной культуре молодые люди начинают встречаться гораздо позже, чем западная молодежь, для которой нормально вступать в серьезные отношения еще в старшей школе. Большое разнообразие смысловых оттенков в сочетании со сложностью самого чувства означает, что любовь является необычайно трудной для определения по сравнению с другими эмоциональными состояниями. Следует подчеркнуть, что в разных культурах смысловое значение и словесное немного отличаются, но если разобраться психологически, то они имеют эквивалентную смысловую нагрузку.

*Руководитель: к.пед.н., доцент Торшинин М. Е.*

## **ФИЛОСОФИЯ «СТАЛЬНОГО АЛХИМИКА»: КАКУЮ ЦЕНУ ПРИДЁТСЯ ЗАПЛАТИТЬ ЗА ЖЕЛАЕМОЕ?**

Ширяева М.И. (1 курс)

*Ивановский государственный химико-технологический университет*

Аниме является неотъемлемой частью жизни многих молодых людей. Оно вдохновляет, учит, раскрывает вечные темы с разных сторон. «Стальной алхимик» - это история о двух братьях, Эдварде и Альфонсе Элриках, которые пытаются вернуть свои потерянные тела, используя алхимию. На первый взгляд, это может показаться простой историей приключений, но на самом деле аниме «Стальной алхимик» является глубокой философской работой, которая исследует множество философских проблем, таких как мораль, жертва, справедливость и многие другие.

Аниме «Стальной алхимик» исследует тему жертвы и ее последствий. Эдвард и Альфонс понимают, что каждая жертва имеет свою цену и что каждое действие имеет последствия. Им приходится нести ответственность за свои действия, и не всегда они способны самостоятельно справиться с этим. Например, в детстве Эдвард и Альфонс пытались вернуть свою мать с помощью алхимии, но чтобы это сделать, им пришлось пожертвовать самым дорогим, что есть у человека – собственным телом. Это приводит к тому, что Эдвард теряет свою руку и ногу, а Альфонс полностью теряет тело и остается только духом, заключенным в бронзовый доспех. Герои попадают на грань двух миров и только тогда понимают, что их желания стоят слишком дорого, чтобы так бездумно гнаться за ними, не думая о том, что будет после. Кроме того, «Стальной алхимик» исследует тему жертвы в контексте более широкой проблемы – проблемы войны и насилия. Эдвард и Альфонс сталкиваются с множеством ситуаций, где жертвы войны и насилия являются неизбежными, и они понимают, что это несправедливо и что никто не должен страдать из-за чьих-то амбиций. Каждый человек может стать жертвой, и каждая такая жертва имеет свою цену, за которую, чаще всего, никто не несёт ответственность.

В аниме «Стальной алхимик» каждый персонаж проходит свой уникальный путь, который может приводить к жертвам. Исследование темы жертвы и ее ценности подчеркивает, что каждый человек имеет свою историю и что каждый поступок может иметь последствия. Герои этого аниме демонстрируют нам, насколько важно помнить о том, что придётся отдать, чтобы получить желаемое. И насколько, в большинстве случаев, мы заблуждаемся, принимая поспешные решения и забывая о том, что действительно важно.

*Руководитель: д.ф.н., проф., Зеленцова М.Г.*



Alister D.A., 465	Андреева А.С., 206
Balashov E.V., 466	Андреенков А.А., 354, 355, 356, 388
Bocharov P.S., 468	Андрушойть Д.И., 185
D.E.Boytssov , 467	Анисимов С.С., 329, 450
Finogenov D.N., 477	Аннакулиева Д.Х., 646
Izvekova A.A., 470	Антошина А.А., 451
Kerner A.A., 471	Антуганова В.А., 114
Ksenofontova K.V., 471	Артамонов А.А., 224
Kukushkina N.V., 473	Артюхова А.И., 647
Kuzmikov M.S., 472	Артюшин А.С., 22
Maizlish V.E., 476	Астафьева А.А., 225
Mozgova V.A., 474	Астахов П.С., 60, 70
Nabasov A.A., 464	Асташова В.Э., 590
Osokin V.S., 475	Аурова Е.А., 56
Rassolova A.E., 476	Бабкин М.Ю., 100
Vinogradov N.M., 469	Бабурин Е.М., 57, 452
Абдуллина Д.Р., 188	Баданов М.А., 23
Абиева Ф.А., 238	Базанов М.И., 309
Аверьянова Т.Е., 440	Балакирев В.Н., 357
Агафонов А.В., 116	Балашов Е.В., 166
Агеева А.А., 98	Балдина А.А., 8, 239
Ажищева А.Р., 54	Баранцева А.М., 648, 649
Аксарин Я.Г., 643	Баринов В.Б., 479
Акуличев М.А., 413	Басеева М.М., 591
Александровский В.В., 186	Батманов Б.О., 592
Алексеев П.С., 223	Батракова А.А., 186
Алехина А.Ф., 435	Беликова А.А., 101
Алешонкова А.А., 99	Беягина П.С., 24
Алиев М.Р., 630	Беяев А.А., 275
Алистер Д.А., 143	Берегова Н.В., 593
Амандуллаева Фотима Икром кизи , 55	Березина Н.М., 289

Беспалов Д.В., 358	Буркеева В.Р., 632
Бикметова М.В., 596	Бурмистров В.А., 186
Блохина П.М., 276	Бурова Е.А., 36
Бобров Д.А., 359, 370	Бушуева С.Е., 596
Бобров К.С., 631	Быков Ф.А., 26, 436
Бобровицкий Д.А., 277	Быструхина А., 280
Богатов А.Н., 639	Быченков Е.М., 392
Богачева П.Р., 313	Бычкова А.Н., 102, 108, 125
Бодров А.А., 360, 361	Ваняйкин И.К., 363
Бойко Н.Ю., 226	Варакин И.Е., 342
Бойназарова К.У., 128	Василенко К.Н., 604
Боков А.С., 5	Васильев И.А., 393, 394
Болвинова Д.А., 167	Васильев Н.А., 303
Большакова Е.А., 278	Васильев Н.Р., 331
Бондарева Т.В., 240	Васина М.В., 281
Борзов И.П., 330	Васютина П.Ю., 282
Борзова А.А., 599	Ваулин С.А., 314
Борисова Т.Н., 147	Вашурин А.С., 101, 108
Ботнарь А.А., 277, 279	Верес К.А., 148, 163, 462
Бочагова Е.И., 617	Вершинский И.В., 453
Бочаров П.С., 187	Веселов А.А., 417
Брагина А.А., 58	Ветрова М.А., 59
Брагина В.И., 35, 50	Ветрова С.А., 332
Брызгалов И.И., 187	Вигурская Т.А., 129
Брюханова А.Е., 539	Викторчук Н.А., 168, 172
Брюханова С.Ю., 313	Виноградова Е.В., 283
Будникова А.С., 533	Вишнева Е.А., 533
Будылястов А.Р., 579	Владимирцева Е.Л., 26
Буймов С.Д., 595	Власкина В.А., 598
Булатный В.Е., 362	Власкина Е.С., 437
Буренкова А.А., 662	Войнов Е.А., 364

Волжанкина К.А., 495	Горло А.В., 651
Волков И.А., 333	Горошков И.А., 365
Волкова Д.Е., 633	Горячев А.В., 316
Волкова Ю.М., 599	Градусова Е.А., 438
Вруцкая Е.В., 60	Граждан А.Ю., 39
Габрин В.А., 227	Грачева А.А., 208
Гавва М.А., 149	Грименицкая П.П., 317
Гадалова Е.Ю., 315	Гришин И.С., 151
Галактионов С. С., 152	Гришин Р.А., 439, 507
Галанин Н.Е., 309	Гришков А.Э., 40
Галиаскаров Э.Г., 580	Громова А.С., 318
Галимов М.Н., 188	Громова Н.М., 130
Галицкий Э.В., 61	Грубов Д.А., 285
Гаранин А.Я., 584	Гудков Н.И., 366
Гарибян А.А., 223	Гудылев.А.В., 103
Гвоздев В.В., 579	Гүзенко О.А., 209, 394
Геворкян А.В., 480	Гусев А.А., 144
Гильдеев И.А., 444	Гусев А.Ю., 6, 14
Глотова Ю.А., 447	Гуслова П.А., 601
Гогулев И.А., 37, 51	Гущин А.А., 602
Голованова Е.С., 600	Давыдова А.А., 440
Голубева А.Ю., 38, 496	Делягина Е.С., 223
Голубева К.М., 650	Демидова Е., 481
Голубева П.А., 547	Денисов Д.А., 334
Гонова В.А., 150, 454	Дербенева П.Д., 7
Гончаренко А.А., 112	Дзарахохов А.Э., 497
Гончаров В.В., 8, 13, 284	Добровольская Е.С., 438
Горбанов Е.А., 337	Догадаев Г.А., 395
Горбунова Е.А., 332	Догадаева С.А., 241
Гордеева А.И., 207	Долженко В.Д., 119
Гордеева Е.М., 418	Домарева Н.П., 8, 13, 284

Донец А.В., 482	Жебракова А.Д., 62
Дорофеев А.С., 296	Желтова Е.А., 289
Дрондель Э.А., 242, 514	Жуков П.Н., 170
Дудина А.С., 243	Жулий Е.Г., 290
Дудина В.С., 244	Журавлев М.А., 580
Дукалов М.Д., 663	Забалуева С.В., 245
Дун Ифэй , 548	Заварихин И.В., 63
Дьяков Я.С., 228	Заводова В.А., 600
Евдокимов А.А., 8	Зайцев М.В., 246
Евдокимов П.Е., 367	Зайцева А.Д., 152
Евдокимова А.В., 104, 157	Зайцева А.О., 335
Евсеев В.В., 62	Зайцева Е.П., 604
Евтушенко Н.С., 425	Зайцева П.А., 41
Егоров Н.А., 368	Зайцева А.О., 517
Егорова Л.Д., 369, 390	Закорюкина А.Е., 599
Елизарова А.П., 286	Захаров А.Д., 396
Елисеева В.К., 603	Захаров И.В., 336, 483
Елховикова А.А., 131	Зеленова Н.А., 605
Емельянов С.С., 98	Земляной И.С., 210
Еналиев А.А., 226	Зимарёва П.А., 225
Еремеев И.Е., 105	Зиминов А.В., 251
Ерзунов Д.А., 106, 117, 121	Зимнуров А.Р., 439
Ерзунов К.А., 435, 441, 442, 445, 448	Зиновьева Л.А., 498
Ёрмамадова С.Г., 128, 190	Золоткова С.М., 247
Ермоленко Б.В., 429	Зонина И.И., 25
Ерошин А.В., 169	Зуборев Д.А., 395
Ефимов А.Е., 75	Зыков Р.Н., 337
Ефимова Е.А., 287	Ибрагимов А. Ш., 518
Ефремова Д.А., 288	Ивакин В.А., 291
Ефремова Е.И., 107	Иванов А.Д., 9
Жбанова Е.М., 633	Иванов Д.А., 338

Иванов К.В., 116	Квитко В.Е., 397
Иванова А.С., 606	Кениг Л.Л., 420
Иванова К.А., 132	Кениг Л.Л.Соловьев К.Д., 66
Иванова М.А., 248	Кернер А.А., 110
Иванова П.А., 64 65, 338	Кибирева Я.Е., 281, 293
Иванова Ю.А., 30	Кипина Е.В., 57, 73, 95
Игнатьев А.А., 64, 65, 338	Киптикова Е.Е., 191
Извекова А.А., 56, 85	Кирьянов А.Д., 607
Изюмова О.С., 26	Киселев А.А., 575
Ильичева М.Д., 442, 508	Киселева А.Ю., 251
Исаев М.В., 419	Киселёва К.Н., 69
Исаев Я.И., 189	Кйалуэ Мерессе К., 421
Казак А.В., 260	Клепалова А.А., 540
Казаков А.А., 609	Климанова В.Д., 549
Казанцева М.С., 10	Климас А.В., 339
Казарян К.Ю., 108, 125	Клименцов И.М., 192
Кайгородова Е.Ю., 132	Климова И.А., 252
Калачев А.М., 42	Клягина К.С., 153, 158
Калинкина В.А., 499	Кляузер А.Р., 541, 550
Калягин А.А., 123, 264	Князева В.А., 154
Камолова И. У., 190	Ковалев А.Е., 253
Камышан А.А., 249	Ковалева А.А., 67
Кантерман А.С., 292	Ковков Г., 484
Карамова Л.П., 632	Ковкова У.П., 254, 268
Карапапас М.Е., 156, 159	Ковнир Э.В., 287
Карасева А.А., 126, 627	Коженков Н.Т., 664
Карпова В.С., 109	Козлова М.С., 608
Каташинская В.А., 634	Колесникова Д.Р., 635
Католикова А.С., 133, 141	Колобкова А.В., 27
Катраевский Д.А., 43	Колчин А.Д., 11
Каянова К.А., 250	Кондрашова Д.С., 551

Кониченко А.С., 582	Кувыкин Д.С., 486
Константинов Л.Е., 609	Кудряшова Л.А., 212
Константинова З.А., 443	Кудряшова Таисия, 636
Константинова Ю.А., 68	Кузнецов Н.А., 628
Корниенко М.С., 294	Кузнецова А.А., 509
Коробова В.Д., 235, 510	Кузнецова С.М., 70
Королев В.В., 398	Кузовлев Н.А., 213
Королева П.Г., 278	Кузьмиков М.С., 99, 455, 665
Короткова А.А., 534	Кузьмина М.С., 295
Коротова А.Ф., 542	Кулёв В.А., 256
Корпусова М.И., 229	Кулик Д.С., 195
Коткова Т.С., 509	Куликов М.А., 296, 297, 298
Котов А.С., 359, 370	Куликов М.М., 155, 593
Котова Ю.В., 56, 69	Куликов.Р.И., 637
Кочкин М.А., 581	Курбатова М.С., 166
Крайкина М.Е., 610	Курганова С.В., 214
Крайнева О.Д., 134	Курилович Е.В., 185
Красавин Е.А., 340	Курнаев И.М., 342
Краснощеков А.Н., 152	Курникова А.А., 147, 156, 159
Красовская З.С., 135	Курочкин Д.А., 400
Крестова А.Н., 111	Курочкин И.Ю., 171
Кречуняк Н.В., 255	Кучумов В.А., 152
Крисанов А.Н., 399	Кушнир Р.А., 137
Кротов К. А., 341	Лазарев А.А., 413
Кротова И.М., 211	Лазовский Д.А., 197, 257
Круглов Д.С., 485	Лампасова А.К., 573
Крутов П.Д., 193	Лапакас М.А., 657
Крюкова О.В., 136	Лапин И.И., 425
Ксенофонтов А.А., 187	Лапин Н.С., 422
Ксенофонтова К.В., 110	Лапин О.Р., 423
Кувшинов Д.В., 319	Лапшина А.А., 611

Лапшов А.Н., 456	Малинина К.А., 44
Ларина А.И., 401	Малкова М.А., 553
Ларионов А.И., 157	Малоиван М.С., 28
Лебедев И.С., 168, 172	Мамардашвили Н.Ж., 260
Лебедев М.Д., 112	Мамедов Д.С., 574
Лебедева Е.С., 285	Марченкова М.А., 260
Лезин Д.А., 371	Матвеева Т.А., 654
Ленькова Ю.А., 173	Матрохина А.Н., 186
Летенкова Н.С., 93	Матузов Д.Д., 29
Лихач Д.С., 372	Медведева А.С., 230, 510
Лишнова И.А., 71	Межевой И.Н., 130
Лобанов Д.Е., 343	Метелев В.А., 487, 501
Лобанов Н.В., 174	Мешелева Т., 457
Логачева О.И., 215	Мигаль Н.А., 197, 257
Логинова А.В., 652	Милошевская О.В., 198
Логинова Т.С., 10	Милых А.С., 113, 122
Лосева Е.А., 216	Минеев А.А., 582
Лошкарева А.А., 500, 666	Минченко В. М., 341
Лузева Ю.С., 72	Минченко В. М., 519
Луканов М.М., 175, 177	Мишин И.В., 425
Лукашова М.А., 552	Моденов А.В., 402
Лучшев А.В., 344	Моисеев Л.Е., 345, 488
Любимова Т.В., 245	Моисеева И.И., 258
Мадиномов А., 196	Молодцов П.А., 213
Майорова Е.И., 299	Молюков Т.Р., 373, 382
Макаров М.С., 304	Морозов А.В., 73
Макаров С.В., 213	Морозов Д.В., 29
Макарова А.И., 217	Морозов М.П., 346
Максимова Д.В., 634	Морозов Р.А., 374
Максимова Л.С., 153, 158	Морозова К., 520
Малафеева И.А., 653	Моршнев Ф.К., 242

Московцева Е.Д., 199	Образцова А.Е., 655
Мочалова Ю.А., 547	Овчинников Г.Д., 75, 458
Мощенков А.Д., 176	Оганян В.В., 512
Муравьев Н.В., 612	Одинцова Е.Г., 167
Муравьева А.Д., 320	Окуньков Н.С., 376
Мустафина Р.Р., 444	Опарин К.А., 631
Мутовкин И.А., 321	Опурина П.А., 594
Мухина В.А., 169	Орехова А.С., 283
Мыкина Е.А., 105, 114, 502	Орлова А.Р., 511
Мыслинский С.С., 638	Островерхова М.А., 557
Набасов А.А., 300	Оськин П.В., 17, 67, 76, 234
Надельштехель А.О., 554	Охапочкина Ю.С., 584
Надтока Т.Е., 301, 511	Охапочкина Ю.С., 503
Наимов А., 375	Ощенко И.И., 45
Напалков Е.А., 322	Павлищева Т.А., 77
Наумов К., 302	Павлова А.С., 427
Наумова Е.М., 555, 556	Павлова Э.А., 177
Ндала Мечак Яв, 424	Пазун Е.А., 446
Никитин Г.А., 138	Пайгашева Е.А., 667
Никитин И.А., 259, 262	Панкова А.С., 575
Никитин К.С., 260	Панова.М.С, 637
Никифоров Д.О., 583	Панфилов М.Е., 78
Николаев К.В., 613	Парфёнов А.А., 512
Николаева Е.Д., 614	Пасечников Ю.В., 428
Никольская А.В., 597	Патрушева Д.А., 200
Нишукова М.А., 74	Перелетов И.Е., 615
Новиков И.В., 186, 204	Пересунько Ю.Д., 79
Новикова В.А., 426	Перова С.О., 139
Новожилов Н.А., 612	Петрова А.С., 12, 295
Носкова В.С., 115	Петрова М.С., 8, 13, 284
Нуранеева Е.Н., 244	Петрушина В.Ю., 445, 448, 507



Пирогова М.В., 553	Прокопец В.Р., 628
Писарева А.А., 80	Прохоров А.Н., 336
Пискарева А.А., 261	Прутских М.С., 429
Пичурова А.А., 231	Пряхин Д.А., 640
Платова А.С., 81	Птицын Д.А., 233
Плахов А.С., 232	Путкарадзе Т.Р., 535
Плеханов К.А., 323	Равчеева Е.А., 264
Плехов М.Д., 489	Раджабов У.Р., 190
Плотвина А.В., 116	Раджабов У.Р., 128, 196
Плотникова А.О., 140	Разумов М.В., 534
Плотникова С.А., 377	Рассолова А.Е., 304
Повалихина Н.А., 543	Ратавина В.С., 47, 496
Погодина Е.И., 141	Рахимова А.А., 644
Погонин А.Е., 171	Ремнев К.А., 373, 382
Полетаев И.А., 521	Репин И.В., 446
Полиектова В.В., 303	Репин К.А., 513
Поличенков И.К., 486	Ржаницына О.Ф., 147, 156, 159
Полханов А.А., 558	Родина К.С., 656
Понаморев М.О., 559	Родионов А.Д., 383
Пономарева Ю.Н., 378, 379, 380	Родионов В.П., 82, 94
Попков А.Д., 259, 262	Родионов А.С., 523
Попов А.А., 263	Рожкова Т.В., 31
Попов И.А., 381	Розов Т.П., 179
Попов П.П., 639	Романенко Ю.Е., 162
Попова Е.Д., 30	Романов Д.С., 384
Поснова А.А., 522	Романов Р.А., 201
Поспелов А.С., 48	Романов С.С., 160
Постникова Д.А., 178	Романчиков Е.В., 524
Постнов Н.Е., 616	Ромодин Т.Н., 459
Почкин М.О., 46	Рубцов Е.А., 6, 14
Привезенцева И.В., 657	Рудакова А.В., 617

Румянцев М.А., 348, 504  
Румянцева Т.А., 300, 309  
Русанов А.И., 265  
Русанов К.И., 585  
Русина В.В., 347  
Рустамов А.О., 515  
Рыжалова Я., 618  
Рыжик Д., 348  
Рыжик Д.Д., 504  
Рыжов А.В., 106  
Рычихина Е.Д., 250  
Рябиков А.А., 403  
Рябинин В.С., 560  
Сабирджанова А.Ф., 544  
Савинов Д.И., 486  
Савицкий И.А., 15  
Савичева Т.С., 208, 218  
Сажин И.И., 48  
Самсонова А.И., 545, 576  
Сандалова А.А., 447  
Саранцева А.А., 84  
Сарвин И.А., 117  
Сатурина Е.В., 142  
Сахарова Е.А., 180  
Сахарова Ю.Н., 161  
Сбытов Д.А., 118  
Светцова А.В., 619  
Священко Я.П., 430  
Се Синькэ, 561  
Севергина Е.С., 147, 153, 158, 162  
Селиверстов В.С., 234

Семейкин А.С., 245  
Семёнов А.Ю., 404  
Семешкина Д.Д., 113, 119, 122  
Сергеева А.С., 266  
Серова Д.Н., 16  
Сеськин В.И., 606  
Сигунов С.А., 267  
Сидорович Э.К., 297  
Силин А.М., 346  
Силкина К.С., 562  
Симонова С.А., 324  
Сироткина А.С., 350, 460  
Сироткина К.Д., 85  
Ситанов Р.Д., 68  
Скалова А.В., 490  
Скворцов И.А., 254, 268  
Скворцова К.О., 181  
Скобеев Д.А., 431  
Скрынников В.Е., 586  
Смакотина В.В., 59  
Смирнов А.С., 235  
Смирнов Н.Н., 160  
Смирнов Н.С., 385  
Смирнов С.С., 49  
Смирнова А.Ю., 278  
Смирнова Д.В., 563  
Смирнова Д.Н., 160  
Смирнова Е.А., 143  
Смирнова Т.Н., 305  
Смыслова А. С., 641  
Смышляк Ю.А., 525

Снигирев М.Ю., 405	Тарасюк И.А., 120
Соколова М.В., 86	Тиводар М.А, 643
Соловьев Д.А., 406	Титов А.П., 621
Соловьев И.А., 609	Титова А.С., 17
Соловьев К.Д., 87, 420	Титова И.И., 209
Соловьёва А.С., 536	Тихомирова А.А., 432
Соловьева Е.В., 407, 408	Тихомирова Т.В., 108, 279
Сонин М.А., 642	Тихонова В.И., 59
Сонина О.Н., 657	Ткаченко М.А., 309
Сорокин И.А., 537	Токарева А.А., 443
Сорокина Д.Э., 88	Тонкова С.С., 121
Софронов А.Р., 236	Торговкина А.Н., 89, 96
Софронов В.С., 409	Тошбоев Р.Н., 83
Сошникова А.Д., 620	Травин А.Е., 411
Сошникова В.А., 306	Трегубов А.В., 448
Спиридонова Н.А., 182	Трофименко К.О., 573
Стаканова В.А., 349, 526	Трофимова Е.А., 433
Старкова М.О., 268	Трохачевская А.А., 194
Степанова Д.С., 307	Трохаческая А.А., 513
Субботин П.А., 386	Тулабоева А.С., 310
Субботина А.С., 410	Турушева Е.В., 32
Суворова В.А., 350, 460	Тюканова К.А., 82, 94
Суворова Ю.В., 301	Тютина А.А., 540
Сун Ятин , 564	Тяпкова И.Ю., 18
Сурикова М.И., 232	Уваров А.А., 461
Суханова Д.Е., 325	Удалова М.Д., 565
Сучкова К.Е., 144, 527	Укладова В.П., 622
Сычёва М.О., 535	Урбанов А.В., 33
Сюй Хао., 528	Усачёва Е.М., 536
Таланов И.А., 491	Усов В.В., 148, 163, 462
Танасевич В.А., 308	Усольцева Н.В., 260

Фазлыева А.М., 269	Хусаинова Е.О., 35, 50
Фан Линьхао , 566	Хухлаев А.С, 390
Фашчевский К.А., 202	Хухлаев А.С., 369
Феоктистова В.М., 446	Цветков А.С., 91
Филатова Ю.И., 219	Цзян Вэньчэнь , 568
Филиппова А.С.Р., 587	Цыцаркина Д.М., 164
Фокин С.А., 567	Цяо Фанчэнь , 530
Фокина К.А., 326	Цяо Хуань, 530
Фомин А.Д., 327	Чагина В.О., 577
Фрякин А.А., 19, 20	Челышева А.Д., 658
Фугина Д.О., 220	Черевина Е.А., 221
Хабибулин Н.М., 387, 388	Черняев А.А., 624
Хализова А.Р., 540	Чесноков И.А., 37, 51
Халимова А.А., 644	Чжан Мэнтянь , 569
Хамдуш М., 243	Чжан Юйтин, 570
Хамдуш С.М., 134	Чиркова Д.А., 601
Ханаева В.Н., 505	Чистова Т.А., 498
Харитоновна Е.К., 90	Чувикин П.А., 588
Хасанов С., 529	Чуланова Н.И., 625
Хафизова Л.Х., 412	Чурина А.А., 92
Хачатрян А.С., 313	Чуфарин А.Е., 246, 272
Хащеватская В.И., 113, 122	Шавитова А.Г., 93
Хмелев Я.А., 580	Шазамов А., 626
Хоменко К.Д., 395	Шалафан Д.Р., 203, 311
Хотянович Д.В., 270	Шарова А.Е., 492
Хохлов М.А., 413	Шарова Ю.С., 82, 94
Хохлова Ю.А., 351	Шатило А.Г., 183
Хохолова А.М., 623	Шахов Д.С., 659
Хренова К.В., 389	Шахова Е.Д., 153, 158
Хрушкова Ю.В., 140, 271	Швецов Д.А., 52
Худяков С.Г., 298	Шелепов Д.С., 627

Шерудилло А.С., 123	Шулаев С.В., 60, 70
Шибаета В.Д., 104, 124	Шумилова А.В., 531
Шилова М.В., 204	Шумихина М.А., 621
Широкая Ю.С., 660	Шутников Н.В., 493
Ширяева М.И., 352, 668	Шушин А.А., 313
Шилова А.А., 102, 125	Щеглов С.В., 126
Шкарпицкий А.Н., 545, 576	Щербак И.Д., 571
Шлакина А.Н., 565	Ялышев Ф.Н., 415
Шмелева Е.С., 89, 95, 96	Яруллин Д.Н., 145, 514, 515
Шорохова Т.В., 273	Яшин Д.В., 27
Шувалов А.Г., 414	

## Оглавление

<b>Секция 1. Электрохимические процессы и технологии</b> .....	4
ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ И СПЛАВОВ ЦИНК-НИКЕЛЬ.....	5
Боков А.С. (4 курс, бакалавриат ) .....	5
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ХИМИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ЛУЖЕНИЯ .....	6
Гусев А.Ю., Рубцов Е.А.(1 курс магистратуры).....	6
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТЕТРА-4-[4-(2,4,5-ТРИХЛОРФЕНОКСИ)]ФТАЛОЦИАНИНА НИКЕЛЯ(II) .....	7
Дербенева П.Д. (4 курс) .....	7
РАЗРАБОТКА ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО БИОСЕНСОРА.....	8
Домарева Н.П. (1 курс магистратуры), Петрова М.С., Гончаров В.В., Евдокимов А.А., Балдина А.А. ....	8
ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ГРАФИТА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КУЛОНОВСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРАХ .....	9
Иванов А.Д. (4 курс) .....	9
ХИМИЧЕСКОЕ МЕДНЕНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНОГО ГРАФИТОВОГО ПОРОШКА .....	10
Казанцева М.С., Логинова Т.С. (3 курс).....	10
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «СФЕРИЧЕСКИЙ ГРАФИТ – SnO <sub>2</sub> » .....	11
Колчин А.Д. (4 курс).....	11
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРРЕКТОРОВ ПРИ НАНЕСЕНИИ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОДОГРЕВАТЕЛИ МЕТОДОМ КАТАФОРЕЗА.....	12
Петрова А.С. (2 курс магистратуры) .....	12
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В НЕФТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ .....	13
Петрова М.С., <sup>1</sup> Гончаров В.В., <sup>1</sup> Домарева Н.П., <sup>1</sup> (1 курс магистратуры) .....	13
ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ДВУХСЛОЙНЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ОЛОВА .....	14
Рубцов Е.А., Гусев А.Ю. (1 курс магистратуры).....	14
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «СФЕРИЧЕСКИЙ ГРАФИТ – Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> » .....	15
Савицкий И.А. (4 курс) .....	15
ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЕБРА ИЗ ХЛОРИД-СОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ.....	16
Серова Д.Н. (2 курс).....	16
ВЫЯВЛЕНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ .....	17
Титова А.С. (4 курс), Оськин П.В. (1 курс магистратуры).....	17
РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХРОМИРОВАНИЯ .....	18

Тяпкива И.Ю. (4 курс).....	18
ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ СПЛАВОВ ОЛОВО-ЦИНК ИЗ ПОЛИЛИГАНДНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ .....	19
Фрякин А.А. (1 курс).....	19
СИНТЕЗ СПЛАВОВ Cu–Zn, Al И СПЛАВОВ Cu–Zn–Al С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИС(ТРИФТОРМЕТИЛСУЛЬФОНИЛ)ИМИДА В КАЧЕСТВЕ РАСТВОРИТЕЛЯ .....	20
Фрякин А.А. (1 курс).....	20
Секция 2. Новые разработки в области силикатного материаловедения.....	21
АКТИВИРОВАННОЕ ШПИНЕЛЕОБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ $Ni(NO_3)_2 - Al(NO_3)_3$ .....	22
Артюшин А.С. (2 курс магистратуры) .....	22
МУЛЛИТООБРАЗУЮЩЕЕ СВЯЗУЮЩЕЕ ДЛЯ ОГНЕУПОРОВ .....	23
Баданов М.А. (2 курс магистратуры) .....	23
СИНТЕЗ ШПИНЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ ТРИОКСИДА ЖЕЛЕЗА-ОКСИДА КАЛЬЦИЯ .....	24
Беягина П.С. (4 курс) .....	24
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ГЛИНОЗЕМСОДЕРЖАЩЕГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ И ФОСФАТНОГО СВЯЗУЮЩЕГО .....	25
Зонина И.И. (1 курс).....	25
ПОЛУЧЕНИЕ САМООЧИЩАЮЩИХСЯ КОМПОЗИТОВ «ШЕРСТЯНОЕ ВОЛОКНО TiO <sub>2</sub> -ПИЛЛАРНЫЙ МОНТМОРИЛЛОНИТ» С УФ-ПРОТЕКТНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	26
Изюмова О.С.(2 к. маг.), <i>Владимирцева Е.Л., Быков Ф.А., Овчинников Н.Л., Бутман М.Ф.</i> ....	26
АДСОРБЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ И ПИГМЕНТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА НА Al <sub>30</sub> - И Al/Ce-ПИЛЛАРНЫХ МАТЕРИАЛАХ.....	27
Колобкова А.В. (4 курс), Яшин Д.В. (1 курс) .....	27
ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ РЕАКТИВНОГО ГЛИНОЗЕМА И ФОСФАТНОГО СВЯЗУЮЩЕГО .....	28
Малоиван М.С. (1 курс) .....	28
ПОЛУЧЕНИЕ TiO <sub>2</sub> -ПИЛЛАРНОГО МОНТМОРИЛЛОНИТА С УЛУЧШЕННЫМИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКТИВИРУЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ .....	29
Морозов Д.В. (4 курс), Матузов Д.Д. (4 курс).....	29
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТОВ TiO <sub>2</sub> /ЦЕОЛИТ LTA С ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ПО РАСТВОРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ .....	30
Попова Е.Д. (2 курс), Иванова Ю.А.(4 курс) .....	30
ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ОСАЖДЕНИЯ В СОЧЕТАНИИ С НАНОИМПРИНТ ЛИТОГРАФИЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОСТРУКТУР .....	31
Рожкова Т.В. (1 курс магистратуры) .....	31
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОВШОВОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА В КАЧЕСТВЕ РЕАКЦИОННО- АКТИВНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ В ЦЕМЕНТ .....	32
Турушева Е.В. (2 курс).....	32

О ВЛИЯНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТОВ .....	33
Урбанов А.В (1 курс) .....	33
Секция 3. Технологии приборов и материалов электроники.....	34
ПАРАМЕТРЫ И СОСТАВ ПЛАЗМЫ СМЕСИ $CF_4 + Ar$ .....	35
Брагина В.И, Хусаинова Е.О. (3 курс, бак.).....	35
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ .....	36
Бурова Е. А. (1 курс магистратуры).....	36
КИНЕТИКА ТРАВЛЕНИЯ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ В ПЛАЗМЕ ДИФТОРДИХЛОРЕТАНА .....	37
Гоголев И. А., Чесноков И. А. (4 курс) .....	37
ПРИМЕНЕНИЕ РАЗВЕДОЧНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ГОДНЫХ МФ МИС СВЧ... 38	
Голубева А. Ю. (1 курс).....	38
ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ $H_2$ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И СПЕКТРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗРЯДА $CF_4$ .....	39
Граждан А. Ю. (1 курс магистратуры).....	39
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АРГОНА И КИСЛОРОДА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛАЗМЫ $BCl_3$ .....	40
Гришков А. Э. (1 курс магистратуры).....	40
ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЛЁНКИ ЗОЛОТА НА САПФИРОВЫХ ПОДЛОЖКАХ.....	41
Зайцева П.А. (4 курс) .....	41
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КРЕМНИЕВЫХ СТРУКТУР С ВЫСОКИМ АСПЕКТНЫМ СООТНОШЕНИЕМ НА УСТАНОВКЕ PLASMAPRO100.....	42
Калачев А.М. (1 курс магистратуры).....	42
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ГАРМОНИЧЕСКОГО БАЛАНСА И ТРЕХМЕРНОГО ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МИКРОПОЛОСКОВЫХ СВЧ УСИЛИТЕЛЕЙ .....	43
Катраевский Д.А. (1 курс магистратуры).....	43
ПАРАМЕТРЫ И СОСТАВ ПЛАЗМЫ СМЕСИ $CF_4 + O_2$ .....	44
Малинина К. А. (1 курс, маг.) .....	44
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ГАЗОВОГО ПУЗЫРЬКА ПОДВОДНОГО РАЗРЯДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА .....	45
Ощенко И. И. (4 курс).....	45
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОПОЛОСКОВОГО ЦИРКУЛЯТОРА НА ФЕРРИТОВОЙ ПОДЛОЖКЕ.....	46
Почкин М.О. (4 курс).....	46
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ПЛАСТИН НА КРИСТАЛЛЫ МОЩНЫХ НЕМТ- ТРАНЗИСТОРОВ RIE ISP .....	47
Ратавина В. С. (1 курс).....	47



ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПРИВИВКИ БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНОГО СОЕДИНЕНИЯ .....	48
Поспелов А.С., Сажин И.И. (3 курс) .....	48
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСВЕТЛЯЮЩЕГО И ВЫСОКООТРАЖАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗЕРКАЛ ИНЖЕКЦИОННОГО ЛАЗЕРА НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ .....	49
Смирнов С.С. (1 курс) .....	49
ПАРАМЕТРЫ И СОСТАВ ПЛАЗМЫ СМЕСИ $CF_4 + Ar$ .....	50
Брагина В.И, Хусаинова Е.О. (3 курс, бак.) .....	50
КИНЕТИКА ТРАВЛЕНИЯ КРЕМНИЯ В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА ТЕТРАФТОРМЕТАНА .....	51
Чесноков И. А., Гоголев И. А. (4 курс) .....	51
МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНКИ АЛЮМИНИЯ, НАНЕСЁННОЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ИСПАРЕНИЯ .....	52
Швецов Д.А. (1 курс, маг.) .....	52
Секция 4. Промышленная экология и экомониторинг .....	53
ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ УВОДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА .....	54
Ажищева А.Р. (4 курс) .....	54
ПОДБОР БЫТОВОГО ОЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДООЧИСТКИ РОДНИКОВОЙ ВОДЫ Г. ИВАНОВО .....	55
Амандуллаева Фотима Икром кизи (4 курс) .....	55
ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ИБУПРОФЕНА ФЕРРАТОМ НАТРИЯ .....	56
Аурова Е.А. (4 курс), Извекова А.А., Котова Ю.В. ....	56
ДЕСТРУКЦИЯ 1,4-ДИХЛОРБЕНЗОЛА В СОВМЕЩЕННЫХ ПЛАЗМЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ .....	57
Бабурина Е.М. (1 курс магистратуры), Кипина Е.В. (3 курс) .....	57
ДИНАМИКА КРИТЕРИАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД Г. ИВАНОВО И Г. КОХМА .....	58
Брагина А.А. (4 курс) .....	58
ФОТООКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ АКТИВНОЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СУБСТАНЦИИ НА ПРИМЕРЕ НИТРОФУРАЛА .....	59
Ветрова М.А.(3 курс аспирантуры), Смакотина В.В., Тихонова В.И. ....	59
БИОДЕКСТРУКЦИЯ ПЛАСТИКОВ ПОСЛЕ ИХ ЩЕЛОЧНОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ. ....	60
Вруцкая Е.В. (4 курс), Астахов П.С., Шулаев С.В. ....	60
МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РОДНИКОВЫХ ВОД С УЧЁТОМ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА .....	61
Галицкий Э.В. (4 курс) .....	61
КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПРИРОДНЫХ ОБОЛОЧКАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....	62

Евсеев В.В. (аспирант), Жебракова А.Д.(4 курс) .....	62
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПИТЬЕВОЙ, РАСФАСОВАННОЙ В ЁМКОСТИ .....	63
Заварихин И. В. (4 курс) .....	63
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ В ВВОДНЫХ РАСТВОРАХ НИТРАТОВ ЖЕЛЕЗА И КОБАЛЬТА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА .....	64
Иванова П.А, Игнатьев А.А. (2 курс магистратуры) .....	64
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ВОДНЫЙ РАСТВОР ПАРАЦЕТАМОЛА .....	65
Игнатьев А.А., Иванова П.А. (2 курс магистратуры) .....	65
ПРИМЕНЕНИЕ ЛОМА ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ .....	66
Кениг Л.Л. Соловьев К.Д. (2 курс, 3 курс).....	66
ВЫДЕЛЕНИЕ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ ХРОМАТРЕДУЦИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	67
Ковалева А.А. (4 курс), Оськин П.В. (1 курс магистратуры).....	67
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УВОДЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Г. ИВАНОВО).....	68
Константинова Ю.А. (4 курс бакалавриата), Ситанов Р.Д. ....	68
ОКИСЛЕНИЕ ЛЕВОМИЦЕТИНА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ .....	69
Киселёва К.Н., Котова Ю.В. (1 курс магистратуры).....	69
ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПЭТ И ПВХ) НА ИХ БИОДЕСТРУКЦИЮ.....	70
Кузнецова С.М. (4 курс), Астахов П.С., Шулаев С.В. ....	70
КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ АКВАТОРИИ Р. УВОДЬ И УВОДЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Г. ИВАНОВО) .....	71
Лишнова И.А. (1 курс магистратуры) .....	71
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РОДНИКОВЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ .....	72
Лузева Ю.С. (2 курс магистратуры) .....	72
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ПЛАЗМЕ БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА .....	73
Морозов А.В. (4 курс), Кипина Е.В. (3 курс).....	73
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ВАНАДИЯ ИЗ ОВК МЕТОДОМ СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ .....	74
Нишукова М.А. (3 курс) .....	74
ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЁЖНОСТИ РЕАКТОРА С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМ БАРЬЕРНЫМ РАЗРЯДОМ ПРИ ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ ФОРМАЛЬДЕГИДА.....	75
Ефимов А.Е., Овчинников Г.Д. (1 курс магистратуры).....	75
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЕМКОСТИ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ПО ОТНОШЕНИЮ К ХРОМУ (IV) .....	76

Оськин П.В. (1 курс магистратуры).....	76
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С ВЫСОКОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ.....	77
Павлищева Т.А. (4 курс) .....	77
БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВОВ .....	78
Панфилов М.Е. (2 курс магистратура) .....	78
МЕТОД АММОНИЙНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ .....	79
Пересунько Ю. Д. (3 курс).....	79
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ КОАГУЛЯНТОВ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ФТОРА .....	80
Писарева А.А. (3 курс).....	80
ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ.....	81
Платова А.С. (2 курс магистратуры) .....	81
КИНЕТИКА 1,4-ДХБ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ С ЗАСЫПНЫМ СЛОЕМ КАТАЛИЗАТОРА .....	82
Родионов В.П. (2 курс магистратуры), Тюканова К.А., Шарова Ю.С. ....	82
БЕЗОПАСНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ИЗ РОДНИКОВ .....	83
Тошбоев Р.Н. (4 курс) .....	83
ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ФЕНОЛА ФЕРРАТОМ НАТРИЯ .....	84
Саранцева А.А. (3 курс).....	84
ОЧИСТКА СТОКОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАЗМЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА.....	85
Извекова А.А., Сироткина К.Д. (3 курс) .....	85
КИНЕТИКА ФОТООКИСЛЕНИЯ ВОДНОГО РАСТВОРА МУРАВЬИНОЙ КИСЛОТЫ .....	86
Соколова М.В. (1 курс магистратуры) .....	86
О ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕСТНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ГАЛИТОВЫХ И БРУСИТСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ .....	87
Соловьев К. Д. (3-ий курс).....	87
КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ХЛЕБА И ПШЕНИЧНОЙ МУКИ .....	88
Сорокина Д.Э. (студентка 4 курса).....	88
КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ $\text{Co}^{2+}$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА В ВОЗДУХЕ.....	89
Торговкина А.Н., Шмелева Е.С. (4 курс).....	89
БИОИНДИКАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИХЕНОИНДИКАЦИИ .....	90
Харитоновна Е.К.(1 курс магистратуры) .....	90
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ИЗ ВОДОЗАБОРНЫХ КОЛОНК Г. ИВАНОВО .....	91

Цветков А.С. (1 курс магистратуры) .....	91
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ВОДНОГО РАСТВОРА НИТРАФУРАЛА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОДА BDD.....	92
Чурина А. А. (4 курс) .....	92
КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ ПЫЛИ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ИВАНОВО.....	93
Шавитова А.Г. (2 курс магистратуры), Летенкова Н.С. (3 курс), .....	93
ДЕСТРУКЦИЯ 1,4-ДИХЛОРБЕНЗОЛА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ БАРЬЕРНОМ РАЗРЯДЕ .....	94
Шарова Ю.С. (3 курс), Тюканова К.А., Родионов В.П. ....	94
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ КРАСИТЕЛЕЙ СОРБЕНТОМ ЦЕОЛИТОМ .....	95
Шмелева Е.С. (4 курс), Кипина Е.В. (3 курс) .....	95
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ОБЕЗВРЕЖИВАНИИ ВОДЫ ОТ ИОНОВ $\text{Ni}^{2+}$ .....	96
Шмелева Е.С.(4 курс), Торговкина А.Н. ....	96
Секция 5. Химия неорганических соединений и материалов .....	97
РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИИ ЖИДКОГО ЩЕЛОЧНОГО ОБЕЗЖИРИВАТЕЛЯ ДЛЯ ЛИНИЙ НЕПРЕРЫВНОГО ЦИНКОВАНИЯ И НЕПРЕРЫВНОГО ОТЖИГА.....	98
Агеева А.А. (1 курс), Емельянов С.С. (1 курс аспирантуры).....	98
СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЭРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ $\text{SiO}_2$ ИМПРЕГНИРОВАННОГО МЕФЕНАМОВОЙ КИСЛОТОЙ.....	99
Алешонкова А.А. <sup>1</sup> (2 курс магистратуры), Кузьмиков М.С. <sup>1,2</sup> .....	99
ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ОСАЖДЕНИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В СТОЧНЫХ ВОДАХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛИМЕРНОГО КОАГУЛЯНТА НА ОСНОВЕ ДИЦИАНДИАМИДА.....	100
Бабкин М.Ю. (2 курс аспирантуры) .....	100
СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ФТАЛОЦИАНИНАТОВ МАГНИЯ CLAM-SHELL ТИПА.....	101
Беликова А.А. (4 курс) Ерзунов Д.А., Вашурин А.С. ....	101
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА, ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ФТАЛОЦИАНИНОВ С МАГНИЕМ И ЦИНКОМ, СОДЕРЖАЩИХ АЗОГРУППЫ.....	102
Бычкова А.Н., Шишлова А. А. ....	102
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА 2(3),9(10),16(17),23(24)-ТЕТРАКИС(4-(ТРЕТБУТИЛ)ФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНАТОВ ЦИНКА, МАГНИЯ, АЛЮМИНИЯ .....	103
Гудылев.А.В. (3 курс) .....	103
СИНТЕЗ КОМПОЗИТОВ С ФУНГИЦИДНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ МЕДИ И СЕРЕБРА.....	104
Евдокимова А.В. <sup>1</sup> , Шибеева В.Д. <sup>1</sup> .....	104
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ТЕТРА-3/4-((4-МЕТОКСИФЕНИЛАЗО)-4-НАФТОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНОВ МАГНИЯ И ЦИНКА.....	105
Еремеев И.Е. (2 курс), Мыкина Е.А. ....	105

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСОВ ФТАЛОЦИАНИНОВ С РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ, СОДЕРЖАЩИХ ТЕРМИНАЛЬНЫЕ ЦИАНО-ГРУППЫ .....	106
Ерзунов Д.А., Рыжов А.В. ....	106
ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	107
Е.И. Ефремова (к.х.н., доцент) .....	107
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ФТАЛОЦИАНИНОВ ЦИНКА И МАГНИЯ НА ОСНОВЕ 3-(2-ФЕНИЛАЗО-4-ФЕНИЛПРОПАН-2-ИЛ)ФЕНОКСИФТАЛОНИТРИЛА .....	108
Бычкова А.Н., Тихомирова Т.В., Вашурин А.С., Казарян К.Ю. (1 курс).....	108
АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА СОЛЬВАТОХРОМИИ БОРДИПИРРИНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭМПИРИЧЕСКИХ ШКАЛ ПОЛЯРНОСТИ РАСТВОРИТЕЛЕЙ .....	109
Карпова В.С. (3 курс).....	109
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДНОГО AZA-BODIPY .....	110
Кернер А.А. (аспирант 1 года обучения), Ксенофонтова К.В.....	110
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОГО ПРОИЗВОДНОГО АЗА-BODIPY.....	111
Крестова А.Н. (2 курс) .....	111
ПОЛУЧЕНИЕ ФУНКЦИОнализированных кремнеземов для выделения и очистки биологически активных высокомолекулярных соединений .....	112
Лебедев М.Д. (аспирант 2 год), Гончаренко А.А. ....	112
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИЯДЕРНЫХ 3d-4f ГЕТЕРОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЛАНТАНА, ЦЕРИЯ, ПРАЗЕОДИМА С КОБАЛЬТОМ И ИЗОЛЕЙЦИНОМ.....	113
Милых А.С. (1 курс), Семешкина Д.Д., Хашеватская В.И. ....	113
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ МАГНИЯ И ЦИНКА ФТАЛОЦИАНИНОВ, СОЧЕТАЮЩИХ НА ПЕРИФЕРИИ ГАЛОГЕНЫ И ТРИМЕТИЛФЕНОКСИЛЬНЫЕ ГРУППЫ.....	114
Мыкина Е.А. (1 курс), Антуганова В.А.....	114
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ТЕТРА-3-(4-БРОМФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНА С ЦИНКОМ И МАГНИЕМ.....	115
Носкова В.С. (3 курс).....	115
СИНТЕЗ И ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА BaTiO <sub>3</sub> с Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> .....	116
Плотвина А.В. <sup>2</sup> (2 курс магистратуры), Иванов К.В. <sup>1</sup> , Агафонов А.В. <sup>1</sup> .....	116
СИНТЕЗ КОМПЛЕКСОВ ФТАЛОЦИАНИНОВ МАГНИЯ И ЦИНКА, СОДЕРЖАЩИХ НИТРОГРУППЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ .....	117
И.А.Сарвин <sup>1</sup> , (3 курс), Д.А.Ерзунов <sup>1</sup> .....	117
ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ СИНТЕЗА МЕЗО-ЗАМЕЩЕННЫХ BODIPY.....	118
Сбытов Д.А. (4 курс).....	118
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ И ПРИРОДЫ ЛАНТАНОИДА НА СОСТАВ КОМПЛЕКСОВ [CeNi <sub>6</sub> (Ala) <sub>12</sub> ][(Ln <sub>x</sub> Ce <sub>1-x</sub> )(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>3</sub> (H <sub>2</sub> O)].....	119
Семешкина Д.Д. (4 курс), Долженко В.Д.....	119

ПОЛУЧЕНИЕ ОРГАНОМОДИФИЦИРОВАННЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ВКЛЮЧЕНИЕМ ФТАЛОЦИАНИНОВЫХ КОМПЛЕКСОВ .....	120
Тарасюк И.А. ....	120
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КАРБОКСИФЕНОКСИЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАТОВ ЦИНКА И КОБАЛЬТА.....	121
Тонкова С.С. (1 курс), Ерзунов Д.А. ....	121
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ $[LaCo_6(Leu)_{12}](X)_3$ , ГДЕ $X^- = ClO_4^-, PF_6^-, BF_4^-$ .....	122
Хащеватская В.И. (1 курс), Семешкина Д.Д., Милых А.С.....	122
ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ АГРЕГАЦИИ ДИМЕРНЫХ ВОДИРУ ЛЮМИНОФОРОВ .....	123
Шерудилло А.С. <sup>1</sup> (2 курс магистратуры), Калягин А.А. <sup>2</sup> .....	123
СОЗДАНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИОНОПРОВОДЯЩИХ ИОНОГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ, ГЛИНЫ.....	124
Шибаетова В.Д. ....	124
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ 3/4- (2-МЕТОКСИФЕНИЛАЗО-4-БРОМ)ФЕНОКСИФТАЛОНИТРИЛОВ И ФТАЛОЦИАНИНАТОВ ЦИНКА И МАГНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ. ....	125
Шишлова А.А. (2 курс), Бычкова А.Н., Казарян К.Ю.....	125
СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОПОРИСТЫХ КАРКАСНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА(II) И ЖЕЛЕЗА(III) .....	126
Карасева А.А., Щеглов С.В.(1 курс).....	126
Секция 6. Термодинамика и кинетика реакций комплексообразования и процессов сольватации в неводных растворах .....	127
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ СЕРЕБРА (I) С АЛЬБЕНДАЗОЛОМ В УКСУСНО-ВОДНЫХ РАСТВОРАХ .....	128
Ёрмамадова С.Г.,Бойназарова К.У. (соискатель ), Раджабов У.Р.....	128
ТЕРМОДИНАМИКА ПРОЦЕССОВ РАСТВОРИМОСТИ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА NADOLOL В ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ПРОЦЕССАХ.....	129
Вигурская Т.А (2 курс) .....	129
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ СОЛЬВАТАЦИИ АЛИФАТИЧЕСКИХ ДИПЕПТИДОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ МНОГОАТОМНЫХ СПИРТОВ .....	130
Громова Н.М. (4 курс) <sup>(1)</sup> , Межевой И.Н. <sup>(2)</sup> .....	130
КООРДИНАЦИЯ ПИРИДИНА ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНОВЫМИ КОМПЛЕКСАМИ МАРГАНЦА(III).....	131
Елховикова А.А. (2 курс).....	131
АКСИАЛЬНАЯ КООРДИНАЦИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ПУРИНА НА ГИДРОФИЛЬНЫХ ПОРФИРИНАТАХ СО(III) В БУФЕРНЫХ СРЕДАХ .....	132
Иванова К.А. <sup>1,2</sup> (1 курс), Кайгородова Е.Ю. <sup>2</sup> .....	132

СТРУКТУРА И КОНСТАНТЫ УСТОЙЧИВОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ $\text{Ni}^{2+}$ С КРИПТАНДОМ[2.2.2].....	133
Католикова А.С.,(2 курс) Погодина Е.И. ....	133
ИССЛЕДОВАНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ РАВНОВЕСИЙ ГИДРАЗОНА ПИРИДОКСАЛЬ-5'-ФОСФАТА И L-ТИРОЗИНА В ВОДНОМ РАСТВОРЕ .....	134
Крайнева О.Д. (2 курс), Хамдуш С.М. (10 класс) .....	134
ХРОМО-ФЛУОРОГЕННЫЕ РАТИОМЕТРИЧЕСКИЕ ЗОНДЫ НА ОСНОВЕ ЛИГАНДОВ ДИПИРРОМЕТЕНОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КАТИОНОВ $\text{Zn}^{2+}$ .....	135
Красовская З.С. (4 курс) .....	135
КОНСТАНТЫ УСТОЙЧИВОСТИ НИКЕЛЯ (II) С 18-КРАУН-6 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ЭТАНОЛА .....	136
Крюкова Ольга Валерьевна (1 курс).....	136
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ 2-ГИДРОСИПРОПИЛ- $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНА С ЭЛЛАГОВОЙ КИСЛОТОЙ .....	137
Кушнир Р.А. (3 курс) .....	137
ХЕМОСЕНСОР НА ИОНЫ $\text{Cu}^{2+}$ НА ОСНОВЕ ГИДРАЗОНА ФЛУОРЕСЦЕИНА И ВИТАМИНА $\text{B}_6$ В РАСТВОРЕ.....	138
Никитин Г.А. (2 курс) .....	138
ПОДБОР РАСТВОРИТЕЛЯ СРАВНЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФИРА ДИБЕНЗО-18-КРАУН-6 В СМЕШАННЫХ ВОДНО-ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ .....	139
Перова С.О. (2 курс).....	139
КООРДИНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНА С АМИКИСЛОТНЫМИ ГРУППАМИ НА ПЕРИФЕРИИ МАКРОЦИКЛА .....	140
Плотникова А.О., Хрушкова Ю.В. (2 курс аспирантуры) .....	140
КООРДИНАЦИОННЫЕ РАВНОВЕСИЯ КОМПЛЕКСОВ НИКЕЛЯ(II) С КРИПТАНДОМ[2.2.2] В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ЭТАНОЛА .....	141
Погодина Е.И. (3 курс), Католикова А.С. (2 курс).....	141
ТЕРМОДИНАМИКА КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ 18-КРАУН-6 С L-КАРНОЗИНОМ В ВОДЕ И В РАСТВОРИТЕЛЕ ВОДА-ЭТАНОЛ .....	142
Сатурина Е.В. (2 курс) .....	142
ПРОЦЕСС МИГРАЦИИ ИОНОВ СВИНЦА (II) В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ .....	143
Алистер Д.А., Смирнова Е.А. (2 курс) .....	143
ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ $\text{Ni(II)}$ С ЭФИРОМ 18-КРАУН-6 В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ .....	144
Сучкова К.Е. *, Гусев А.А. ** (*1 и **2 курс).....	144
ОБРАЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ $\text{Au}^{3+}$ С ГИДРАЗОНАМИ ПИРИДОКСАЛЬ-5'-ФОСФАТА В ВОДЕ .....	145
Яруллин Д.Н. (3 курс) .....	145
Секция 7. Актуальные исследования и современные разработки в области химической технологии неорганических веществ и материалов .....	146

ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбционных и кислотно-основных свойств катализатора синтеза метанола методом ТПД.....	147
Севергина Е.С., Курникова А.А., Борисова Т.Н., Ржаницына О.Ф.....	147
СИНТЕЗ $ZnO-Al_2O_3$ сорбента для очистки природного газа .....	148
Верес К.А. (аспирант 1-го года обучения), Усов В.В. ....	148
КИСЛОТНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ ВАНАДИЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ .....	149
Гавва М. А. (1 курс магистратуры).....	149
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛУЧЕНИЯ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВЫХ СОСТАВАХ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ МЕЛЬНИЦ .....	150
Гонова В.А. (1 курс магистратура).....	150
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОВЕСИЯ ЖИДКОСТЬ-ТВЕРДОЕ В ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЕ .....	151
Гришин И.С. (3 курс аспирантуры) .....	151
О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ СКАНДИЯ ИЗ ДИОПСИДА .....	152
Зайцева А. Д., Галактионов С. С., Краснощеков А. Н., Кучумов В. А.....	152
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АДсорбционно-каталитической СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА И ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ МЕТОДОМ ТПД .....	153
Севергина Е.С., Максимова Л.С., Клягина К.С.(4 курс), Шахова Е.Д. ....	153
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ НА УГЛЕРОДНЫХ АДсорбентах .....	154
Князева В.А. (2 курс магистратуры).....	154
АНАЛИЗ ПОВЕРХНОСТИ СОРБЕНТОВ СЕРООЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА МЕТОДОМ АДсорбции КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ ИНДИКАТОРОВ .....	155
Куликов М.М. (3 курс).....	155
ВЛИЯНИЕ ПРОМОТИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕДЬ-ЦИНК- АЛЮМИНИЕВОГО КАТАЛИЗАТОРА.....	156
Курникова А.А. (аспирант 2 курса), Ржаницына О.Ф., Карапапас М.Е.....	156
ИЗУЧЕНИЕ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ $Cu$ И $Fe$ .....	157
Ларионов А.И. <sup>1</sup> , Евдокимова А.В. <sup>2</sup> .....	157
ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ АДсорбционно- КАТАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ВЕРМИКУЛИТА.....	158
Севергина Е.С., Максимова Л.С.(1 курс магистратуры), Шахова Е.Д., Клягина К.С. ....	158
ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА $CuO/ZnO/Al_2O_3$ КАТАЛИЗАТОРА ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА .....	159
Ржаницына О.Ф. (магистрант 1/120), Курникова А.А., Карапапас М.Е. ....	159
АДсорбционные свойства композита УГОЛЬ – БЕНТОНИТ.....	160
Романов С.С. (1 курс магистратуры), Смирнов Н.Н, Смирнова Д.Н. ....	160
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ОКСИДА АЗОТА (I).....	161



Сахарова Ю.Н (2 курс магистратуры).....	161
СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ СКЕЛЕТНОЙ МЕДИ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ СПЛАВА ДЕВАРДА ОБРАБОТКОЙ РАСТВОРОМ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ.....	162
Севергина Е.С., Романенко Ю.Е. ....	162
МЕХАНИЧЕСКИЕ И СОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ZnO-MgO.....	163
Усов В.В. (3 курс), Верес К.А. ....	163
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФТОРИРОВАНИЯ ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ .....	164
Цыцаркина Д.М. (2 курс магистратуры) .....	164
Секция 8. Процессы парообразования и структура молекулярных систем .....	165
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА GLY-GLU С УРАЦИЛОМ: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ.....	166
Балашов Е.В. <sup>1</sup> (магистрант 1 курса), Курбатова М.С. <sup>2</sup> .....	166
β-ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ В СРЕДЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ФЛЮИДА ПО ДАННЫМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	167
Болвинова Д.А. <sup>1,2</sup> (1 курс магистратуры), Одинцова Е.Г. <sup>2</sup> .....	167
ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ЗАМЕСТИТЕЛЯ НА КОНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСОВ N-ОКСИДОВ ПИРИДИНА С ФТОРИДОМ БОРА (III).....	168
Викторчук Н.А. (3 курс), Лебедев И.С. ....	168
КОНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ТРИФЛАМИДНЫЕ ГРУППЫ ..	169
Ерошин А.В. (2 год аспирантуры), Мухина В.А. ....	169
КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ ЭНЕРГИЯМИ ГРАНИЧНЫХ ОРБИТАЛЕЙ И ЭСП ДИ(5-ФЕНИЛ-(1,3,4-ОКСАДИАЗОЛ-2-ИЛ))БЕНЗОЛА .....	170
Жуков П.Н. (4 курс) .....	170
ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ И ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ РЯДА АЗОКРАСИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ФТАЛОНИТРИЛА .....	171
Курочкин И.Ю., Погонин А.Е.....	171
СТРУКТУРНЫЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСОВ N-ОКСИДОВ ПИРИДИНА С ФТОРИДОМ БОРА (III).....	172
Лебедев И.С. (2 курс аспирантуры), Викторчук Н. А. ....	172
ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И МЕЗОМОРФНЫЕ СВОЙСТВА N-КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ МЕТОКСИ- И МЕТИЛИЗОФТАЛЕВОЙ КИСЛОТ.....	173
Ленькова Ю.А. (5 курс).....	173
РАВНОВЕСНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА 3-МЕТИЛ-4-ЦИАНОФУРОКСАНА.....	174
Лобанов Н.В. (4 курс) .....	174
ПРОЦЕСС ФОТОИНДУЦИРОВАННОГО ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОНА В СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ БИС(ДИПИРРОМЕТЕНАТОВ) ЦИНКА(II) С ФУЛЛЕРЕНОМ C <sub>60</sub> .....	175
Луканов М.М. (2 курс магистратуры) .....	175

AB INITIO ТЕРМОХИМИЯ ФТОРИДОВ, ХЛОРИДОВ, ОКСИДОВ И СУЛЬФИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ 10-12 ГРУПП.....	176
Мощенков А.Д. (5 курс).....	176
СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО КОМПЛЕКСА КАРНОЗИНА С КРАУН-ЭФИРОМ .....	177
Павлова Э.А. (2 курс), Луканов М.М. ....	177
СТРОЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИКА НЕКОТОРЫХ ПРОИЗВОДНЫХ BODIPY .....	178
Постникова Д.А. (4 курс).....	178
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОЙ ЭНЕРГИИ ГИББСА СОЛЬВАТАЦИИ КАТИОНА Na <sup>+</sup> В ОРГАНИЧЕСКИХ КАРБОНАТАХ ИЗ ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ.....	179
Розов Т.П. ....	179
СТРУКТУРНАЯ НЕЖЕСТКОСТЬ ЗАМЕЩЕННЫХ ТРИС[1,2,4]ТРИАЗОЛО[1,3,5]ТРИАЗИНА.....	180
Сахарова Е. А. (1 курс магистратуры).....	180
Н-КОМПЛЕКСЫ КОНФОРМЕРОВ ДАНСИЛОВОЙ КИСЛОТЫ С 4-ПИРИДИЛ-4'-ПРОПОКСИБЕНЗОАТОМ .....	181
Скворцова К.О. (4 курс).....	181
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ СУБЛИМАЦИИ СПИРОПИРАНА ИНДОЛИНОВОГО РЯДА ..	182
Спиридонова Н.А. (4 курс).....	182
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА И ПРИРОДЫ ГАЛОГЕНОВЫХ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ 3-(ХИНОЛИН-2-ИЛМЕТИЛЕН)ИЗОИНДОЛИН-1-ОН НА ЕГО СТРУКТУРНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	183
Шатило А.Г. (2 курс).....	183
Секция 9. Физико-химические методы исследования в органическом и неорганическом синтезе .....	184
АНАЛИЗ ОБМЕННЫХ КАТИОНОВ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.....	185
Андрушойть Д.И., Курилович Е.В. (2 курс) .....	185
ХИРАЛЬНЫЙ БИС(КАМФОРОЛИДЕН)-3-ФЕНИЛЕНДИАМИН КАК ИНДУКТОР ХИРАЛЬНОЙ НЕМАТИЧЕСКОЙ ФАЗЫ МББА: ЭББА .....	186
Батракова А.А. (3 курс), Матрохина А.Н., Новиков И.В., Бурмистров В.А., Александрийский В.В.....	186
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНОГО КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ BODIPY R6G С СЫВОРОТОЧНЫМИ БЕЛКАМИ КРОВИ.....	187
Брызгалов И.И. <sup>1,2</sup> , Бочаров П.С. <sup>1</sup> , Ксенофонтов А.А. <sup>1</sup> .....	187
СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ХЕЛАТНЫХ РАЗНОЛИГАНДНЫХ АМИНОКИСЛОТНЫХ N,O-КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ .....	188
Галимов М.Н. ( 4 курс ), Д.Р. Абдуллина ( 4 курс ) .....	188
ПРЕДСКАЗАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ 11В ХИМИЧЕСКОГО СДВИГА БОРСОДЕРЖАЩИХ КРАСИТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	189
Исаев Я.И. (4 курс).....	189

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ Fe(II) - МЕРКАЗОЛИЛ-Н <sub>2</sub> O МЕТОДОМ ОКСРЕДМЕТРИИ .....	190
Ёрмамадова С.Г., Камолова И.У (аспирантка), Раджабов У.Р.....	190
СТАНДАРТНЫЕ ЭНТАЛЬПИИ ОБРАЗОВАНИЯ ГЛИЦИЛ-L-ТИРОЗИНА И ПРОДУКТОВ ЕГО ДИССОЦИИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ .....	191
Киптикова Е.Е. (1курс) .....	191
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ ПИРИДОКСИНА С ИОНАМИ Ce (III) В ВОДНОМ РАСТВОРЕ .....	192
Клименцов И.М. (4 курс).....	192
ТЕРМОХИМИЯ РАСТВОРЕНИЯ ТЕТРАХЛОРИДА 5,10,15,20-ТЕТРАКИС(1'-КАРБОКСИМЕТИЛ- ПИРИД-4-ИЛ) ПОРФИРИНА И 5,10,15,20-ТЕТРАКИС(1'-КАРБОКСИМЕТИЛ-ПИРИД-4-ИЛ) ТЕТРАБРОМИД ПОРФИРИНА ПРИ 298.15 К .....	193
П.Д. Крутов (аспирант 1курс) .....	193
СОРБЦИОННЫЕ И СЕЛЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА СТАЦИОНАРНОЙ ФАЗЫ НА ОСНОВЕ СМЕСИ МЕЗОГЕННОГО 4-(2-ГИДРОКСИЭТОКСИ)-4'-ФОРМИЛАЗОБЕНЗОЛА – μ-ОКСОДИМЕРА ЖЕЛЕЗА 2,8,12,18-ТЕТРАМЕТИЛ-3,7,13,17-ТЕТРА-Н-АМИЛПОРФИНА .....	194
Трохачевская А.А. (1 курс магистратуры).....	194
ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГЛИКОЛИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПОРФИРИНА .....	195
Кулик Д.С. (1 курс магистратуры).....	195
ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЯРНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА (II) С МЕТИОНИНОМ.....	196
Мадиномов А., (соискатель),Раджабов У.Р. ....	196
ПРОЦЕСС ДЕСТРУКЦИИ ОКТАФЕНИЛПОРФИРАЗИНА ФОСФОРА(V): ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОЛИЗА В ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ.....	197
Мигаль Н.А. (2 курс), Лазовский Д.А. (3 курс аспирантуры) .....	197
НОВЫЕ ДВУХКАНАЛЬНЫЕ КРАСИТЕЛИ НА ОСНОВЕ КОНЪЮГАТА ВОДИРУ-ЦИАНИН .....	198
Милошевская О.В. (2 курс) .....	198
ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛЮБИЛИЗИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ 2-ГИДРОКСИПРОПИЛ-β- ЦИКЛОДЕКСТРИНА И ПОЛИВИНИЛПИРРОЛИДОНА НА ВОДНУЮ РАСТВОРИМОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ПРОИЗВОДНОГО 1,2,4-ТИАДИАЗОЛА.....	199
Московцева Е. Д. (2 курс магистратуры) .....	199
ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ЦИКЛИЗАЦИЯ N,N'-ДИ(БЕНЗИМИДАЗОЛ)ДИИМИДА 1,1'-БИНАФТИЛ- 4,4',8,8'-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ ДИТИОНИТОМ НАТРИЯ В ВОДНО-ЩЕЛОЧНОМ РАСТВОРЕ .....	200
Патрушева Д.А. (4 курс) .....	200
СТАНДАРТНЫЕ ЭНТАЛЬПИИ ОБРАЗОВАНИЯ РЯДА БИОЛИГАНДОВ (ЛОРНОКСИКАМ, ГЛИЦИЛ-D- ФЕНИЛАЛАНИН И ТЕТРА-4-СУЛЬФОФАЛОЦИАНИНАТА НИКЕЛЯ) .....	201
Романов Р.А. (4 курс).....	201
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНДАРТНЫХ ЭНТАЛЬПИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕТРА-4- КАРБОКСИМЕТАЛЛФАЛОЦИАНИНА ЦИНКА И МЕДИ .....	202
Фашевский К.А. (4 курс) .....	202

ПОИСК, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НОВЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ФОРМ ПРОТИВОГРИБКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ КЕТОКОНАЗОЛА .....	203
Шалафан Д.Р. <sup>1,2</sup> (4 курс) .....	203
СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АГРЕГАЦИИ ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ.....	204
Шиловская М.В., Новиков И.В. (1 курс магистратуры).....	204
Секция 10. Химия и технология пищевых продуктов .....	205
РАЗРАБОТКА БИОРАЗЛАГАЕМОЙ ПЛЕНКИ ДЛЯ УПАКОВКИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ .....	206
Андреева А.С. (2 курс магистратуры) .....	206
ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕДА РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ .....	207
Гордеева А.И. (2 курс магистратуры).....	207
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛЬЦИЙ- И МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ КАРКАСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕРАФИНИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ .....	208
Грачева А.А. (2 курс магистратуры), Савичева Т.С. (3 курс) .....	208
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕСТРУКЦИИ РАЗРАБОТАННЫХ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КОМПОСТЕ И В ПОЧВЕ .....	209
Гузенко О.А. (1 курс магистратуры), Титова И.И. (10 класс, профильные классы при ИГХТУ) .....	209
ПОЛУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КРАХМАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА И ЦИАНОКОБАЛАМИНА.....	210
Земляной И.С. (1 курс магистратуры).....	210
ОЦЕНКА ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА КОЗИНАК НА ОСНОВЕ МАСЛИЧНЫХ И ОРЕХОПЛОДНЫХ КУЛЬТУР, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ РЫНКЕ.....	211
Кротова И.М. (2 курс, магистратура) .....	211
ВЛИЯНИЕ ГАЛЛОВОЙ КИСЛОТЫ И ГИДРОКСИМЕТАНСУЛЬФИНАТА НАТРИЯ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ВИТАМИНА В12 В КОКОСОВОЙ ВОДЕ .....	212
Кудряшова Л. А. (1 курс магистратуры).....	212
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕЛЕНОЦИСТИНА С СУЛЬФИНАТАМИ .....	213
Кузовлев Н.А. (4 курс), Молодцов П.А., Макаров С.В.....	213
ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ДЕТСКОГО ПЮРЕ «КАБАЧКИ» .....	214
Курганова С.В. (4 курс) .....	214
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОБАЛАМИНОВ С ПРИРОДНЫМИ АНТИОКСИДАНТАМИ .....	215
Логачева О. И. (1 курс магистратуры) .....	215
РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ФОРМ РЕТИНОИДОВ .....	216
Лосева Е.А. (магистрант).....	216
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОБАЛАМИНОВ В КАЧЕСТВЕ АНТИДОТОВ .....	217

Макарова А. И. (1 курс магистратуры) .....	217
ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЙОГУРТОВ .....	218
Савичева Т.С. (3 курс).....	218
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДИОКСИДА ТИОМОЧЕВИНЫ: НОВЫЕ ДАННЫЕ .....	219
Филатова Ю.И. ....	219
РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ АМИНОЦИАНОКОБАЛАМИНА .....	220
Фугина Д.О. (1 курс магистратуры) .....	220
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОБАЛАМИНОВ С НИТРОКСИЛОМ .....	221
Черевина Е.А. (2 курс магистратуры) .....	221
Секция 11. Функциональные полимерные материалы .....	222
СОЛЮБИЛИЗАЦИЯ БАРИЦИТИНИБА ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯМИ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ .....	223
Алексеев П.С. <sup>1,2</sup> (2 курс), Гарибян А.А. <sup>2</sup> , Делягина Е.С. <sup>2,3</sup> .....	223
МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ СОЛИ АГ И ПОЛИАМИДА-6,6 .....	224
Артамонов А.А. (3 курс).....	224
ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПИГМЕНТНОЙ ПАСТЫ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА .....	225
Астафьева А.А. (3 курс магистратура), Зимарёва П.А. (3 курс бакалавриат) .....	225
РАЗРАБОТКА ДВУХПАКОВОЧНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНОГО ОЛИГОМЕРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИТОВ ПРИКЛАДНОГО ТВОРЧЕСТВА .....	226
Бойко Н.Ю.(1 курс бакалавриата), Еналиев А.А.(2 курс магистратуры).....	226
МОДИФИЦИРОВАНИЕ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ОТНОШЕНИИ d-МЕТАЛЛОВ .....	227
Габрин В.А. (2 курс аспирантуры).....	227
ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ – СШИВАЮЩИЕ АГЕНТЫ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА .....	228
Дьяков Я.С. (3 курс) Оськин П.В. (1 курс магистратуры).....	228
ПОИСК АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ ПИГМЕНТОВ САЖА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИГМЕНТНЫХ ПАСТ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	229
Корпусова М.И. (1 курс магистратуры) .....	229
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА В ПРИСУТСТВИИ ИНИЦИИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МЕТОДОМ БИК-СПЕКТРОСКОПИИ .....	230
Медведева А.С. ....	230
ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛИЭФИРСУЛЬФОНОВЫХ МЕМБРАН .....	231
Пичурова А. А. (4 курс) .....	231
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ВОДОРАЗБАВЛЯЕМОЙ ГРУНТОВКИ ВКФ-093 НА ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ.....	232
Плахов А.С. (1 курс маг.), Сурикова М.И. ....	232

СТАБИЛИЗАЦИЯ СОСТАВА И МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ВСПУЧИВАЮЩЕЙСЯ КРАСКИ ОЛИГОМЕРНЫМИ ПАВ.....	233
Д.А. Птицын (1 курс магистратуры) .....	233
ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА СШИВКУ ГЕЛЕЙ АЛЬГИНАТА КАЛЬЦИЯ.....	234
Селиверстов В.С. (3 курс), Оськин П.В. (1 курс магистратуры) .....	234
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИМИДАЗОЛИЕВЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ АКРИЛАМИДНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ.....	235
Смирнов А.С. (2 курс магистратуры), Коробова В.Д. ....	235
МОДИФИКАЦИЯ L-АРГИНИНОМ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА И ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ Cu(II) .....	236
Софронов А.Р. (2 курс магистратуры) .....	236
Секция 12. Макрогетероциклические соединения для органической электроники, катализа и медицины.....	237
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ФЕНИЛПОРФИРАЗИНОВ.....	238
Абиева Ф.А. (3 курс).....	238
КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ПОЛИПОРФИРИНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АМИНОЗАМЕЩЕННЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНОВ .....	239
Балдина А.А. (4 курс).....	239
АГРЕГАЦИЯ ХЛОРИНОВЫХ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ С ЗАРЯЖЕННЫМИ ГРУППАМИ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С МИЦЕЛЛАМИ НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ... ..	240
Бондарева Т.В. (2 курс).....	240
МОНО- И ДИ-БРОМ-ВОДИРУ: СПЕКТРАЛЬНЫЕ, ГЕНЕРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И АГРЕГАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ В РАСТВОРАХ .....	241
Догадаева С.А. (2 курс магистратуры) .....	241
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ ХЛОРИНОВОГО ТИПА С ТРАНСПОРТНЫМИ БЕЛКАМИ КРОВИ .....	242
Э.А. Дрондель (3 курс), Ф.К. Моршнев .....	242
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОСИММЕТРИЧНЫХ СУБПОРФИРАЗИНОВ НА ОСНОВЕ ФУМАРОНИТРИЛА И ТЕТРАХЛОРФАЛИДИНИТРИЛА .....	243
А.С. Дудина <sup>1</sup> , М. Хамдуш <sup>1</sup> .....	243
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ И СОЛЬВАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ, ГЕНЕРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ФОТОСТАБИЛЬНОСТЬ И ЛИПОФИЛЬНОСТЬ 1,3,5,7-ТЕТРАМЕТИЛ-ВОДИРУ КРАСИТЕЛЯ И ЕГО АЛКИЛ-, ИОДЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ .....	244
Дудина В.С. <sup>1,2</sup> (4 курс), Нуранеева Е.Н. <sup>2</sup> .....	244
СИНТЕЗ МЕЗО-КАРБОКСИФЕНИЛПОРФИРИНОВ ИЗ ПИРРОЛЬНЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И АЦИЛИРОВАНИЕ ИМИ СПИРТОВ, ФЕНОЛОВ И АМИНОВ .....	245
Забалуева С.В. (4 курс), Любимова Т.В., Семейкин А.С.....	245
НИЗКОСИММЕТРИЧНЫЕ СУБФАЛОЦИАНИНЫ С АННЕЛИРОВАННЫМ И РАСКРЫТЫМ 5,7-ДИФЕНИЛ-6H-1,4-ДИАЗЕПИНОВЫМ ФРАГМЕНТОМ.....	246

Зайцев М.В. (2 курс) Чуфарин А.Е. (1 курс магистратуры) .....	246
ХЛОРИНОВЫЕ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРЫ С АНИОННЫМИ И НЕИОНОГЕННЫМИ ГРУППАМИ: АГРЕГАЦИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МИЦЕЛЛЯРНЫМИ И ПОЛИМЕРНЫМИ НОСИТЕЛЯМИ В РАСТВОРАХ .....	247
С.М. Золоткова (4 курс) .....	247
СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ТЕТРА НАТРИЕВОЙ СОЛИ ТЕТРАКИС[4-(1 <i>H</i> -ТЕТРАЗОЛ-5- ИЛ)ФЕНОКСИ]ФТАЛОЦИАНИНА ИНДИЯ .....	248
Иванова М.А. (4 курс).....	248
Н-БУТОКСИФОСФОРИЛПОРФИРИНАТЫ КОБАЛЬТА: ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.....	249
Камышан А.А. (4 курс).....	249
КОМПЛЕКС ОКТАФЕНИЛТЕТРАПИРАЗИНОПОРФИРАЗИНА С SI(IV): СИНТЕЗ И СВОЙСТВА .....	250
Каянова К.А. (2 курс магистратуры), Рычихина Е.Д. (аспирант).....	250
СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ПЕРИФЕРИЙНО И НЕПЕРИФЕРИЙНО ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ.....	251
Зиминов А. В., Киселева А. Ю. (1 курс магистратуры).....	251
ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ АКСИАЛЬНО МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСО-МОЛИБДЕН(V)ПОРФИРИНОВ.....	252
Климова И.А., (3 курс).....	252
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА КОНЬЮГАТОВ ХЛОРИНА e <sub>6</sub> С L-АРГИНИНОМ .....	253
Ковалев А.Е. (4 курс) .....	253
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОСИММЕТРИЧНЫХ СУБПОРФИРАЗИНОВ С АННЕЛИРОВАННЫМИ ДИХЛОРПИРАЗИНОВЫМИ ФРАГМЕНТАМИ .....	254
Ковкова У.П. (2 курс магистратуры), Скворцов И.А. ....	254
АКТИВАЦИЯ ТРЕТ-БУТИЛГИДРОПЕРОКСИДА ДИМЕРНЫМ КОБАЛЬТ ПОРФИРИНОМ: ГЕНЕРАЦИЯ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ВЫСОКООКИСЛЕННЫХ ФОРМ .....	255
Кречуняк Н.В. (2 курс магистратуры) .....	255
ЗАВИСИМОСТЬ АКТИВНОСТИ ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ КАРБОКСИЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАТОВ КОБАЛЬТА И МЕДИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕАКЦИОННОЙ СРЕДЫ .....	256
Кулёв В.А. (аспирант 3 г.о.) .....	256
ПРОЦЕСС ДЕСТРУКЦИИ ОКТАФЕНИЛПОРФИРАЗИНА ФОСФОРА(V): НЕОБЫЧНЫЙ ТРЕХЗВЕННЫЙ ПРОДУКТ И КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА .....	257
Лазовский Д.А. (3 курс аспирантуры), Мигаль Н.А. (2 курс) .....	257
СИНТЕЗ НЕПЕРИФЕРИЙНО-ЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОФТАЛОЦИАНИНОВ В УСЛОВИЯХ МИКРОВОЛНОВОЙ АКТИВАЦИИ .....	258
Моисеева И.И. (1 курс магистратуры) .....	258
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ БОРА(III) С ФТАЛОЦИАНИНОМ И ЕГО АНАЛОГАМИ .....	259
Никитин И.А. (2 курс магистратуры), Попков А.Д. ....	259

СТАБИЛЬНОСТЬ ПЛАВАЮЩЕГО СЛОЯ И ПЛЕНОК ЛЕНГМЮРА-ШЕФФЕРА 5,15-БИС(2,6-БИС(ДОДЕЦИЛОКСИ)ФЕНИЛ)ПОРФИРИНА.....	260
Никитин К.С. <sup>1</sup> , Мамардашвили Н.Ж. <sup>1</sup> , Казак А.В. <sup>2</sup> , Марченкова М.А. <sup>3</sup> , Усольцева Н.В. <sup>2</sup> ....	260
ИССЛЕДОВАНИЕ СО-АМОРФНЫХ ФОРМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФЛЮБЕНДАЗОЛА .....	261
Пискарева А.А. (4 курс).....	261
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ОКСОДИБОРНОГО КОМПЛЕКСА ТЕТРА-ТРЕТ-БУТИЛФТАЛОЦИАНИНА .....	262
Попков А.Д. (2 курс), Никитин И.А. ....	262
СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА N-ЗАМЕЩЕННЫХ ОКТА(ПИРИДИЛ-2)ТЕТРАПИРАЗИНОКОРРОЛАЗИНОВ .....	263
Попов А.А. (2 курс магистратуры) .....	263
НОВЫЙ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ ТЕРАНОСТИК НА ОСНОВЕ BIS(BODIPY): ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СПЕКТРАЛЬНЫХ СВОЙСТВ, АГРЕГАЦИОННОГО ПОВЕДЕНИЯ В РАСТВОРАХ И МИЦЕЛЛАХ ПЛЮРОНИКА F127 .....	264
Равчеева Е.А. <sup>1,2</sup> (4 курс), Калягин А.А. <sup>2</sup> .....	264
СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И СПЕКТРАЛЬНО-ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ГАЛОГЕНЗАМЕЩЕННЫХ МЕТАЛЛОПОРФИРИНОВ И ИХ АЗА-АНАЛОГОВ .....	265
Русанов А.И. <sup>1,2</sup> (2 курс магистратура) .....	265
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ФЕНИЛ- / 2-ПИРИДИЛТЕТРАПИРАЗИНОПОРФИРАЗИНОВ .....	266
Сергеева А.С. (4 курс).....	266
КОМПЛЕКСЫ ТЕТРА(1,2,5-ТИАДИАЗОЛО) ПОРФИРАЗИНОВ ИТЕРБИЯ, НЕОДИМА, ГОЛЬМИЯ ...	267
Сигунов С.А. (4 курс).....	267
ПЕРХЛОРИРОВАННЫЕ НЕСИММЕТРИЧНЫЕ АЗААНАЛОГИ СУБФТАЛОЦИАНИНА: СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	268
Старкова М. О. (2 курс), Ковкова У. П., Скворцов И. А. ....	268
СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИГИДРО-1 <i>H</i> -ДИАЗЕПИНОПОРФИРАЗИНОВ НЕСИММЕТРИЧНОГО СТРОЕНИЯ.....	269
Фазлыева А. М. (2 курс магистратуры).....	269
СРАВНЕНИЕ АНИОННЫХ ФТАЛОЦИАНИНОВ ХЛОРИДА ИНДИЯ С 2-МЕТОКСИ-4-(-1 <i>H</i> -ТЕТРАЗОЛ-5-ИЛ)ФЕНОКСИГРУППАМИ В $\alpha$ - И $\beta$ -ПОЛОЖЕНИЯХ .....	270
Хотянович Д.В. (1 курс магистратура).....	270
СПЕКТРАЛЬНЫЕ, КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ И КООРДИНАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НЕСИММЕТРИЧНО ЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИРИНОВ.....	271
Хрушкова Ю.В. (2 курс магистратуры).....	271
НОВЫЕ ПЕРФТОРИРОВАННЫЕ (СУБ)ПОРФИРАЗИНЫ С АННЕЛИРОВАННЫМИ ПИРАЗИНОВЫМИ ФРАГМЕНТАМИ.....	272
Чуфарин А.Е. (1 курс магистратуры) .....	272



СИНТЕЗ, КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ И КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДНЫХ ТЕТРАФЕНИЛПОРФИНА, СОДЕРЖАЩИХ АМИНОКИСЛОТНЫЕ "ЯКОРНЫЕ" ГРУППЫ .....	273
Шорохова Т.В. (4 курс).....	273
Секция 13. Технология тонкого органического синтеза.....	274
РЕАКЦИЯ МЕТАЛЛИРОВАНИЯ МАРГАНЦЕВОГО КОМПЛЕКСА НЕЗАМЕЩЕННОГО ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА.....	275
Беляев А.А. (1 курс магистратуры).....	275
РАЗРАБОТКА НОВОГО ЭКОЛОГИЧНОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТАХ.....	276
Блохина П. М. (11 класс) .....	276
СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ХЛОРФЕНОКСИЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНАТОВ КОБАЛЬТА, НИКЕЛЯ И МЕДИ .....	277
Бобровицкий Д.А. (3 курс), Ботнарь А.А.....	277
СИНТЕЗ КОМПЛЕКСОВ МЕДИ (II) С ПРОИЗВОДНЫМИ 1-АДАМАНТАНКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ С ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ.....	278
Большакова Е.А. (2 курс, магистратура), Смирнова А.Ю. (4 курс, бакалавриат), Королева П.Г. (3 курс, бакалавриат).....	278
РЕДОКС-АКТИВНЫЕ СЭНДВИЧЕВЫЕ КОМПЛЕКСЫ ФТАЛОЦИАНИНА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ.....	279
Ботнарь А.А., Тихомирова Т.В. ....	279
ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ИЛИ ИМПОРТНЫЙ ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ? .....	280
Быструхина А. (1 курс магистратуры) .....	280
РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТРИЙОДЗАМЕЩЕННОГО ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНА.....	281
Васина М.В. (3 курс), Кибирева Я.Е. (аспирант).....	281
СИНТЕЗ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО КАТАЛИЗАТОРА МЕТОДОМ МЕХАНИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ .....	282
Васютина П.Ю. (3 курс).....	282
ОПТИМИЗАЦИЯ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ 5-(2,3,5,6-ТЕТРАФТОР-4-ФЕНИЛФЕНИЛ)-10,15,20-ТРИС(ПЕНТАФТОРФЕНИЛ)ПОРФИРИНА .....	283
Виноградова Е.В. Орехова А.С. (3 курс).....	283
МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА ДЛЯ ЦЕЛЕВОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ .....	284
Гончаров В.В. (1 курс магистратуры), Петрова М.С., Домарева Н.П. ....	284
СИНТЕЗ $\mu$ -КАРБИДОДИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА С ТЕТРАПИРРОЛЬНЫМИ МАКРОГЕТЕРОЦИКЛАМИ .....	285
Грубов Д.А., Лебедева Е.С. ....	285
ОКТАЗАМЕЩЕННЫЕ ФТАЛОЦИАНИНЫ С 2,4,5-ТРИХЛОРФЕНОКСИГРУППАМИ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА.....	286
Елизарова А.П. (2/124).....	286

СИНТЕЗ КАТИОННЫХ ПОРФИРИНОВ НА ОСНОВЕ ПИРИДИЛ-ЗАМЕЩЕННЫХ МАКРОГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ .....	287
Ефимова Е.А. (2 курс магистратуры), Ковнир Э.В. ....	287
СИНТЕЗ ПРОТОННЫХ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ЭТАНОЛАМИНОВ С ОРГАНИЧЕСКИМИ И МИНЕРАЛЬНЫМИ КИСЛОТАМИ .....	288
Ефремова Д.А. (2 курс магистратуры) .....	288
ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПОРФИРИНЫ: СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА .....	289
Березина Н.М., Желтова Е.А. (4 курс).....	289
ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ РАСТВОРЕНИЯ <i>IN VITRO</i> ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СОСТАВА ТАБЛЕТИРУЕМОЙ МАССЫ .....	290
Жулий Е.Г. (2 курс магистратуры) .....	290
МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСЫ ПОРФИРИНОВ С ФЕНОКСИЗАМЕЩЕННЫМИ ГРУППАМИ .....	291
Ивакин В.А.....	291
СИНТЕЗ ТЕТРАКИС[2-(1 <i>H</i> -ТЕТРАЗОЛ-5-ИЛ)ФЕНОКСИ]ФТАЛОЦИАНИНА ХЛОРИДА ИНДИЯ.....	292
Кантерман А.С. (4 курс) .....	292
СИНТЕЗ СМЕШАННО-ЗАМЕЩЕННЫХ ГЕМИГЕКСАФИРАЗИНОВ НА ОСНОВЕ 4-ЙОДФТАЛОНИТРИЛА .....	293
Кибирева Я.Е. (аспирант 4 года обучения) .....	293
СИНТЕЗ ДЕНДРОНОВ НА ОСНОВЕ КАРБАЗОЛА.....	294
Корниенко М.С. (2 курс).....	294
ОКТАЗАМЕЩЕННЫХ ФТАЛОЦИАНИНЫ С 2-ЦИКЛОГЕКСИЛФЕНОКСИ И 2- ФЕНИЛФЕНОКСИГРУППАМИ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА.....	295
Кузьмина М.С. (3/20), Петрова А.С. (2/100).....	295
АРИЛИДЕНОВЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ 2-ТИБАРБИТУРОВОЙ КИСЛОТЫ С ФРАГМЕНТАМИ ИЗОМЕРНЫХ НИТРОФЕНИЛАЗОСАЛИЦИЛОВЫХ АЛЬДЕГИДОВ .....	296
Дорофеев А.С. (1 курс), Куликов М.А. ....	296
ИЗОМЕРНЫЕ НИТРОФЕНИЛАЗОСАЛИЦИЛОВЫЕ АЛЬДЕГИДЫ .....	297
Сидорович Э.К. (1 курс), Куликов М.А. ....	297
ЗАМЕЩЕННЫЙ 2,6-ДИБЕНЗИЛИДЕНЦИКЛОГЕКСАНОН .....	298
Худяков С.Г. (1 курс), Куликов М.А. ....	298
5-(2-ХИНОЛИЛ)ТЕТРАБЕНЗОПОРФИРИН И ЕГО КОМПЛЕКСЫ С ЦИНКОМ, МЕДЬЮ, КОБАЛЬТОМ И ЖЕЛЕЗОМ .....	299
Майорова Е.И. (1 курс магистратуры) .....	299
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА 4,5-ДИБРОМ-3-(ХИНОЛИН-2-ИЛМЕТИЛЕН)ИЗОИНДОЛИН-1-ОНА И ЕГО КОМПЛЕКСА С БОРОМ .....	300
Набасов А. А. (аспирант первого года обучения), Румянцева Т.А.....	300
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАССИВА МОЛЕКУЛ .....	301
Надтока Т.Е. (1 курс магистратуры), Суворова Ю.В. ....	301

ПОДХОД К СИНТЕЗУ СОЕДИНЕНИЙ С АКТИВНЫМИ ПРОТИВООПУХОЛЕВЫМИ ЗАМЕСТИТЕЛЯМИ .....	302
Наумов К., (студент 3 курса).....	302
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ СОЛИ ФТОРХИНОЛОНОВОГО АНТИБИОТИКА ЛЕВОФЛОКСАЦИНА.....	303
Полиектова В.В. (2 курс), Васильев Н.А.....	303
СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ТЕТРА- 4- (МЕТОКСИФЕНОКСИ)ФТАЛОЦИАНИНОВ .....	304
Рассолова А. Е. (аспирант 1-го года обучения), Макаров М.С. ....	304
ОСОБЕННОСТИ СКРИНИНГА И ПОЛУЧЕНИЯ СОКРИСТАЛЛОВ КАРБАМАЗЕПИНА.....	305
Смирнова Т.Н. <sup>1,2</sup> (4курс) .....	305
РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫХ ВОДИРУ .....	306
Сошникова В.А. (2 курс) .....	306
ОКТАЗАМЕЩЕННЫЕ ФТАЛОЦИАНИНЫ С 4-(1-МЕТИЛ-1-ФЕНИЛЭТИЛ)ФЕНОКСИГРУППАМИ И ФРАГМЕНТАМИ НАСЫЩЕННЫХ МОНОАЗОЦИКЛОВ. СИНТЕЗ И СВОЙСТВА .....	307
Степанова Д.С. (1/238).....	307
КАРБОКСИЗАМЕЩЕННЫЕ ЦИКЛИЧЕСКИЕ И НЕЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФРАГМЕНТА-ФАРМАКАФОРА ГУАНАЗОЛА. СИНТЕЗ, СВОЙСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ .....	308
Танасевич В.А. (3 курс) .....	308
ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ ТРИТИЛЗАМЕЩЕННОГО ФТАЛОЦИАНИНА С ЦИРКОНИЕМ, ОЛОВОМ И ГАФНИЕМ.....	309
Ткаченко М.А. (2 курс магистратуры), Галанин Н.Е., Базанов М.И., Румянцева Т.А. ....	309
РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ МЫЛА НАТУРАЛЬНОГО ТУАЛЕТНОГО И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО КАЧЕСТВА ...	310
Тулабоева А.С. (4 курс) .....	310
ПОИСК, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НОВЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ФОРМ ПРОТИВОГРИБКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ КЕТОКОНАЗОЛА .....	311
Шалафан Д.Р. <sup>1,2</sup> (4 курс) .....	311
Секция 14. Путь в мир математики .....	312
ИСТОРИЯ СЕЛА НОВО – ТАЛИЦЫ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ .....	313
Богачева П. Р., Брюханова С. Ю., Хачатрян А. С., Шушин А. А. (6 класс).....	313
АРИФМЕТИЧЕСКАЯ И ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОГРЕССИЯ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА.....	314
Ваулин С.А.....	314
МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ КВАДРАТНЫХ УРАВНЕНИЙ .....	315
Гадалова Е.Ю. (8 класс).....	315
ДИСКРИМИНАНТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ВТОРОЙ, ТРЕТЬЕЙ И ЧЕТВЕРТОЙ СТЕПЕНИ .....	316

Горячев А.В. (9 класс).....	316
УРАВНЕНИЕ ОРНАМЕНТА .....	317
Грименицкая П.П. ....	317
ЭКОЛОГИЯ ГЛАЗАМИ МАТЕМАТИКИ .....	318
Громова А.С. (10 класс).....	318
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИГРЫ И ГОЛОВОЛОМКИ.....	319
Кувшинов Д.В. (1 курс) .....	319
О МЕХАНИЗМЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДИОКСИМИНА КОБАЛЬТА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ МОДЕЛИ КУБОВОГО КРАСИТЕЛЯ .....	320
Муравьева А.Д. (11 класс).....	320
СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ В ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ.....	321
Мутовкин И.А. (11 класс).....	321
ЛЕНТА МЁБИУСА .....	322
Напалков Е.А. (10 класс) .....	322
ТОПОЛОГИЯ.....	323
Плеханов К.А. ....	323
ИЗВЛЕЧЕНИЕ КВАДРАТНЫХ КОРНЕЙ БЕЗ КАЛЬКУЛЯТОРА .....	324
Симонова С.А. (10 класс) .....	324
НЕРАВЕНСТВА НА ЕГЭ, ПЛЮСЫ МЕТОДА РАЦИОНАЛИЗАЦИИ.....	325
Суханова Д.Е. (11 класс).....	325
МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ КУБИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ .....	326
Фокина К.А. (8 класс) .....	326
О ВРЕДЕ КУРЕНИЯ ЯЗЫКОМ МАТЕМАТИКИ.....	327
Фомин А.Д. ....	327
МНОЖЕСТВО МНОЖЕСТВ: НАСКОЛЬКО ВЕЛИКА БЕСКОНЕЧНОСТЬ? .....	329
Анисимов С.С. (1 курс).....	329
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ТОЧНОСТИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ В РЕШЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	330
Борзов И.П. (1 курс).....	330
АППРОКСИМАЦИЯ ЧИСЛА ПИ .....	331
Васильев Н.Р. (1 курс).....	331
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ БИЛЬЯРД .....	332
Ветрова С.А., Горбунова Е.А. (1 курс).....	332
ОПРЕДЕЛЕННЫЙ ИНТЕГРАЛ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ.....	333
Волков И.А. (1 курс).....	333
НАХОЖДЕНИЕ КОРНЕЙ УРАВНЕНИЯ МЕТОДОМ ОБРАТНОГО ИНТЕРПОЛИРОВАНИЯ. ....	334

Денисов Д.А. (1 курс).....	334
ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ЭКОЛОГИИ .....	335
Зайцева А.О.(1 курс) .....	335
ИНТЕРАКТИВНОЕ ОБУЧЕНИЕ: ПРИЕМ TARSIA НА ЗАНЯТИЯХ ПО МАТЕМАТИКЕ.....	336
Захаров И.В., Прохоров А.Н. (1 курс) .....	336
РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛАДКОКРАШЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. ....	337
Зыков Р.Н., Горбанов Е.А. (1 курс).....	337
МЕТОДИКА И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ШКОЛЬНОГО КУРСА МАТЕМАТИКИ .....	338
Иванов Д.А. <sup>1</sup> (4 курс), Игнатьев А.А. <sup>2</sup> , Иванова П.А. <sup>2</sup> (2 курс магистратуры) .....	338
КРИПТОГРАФИЯ В МАТЕМАТИКЕ .....	339
Климас А.В. (1 курс) .....	339
ТРАНСЦЕНДЕНТНЫЕ КРИВЫЕ.....	340
Красавин Е.А. (1 курс) .....	340
ИНТЕГРИРОВАНИЕ БИНОМИАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ.....	341
Кротов К.А, Минченко В.М (1 курс).....	341
ЗАДАЧА О ПРОГРЕВЕ СТЕНКИ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА С ПОЗИЦИЙ СИСТЕМНО-СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА.....	342
Варакин И.Е., Курнаев И.М. (аспиранты, 1 курс) .....	342
ПОСТРОЕНИЕ МНОЖЕСТВА МАНДЕЛЬБРОТА С ПОМОЩЬЮ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА .	343
Лобанов Д.Е. (1 курс).....	343
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА С ПОМОЩЬЮ УРАВНЕНИЯ ГЕНДЕРСОНА.....	344
Лучшев А.В. (2 курс).....	344
ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ: ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ .....	345
Моисеев Л.Е. (2 курс).....	345
МАТЕМАТИКА И СПОРТ .....	346
Морозов М.П., Силин А.М. (1 курс).....	346
ИНТЕРПОЛЯЦИЯ НА ОСНОВЕ КУБИЧЕСКИХ СПЛАЙНОВ .....	347
Русина В.В. (1 курс) .....	347
КАК МАТЕМАТИКА ПОМОГАЕТ ПОБЕЖДАТЬ В ИГРАХ .....	348
Рыжик Д., Румянцев М.А. (1 курс) .....	348
РЕШЕНИЕ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ НЬЮТОНА .....	349
Стаканова В.А. (1 курс) .....	349

СРАВНЕНИЯ МЕТОДОВ АППРОКСИМАЦИИ ГРАФИКА ДИНАМИКИ КИТАЙСКОГО ФОНДОВОГО РЫНКА ЗА 2022 ГОД .....	350
Сироткина А.С., Суворова В.А. (1 курс).....	350
РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В РАЗЛИЧНЫХ АСПЕКТАХ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	351
Хохлова Ю.А. (1 курс) .....	351
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МУЗЫКИ: КАК ЧИСЛА И АЛГОРИТМЫ ВЛИЯЮТ НА ЗВУК? .....	352
Ширяева М.И. (1 курс).....	352
Секция 16. Компьютерное моделирование, оптимизация и управление технологическими процессами .....	353
СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ САУ ПРОЦЕССОМ ДЕАЭРАЦИИ .....	354
Андреенков А.А. (1 курс магистратуры).....	354
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДЕАЭРАЦИИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА .....	355
Андреенков А.А. (1 курс магистратуры).....	355
РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УЧАСТКОМ ДЕАЭРАЦИИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ .....	356
Андреенков А.А. (1 курс магистратуры).....	356
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОКИСЛЕНИЯ АММИАКА.....	357
Балакирев В.Н. (4 курс) .....	357
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ОПЕРАТИВНОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ГРАНУЛЯЦИИ И СУШКИ АММОФОСА.....	358
Беспалов Д. В. (2 курс магистратуры).....	358
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАСКАДОМ АППАРАТОВ ЕМКОСТНОГО ТИПА .....	359
Бобров Д.А., Котов А.С. (4 курс).....	359
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РАСЧЁТА РЕАКТОРНОЙ СИСТЕМЫ .....	360
Бодров А.А. (1 курс аспирантуры) .....	360
АНАЛИЗ И ОПТИМАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ РЕАКТОРНОЙ СИСТЕМЫ .....	361
Бодров А.А. (1 курс аспирантуры) .....	361
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ДЛЯ АДМИНИСТРАТОРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.....	362
Булатный В.Е. (4 курс).....	362
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОЛОТЕННОГО МАТЕРИАЛА.....	363
Ваняйкин И.К. (2 курс) .....	363
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ АБСОРБЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА ....	364
Войнов Е.А. (1 курс магистратуры).....	364

СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЕМКОСТНЫМ АППАРАТОМ СМЕШЕНИЯ .....	365
Горошков И.А. (4 курс).....	365
РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО КУРСА ПО 3D МОДЕЛИРОВАНИЮ .....	366
Гудков Н.И. (4 курс).....	366
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ УПАРИВАНИЯ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ .....	367
Евдокимов П.Е. (1 курс магистратуры).....	367
ЭКСЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА АММИАКА .....	368
Егоров Н. А. (1 курс магистратуры) .....	368
АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧАСТКА ОЧИСТКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ ДВУОКИСИ УГЛЕРОДА.....	369
Егорова Л.Д., Хухлаев А.С. (4 курс).....	369
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПОДОГРЕВА РЕАКЦИОННОЙ СМЕСИ.....	370
Котов А.С., Бобров Д.А. (4 курс).....	370
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ И ОКИСЛЕНИЯ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ .....	371
Лезин Д.А. (4 курс).....	371
СИНТЕЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СМЕСИТЕЛЕМ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРА С ЗАДАННЫМ ЗНАЧЕНИЕМ КОНЦЕНТРАЦИИ.....	372
Лихач Д.С. (4 курс).....	372
СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДГОТОВКИ ИСХОДНОГО РЕАГЕНТА .....	373
Молюков Т.Р., Ремнев К.А. ....	373
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ УЧАСТКА СИНТЕЗА ФОРМАЛЬДЕГИДА.....	374
Морозов Р.А. (1 курс магистратуры).....	374
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСЦИЛЛИРУЮЩИХ РЕЖИМОВ ПРИ НАЛИЧИИ ШУМА .....	375
Наимов А. (3 курс) .....	375
ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ ДЛЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ .....	376
Окуньков Н.С. (1 курс) .....	376
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИМ РЕАКТОРОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	377
Плотникова С.А. (2 курс магистратуры).....	377
УПРОЩЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА .....	378
Пономарева Ю.Н. (аспирант 3 года обучения).....	378
АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕАКТОРА С ВЫНОСНЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ.....	379
Пономарева Ю.Н. (аспирант 3 года обучения).....	379
АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО СИНТЕЗА ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА С ВЫНОСНЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ.....	380

Пономарева Ю.Н. (аспирант 3 года обучения).....	380
МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ.....	381
Попов И.А. (4 курс аспирантуры).....	381
УПРАВЛЕНИЕ РЕАКТОРНЫМ УЗЛОМ .....	382
Ремнев К.А., Молюков Т.Р. (4 курс).....	382
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ.....	383
Родионов А.Д. (4 курс).....	383
АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМВАРКИ ПИВА.....	384
Романов Д.С. (1 курс магистратуры).....	384
АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ .....	385
Смирнов Н.С. (1 курс, магистратура).....	385
С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ .....	386
Субботин П.А. (4 курс) .....	386
СИМУЛЯТОР СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ.....	387
Хабибулин Н.М. (1 курс магистратуры) .....	387
РАЗРАБОТКА И ОТЛАДКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНО- ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	388
Хабибулин Н.М., Андреенков А.А. (1 курс магистратуры).....	388
АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ МЕТАНА КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	389
Хренова К.В. (4 курс).....	389
АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛИНИИ ГЛАЗИРОВАНИЯ .....	390
Хухлаев А.С, Егорова Л.Д. (4 курс).....	390
Секция 17. Технологические машины и оборудование.....	391
УСТРОЙСТВО ПОДАЧИ ДЛЯ ДОЗАТОРА ПАСТООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	392
Быченков Е.М. (2 курс, магистратура).....	392
УСТАНОВКА ОЧИСТКИ ГАЗА ОТ НИТРОЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ С РЕГЕНЕРАЦИЕЙ АБСОРБЕНТА.....	393
Васильев И. А (1 курс магистратуры) .....	393
РАЗРАБОТКА АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОРАЗЛАГАЕМЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	394
Васильев И.А., Гузенко О.А. (1 курс магистратуры).....	394
СОТРУДНИЧЕСТВО С КОМПАНИЕЙ ЕЛЕМЕТ .....	395
Догадаев Г.А., Хоменко К.Д., Зуборев Д.А. (3 курс).....	395
РАЗРАБОТКА ТАРЕЛЬЧАТОГО ПИТАТЕЛЯ .....	396
Захаров А.Д. (1 курс магистратуры).....	396
РАЗРАБОТКА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА.....	397
Квитко В.Е. (4 курс) .....	397



ВОЗДУШНЫЙ СЕПАРАТОР .....	398
Королев В.В. (1 курс, магистратура) .....	398
ПРОИЗВОДСТВО САХАРНОГО СИРОПА.....	399
Крисанов А.Н. (1 курс, магистратура).....	399
ЦЕНТРОБЕЖНАЯ УДАРНАЯ МЕЛЬНИЦА .....	400
Курочкин Д.А. (2 курс, магистратура) .....	400
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЖИДКОСТЕЙ В РОТОРНО-КАВИТАЦИОННОМ ДИСПЕРГАТОРЕ .....	401
Ларина А.И. (2 курс) .....	401
ТАРЕЛЬЧАТЫЙ ПИТАТЕЛЬ .....	402
Моденов А.В. (4 курс).....	402
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИОННОГО ОБМЕНА В АППАРАТЕ С ЗАГРУЗКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИМ СОРБЕНТОМ.....	403
Рябиков А.А. (2 курс магистратуры) .....	403
ИОНООБМЕННАЯ ОЧИСТКА РАСТВОРОВ В АППАРАТЕ С МЕХАНИЧЕСКИ СЖАТЫМ СЛОЕМ ИОНИТА .....	404
Семёнов А.Ю. (2 курс).....	404
ОЧИСТКА РАСТВОРОВ ОТ ИОНОВ МЕДИ В ИОНООБМЕННОМ АППАРАТЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ.....	405
Снигирев М.Ю. (1 курс магистратуры).....	405
ДИФфуЗИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИНСТРУМЕНТА .....	406
Соловьёв Д. А. (3 курс).....	406
УПРАВЛЕНИЕ ТОЧНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ .....	407
Соловьёва Е.В. (аспирант).....	407
ПОЛИМЕРОСОЖЕРЖАЩИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ.....	408
Соловьёва Е.В. (аспирант).....	408
ШАРОВАЯ МЕЛЬНИЦА .....	409
Софронов В.С. (1 курс, магистратура) .....	409
ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА РАБОТУ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА .....	410
Субботина А.С. (Магистратура, 1 курс).....	410
ГРАВИТАЦИОННЫЙ СЕПАРАТОР.....	411
Травин А.Е. (4 курс).....	411
КУХОННЫЙ КОМБАЙН.....	412
Хафизова Л.Х. (4 курс) .....	412
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА СТЕПЕНЬ КЛАССИФИКАЦИИ В ЦЕНТРОБЕЖНОМ ВОЗДУШНОМ КЛАССИФИКАТОРЕ .....	413

Хохлов М.А., Лазарев А.А., Акуличев М.А. (1,2 курс магистратуры) .....	413
ТУННЕЛЬНЫЙ ПАСТЕРИЗАТОР .....	414
Шувалов А.Г. (1 курс, магистратура).....	414
ГИДРОЦИКЛОН .....	415
Ялышев Ф.Н. (4 курс) .....	415
Секция 18. Энерго- и ресурсосберегающие технологии .....	416
АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАСТВОРЕНИЯ АПАТИТА .....	417
Веселов А.А. (4 курс).....	417
МЕТОДИКИ И ИННОВАЦИИ В ОЧИСТКЕ И ДЕАЭРАЦИИ ВОДЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАНОЛА	418
Гордеева Е.М. (4 курс).....	418
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ПЛОТНЫХ ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ .....	419
Исаев М.В. (4 курс) .....	419
ПРИМЕНЕНИЕ ЛОМА ПЕРИКЛАЗОВЫХ ОГНЕУПОРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАЛЬЦИНИРОВАННОЙ СОДЫ .....	420
Кениг Л.Л. Соловьев К.Д. (2 курс, 3 курс).....	420
ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ РАСТВОРЕННЫХ СОЛЕЙ ИЗ ВОДЫ ОБОРОТНОГО ЦИКЛА ..	421
Кйалуэ Мерессе К. ( 4 курс ) .....	421
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА .....	422
Лапин Н.С. (4 курс).....	422
ПРОИЗВОДСТВО ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ.....	423
Лапин О.Р. (4 курс).....	423
РАСЧЕТ ПОГЛОЩЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА В АБСОРБЦИОННОЙ КОЛОННЕ .....	424
Ндала Мечак Яв (4 курс).....	424
ИЗУЧЕНИЕ ИОНООБМЕННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ВАНАДИЯ ИЗ РАСТВОРОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ .....	425
Евтушенко Н.С. (4 курс), Мишин И.В., Лапин И.И. ....	425
РЕКТИФИКАЦИЯ МЕТАНОЛА ПРИ СРЕДНЕМ ДАВЛЕНИИ .....	426
Новикова В.А. (4 курс).....	426
ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПОГЛОЩЕНИЯ ФЕНОЛА ИЗ РАСТВОРОВ АКТИВНЫМИ УГЛЯМИ НА ОСНОВЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА И АНТРАЦИТА .....	427
Павлова А.С. (1 курс магистратуры) .....	427
УТИЛИЗАЦИЯ ДВУХ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОДНОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ .	428
Пасечников Ю.В. (1 курс) .....	428
<i>Томский политехнический университет</i> .....	428
ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ.....	429
Прутских М.С., (2 курс) аспирант, Ермоленко Б.В., доцент .....	429

ВЫДЕЛЕНИЕ АММИАКА ИЗ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ, ВОЗВРАТ АММИАКА В ПРОИЗВОДСТВО .....	430
Священко Я.П. (4 курс).....	430
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА.....	431
Скобеев Д.А. (4 курс).....	431
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАПСУЛИРОВАНИЯ ГРАНУЛ ОТБЕЛИВАЮЩЕГО КОМПОНЕНТА МОЮЩИХ СРЕДСТВ .....	432
Тихомирова А.А. (4 курс).....	432
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРА СИНТЕЗА МЕТАНОЛА.....	433
Трофимова Е. А. (4 курс).....	433
Секция 19. Текстильная химия .....	434
ПОЛУЧЕНИЕ МИКРОКАПСУЛ НА ОСНОВЕ ПРЕПАРАТОВ С ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ С ЦЕЛЬЮ ПРИДАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ.....	435
Алёхина А.Ф. (4 курс), Ерзунов К.А. (аспирант) .....	435
ОЦЕНКА СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ.....	436
Быков Ф.А.(асп.).....	436
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКАПСУЛ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КАПСУЛИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ .....	437
Власкина Е.С. (4 курс) .....	437
ОЦЕНКА КОЛОРИСТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОКРАШИВАНИЯ ХБ ТКАНИ И ШЕРСТИ НАТУРАЛЬНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ .....	438
Градусова Е.А., Добровольская Е.С. ....	438
ВОДООТТАЛКИВАЮЩИЕ ТКАНИ ДЛЯ ОДЕЖДЫ РАБОТНИКОВ СИЛОВЫХ СТРУКТУР .....	439
Гришин Р.А., (1 курс магистратуры) Зимнуров А.Р. ....	439
КРАШЕНИЕ ХЛОПКОПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ КРАСИТЕЛЯМИ ФИРМЫ «ХИМТЕХНИК».....	440
Давыдова А.А., Аверьянова Т.Е. (4 курс) .....	440
ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ РАЗЛИЧНОГО ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА .....	441
Ерзунов К.А. (аспирант) .....	441
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	442
Ильичева М.Д., Ерзунов К.А. ....	442
АНТИБАКТЕРИАЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	443
Константинова З.А. (асп.), Токарева А.А. (2 курс) .....	443
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОРЕЗИНЕННЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	444
И. А. Гильдеев (3 курс), Р. Р. Мустафина (3 курс).....	444
ФОРМИРОВАНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ПЕЧАТИ.....	445

Петрушина В.Ю., Ерзунов К.А. ....	445
МОДА И ЭКОЛОГИЯ В ЭПОХУ SUSTAINABILITY.....	446
Репин И.В., Феоктистова В.М., Пазун Е.А. ....	446
СОВРЕМЕННЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИСКУССТВЕ НАБОЙКИ ТКАНЕЙ .....	447
Сандалова А.А., Глотова Ю.А. ....	447
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	448
Трегубов А.В., Ерзунов К.А., Петрушина В.Ю.....	448
Секция 20. Образ современности: коммуникативное, когнитивное, ценностное .....	449
ПРАВДА В ТОМ, ЧТО ПРАВДЫ НЕТ?.....	450
Анисимов С.С. (1 курс).....	450
ПРОБЛЕМА ЛЮБВИ: ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ. ....	451
Антошина А.А. (2 курс).....	451
«ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ» В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ РЕАЛИЯХ .....	452
Бабурин Е.М. (1 курс магистратуры).....	452
«ВЕРНОСТЬ» КАК ОБЪЕКТ ФИЛОСОФСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ .....	453
Вершинский И.В. (2 курс) .....	453
ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОНЯТИЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ВЕРОЯТНОСТИ.....	454
Гонова В.А. (1 курс магистратура) .....	454
ОСОБЕННОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФИЛОСОФИИ ИГРОВОГО ПРОСТРАНСТВА .....	455
Кузьмиков М.С. (студент 1 курса магистратуры) .....	455
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИГРЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ФИЛОСОФСКОЙ РЕФЛЕКСИИ.....	456
Лапшов А.Н. (1 курс, группа 232).....	456
КИНЕМАТОГРАФ – НЕОДНОЗНАЧНОЕ БУДУЩЕЕ В ГЛАЗАХ НЕМЕЦКОЙ ИНТЕЛЛИГЕНЦИИ НАЧАЛА XXв. ....	457
Мешелева Т. (2 курс).....	457
ЭТИЧЕСКИЕ РЕГУЛЯТИВЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА .....	458
Овчинников Г. Д. (1 курс магистратуры).....	458
БУЛЛИНГ В МУНИЦИПАЛЬНЫХ БЮДЖЕТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ: ПРОБЛЕМА ОТНОШЕНИЯ К «ИНОМУ» .....	459
Ромодин Т.Н. (2 курс) .....	459
ПРОБЛЕМА СВОБОДЫ: ИДЕАЛИЗМ VS РЕАЛИЗМ .....	460
Сироткина А.С., Суворова В.А. (1 курс).....	460
ВРЕМЯ И ВЕЧНОСТЬ В КОНТЕКСТЕ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.....	461
Уваров А.А. (2 курс) .....	461
ФИЛОСОФИЯ И ИСКУССТВО: ВОЗМОЖНОСТИ ЛИЧНОСТНОГО РОСТА .....	462

Усов В.В. (3 курс), Вепес К.А. ....	462
Секция 21. Modern chemistry: topical issues and advances .....	463
BORON COMPLEX WITH 3-(QUINOLINE-2-ILMETHYL)ISOINDOLINE-1-ONE: SYNTHESIS AND SPECTRAL-LUMINESCENT PROPERTIES.....	464
Nabasov A. A. (1st year postgraduate student) .....	464
RUTIN, QUERCETION AND HYDROXYPROPYL-B-CYCLODEXTRIN COMPLEXES IN WATER-ETHANOL MEDIA.....	465
Alister D.A. (post-graduate student) .....	465
QUANTUM CHEMICAL ANALYSIS OF GLUTAMIC ACID ANION – CYTOSINE COMPLEXES .....	466
Balashov E.V. (1st year master course student).....	466
DESIGN AND SYNTHESIS OF CARBAMAZEPINE TERNARY COCRYSTALS .....	467
D.E. Boytsov (1 <sup>st</sup> year postgraduate student) .....	467
SUPRAMOLECULAR COMPLEX FORMATION OF HYDROPHOBIC AND HYDROPHILIC BODIPYS WITH SERUM ALBUMIN (BSA AND HSA) .....	468
Bocharov P.S. (post-graduate student) .....	468
OBTAINING OF HIGHLY EFFICIENT Ti(Ce)O <sub>2</sub> PHOTOCATALYSTS BY BIOMIMETIC SOLUTION TECHNOLOGY .....	469
Vinogradov N.M. (1st year of postgraduate studies) .....	469
IMPACT OF PHARMACEUTICAL WASTES ON HUMAN LIFE AND ENVIRONMENT .....	470
Izvekova A.A. (1 <sup>st</sup> year PhD student).....	470
BODIPY-BASED REACTIVE DYES: SYNTHESIS, SPECTRAL PROPERTIES, AND APPLICATION FOR PROTEIN FLUORESCENT LABELING.....	471
Kerner A.A. (post-graduate student), Ksenofontova K.V. ....	471
RAPID EXPANSION OF SUPERCRITICAL SOLUTION FOR MICRONIZATION OF LIDOCAINE .....	472
Kuzmikov M.S. (1st year master course student).....	472
PHOTOINDUCED ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF CHLORIN PHOTOSENSITIZERS WITH CHARGED GROUPS .....	473
Kukushkina N.V. (Postgraduate student) .....	473
SUPRAMOLECULAR SYSTEMS OF (5,10,15,20-TETRA(4-TOLYL)PORPHYRINATO)COBALT(II) WITH FULLERENES C <sub>60</sub> : SELF-ASSEMBLY, SPECTRAL AND PHOTOPHYSICAL PROPERTIES.....	474
Mozgova V.A. (the 1st year postgraduate student) .....	474
INTERACTION OF COBALAMINES WITH NITROXYL.....	475
Osokin V.S. ....	475
SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF METALLOPHTHALOCYANINES CONTAINING FRAGMENTS OF 3- OR 4-METHOXYPHENOL.....	476
Rassolova A. E. (first-year postgraduate student), Maizlish V. E.....	476
PHOTOPHYSICAL STUDY OF OCTACHLORINATED PHTHALOCYANINES AND THEIR AZAANALOGUES WITH Al <sup>III</sup> , Ga <sup>III</sup> , In <sup>III</sup> , Zn <sup>II</sup> .....	477

Finogenov D.N. (1st year master course student) .....	477
Секция 22. Физкультура и спорт: современные технологические реалии.....	478
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ. ..	479
Баринов В.Б. (4 курс) .....	479
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ НА ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ. ..	480
Геворкян А.В. (4 курс) .....	480
АНАЛИЗ ВЫСТУПЛЕНИЙ ЖЕНСКОЙ КОМАНДЫ ИГХТУ В СОРЕВНОВАНИЯХ ПО ЛЫЖНЫМ ГОНКАМ В РАМКАХ СПАРТАКИАДЫ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ СРЕДИ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЗА 2021-2023 ГОДА .....	481
Демидова Екатерина (2 курс).....	481
СПОРТИВНЫЙ КВЕСТ, КАК СРЕДСТВО МОТИВАЦИИ К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ.....	482
Донец А.В. (3 курс) .....	482
ПОДВОДНАЯ ОХОТА - СПОРТ, АЗАРТ, ДРАЙВ .....	483
Захаров И.В. ....	483
ПОТРЕБНОСТЬ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗа В СОЗДАНИИ ОНЛАЙН-КУРСА ПО ТЕОРИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ.....	484
Ковков Г. (2 курс).....	484
АНАЛИЗ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА БАСКЕТБОЛА В ШКОЛЕ И УНИВЕРСИТЕТЕ ПЛЮСЫ И МИНУСЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	485
Круглов Д.С. ( 2 курс ) .....	485
ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ В ИГРАХ. "PROJECTCOLAX" .....	486
Кувыкин Д.С., Савинов Д.И., Поличенков И.К. (10А класс).....	486
АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЯ ВЫНОСЛИВОСТИ СТУДЕНТОВ-МУЖЧИН ИГХТУ ПРИ БЕГЕ НА 1000 МЕТРОВ .....	487
Метелев В.А. (3 курс).....	487
ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ .....	488
Моисеев Л.Е. (2 курс).....	488
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КАФЕДРЫ ФИЗКУЛЬТУРЫ.....	489
Плехов М. Д. 2/147 .....	489
ВНЕДРЕНИЕ ЙОГИ В ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ПРОЦЕСС ПО БАСКЕТБОЛУ .....	490
Скалова А. В. (1 курс магистратуры) .....	490
МЕСТО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В МОЕЙ ЖИЗНИ (ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ). ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ НА РАЗВИТИЕ ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ.....	491
Таланов И.А. (4 курс).....	491
ВЛИЯНИЕ ГТО НА РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ МОЛОДЕЖИ .....	492
Шарова А.Е.(4 курс).....	492

ЗНАЧЕНИЕ АРМРЕСТЛИНГА КАК ВИДА ЕДИНАБОРСТВА В СТАНОВЛЕНИИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ .....	493
Шутников Н.В. (4 курс) .....	493
Секция 23. Лингвистика и межкультурная коммуникация .....	494
«ОСОБЕННОСТИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЧИ Э. ДУЛИТТЛ В ПЬЕСЕ Б. ШОУ «ПИГМАЛИОН» .....	495
Волжанкина К.А. (2 курс).....	495
«НЕСЕРЬЕЗНЫЙ» СЛОВАРЬ В СЕРЬЕЗНОЙ ЛЕКСИКОГРАФИИ (НА ПРИМЕРАХ РЕСУРСОВ SLOVODNA И HIPDIST) .....	496
Голубева А. Ю., Ратавина В. С. (1 курс) .....	496
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВТОРА (НА МАТЕРИАЛЕ ПОЛИТИЧЕСКОГО ДИСКУРСА) .....	497
Дзарахохов А.Э. (3 курс) .....	497
ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА НА ЯЗЫК НЕМЕЦКОЙ РЕКЛАМЫ В РАМКАХ ПРОЦЕССОВ ГЛОБАЛИЗАЦИИ .....	498
Зиновьева Л.А., Чистова Т.А. (2 курс) .....	498
ЛЕКСИКО-СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАУЧНОГО ТЕКСТА (АНАЛИЗ АНГЛОЯЗЫЧНОЙ СТАТЬИ ПО ПРОБЛЕМЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ VODIPY).....	499
Калинкина В.А. (3 курс) .....	499
«РАСШИРЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА БОРЬБЫ» М. УЭЛЬБЕКА И МЕСТО МАЛЕНЬКОГО ЧЕЛОВЕКА В НЕМ .....	500
Лошкарева А.А. (2 курс) .....	500
«СЛОВО ГОДА» КАК ОТРАЖЕНИЕ КЛЮЧЕВОЙ СИТУАЦИИ В МИРЕ .....	501
Метелев В.А. (3 курс).....	501
ОСОБЕННОСТИ СЛОВООБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОМ НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ .....	502
Мыкина Е.А. (1 курс магистратуры) .....	502
КИБЕРНЕОЛОГИЗМЫ: DATA .....	503
Охапочкина Ю.С. (2 курс).....	503
ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОММУНИКАЦИИ В КИБЕРСПОРТЕ (НА МАТЕРИАЛЕ ИГРЫ DOTA2) .....	504
Румянцев М.А., Рыжик Д.Д. (1 курс) .....	504
СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВИКТОРИАНСКОЙ АНГЛИИ В ПРОИЗВЕДЕНИИ Л. КЭРРОЛЛА «ПРИКЛЮЧЕНИЯ АЛИСЫ В СТРАНЕ ЧУДЕС» .....	505
Ханаева В.Н. (2 курс).....	505
Секция 24. Химия и музыка: опыт взаимодействия .....	506
МУЗЫКА И МОЗГ .....	507
Гришин Р.А., Петрушина В.Ю. (1 курс) .....	507
ХИМИЧЕСКИЕ СЕКРЕТЫ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ .....	508
Ильичева М.Д. (1 курс) .....	508
МУЗЫКАЛЬНАЯ ТАБЛИЦА Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА .....	509

Кузнецова А.А., Коткова Т.С. (1 курс).....	509
ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ХИМИИ И МУЗЫКИ: ЛИЧНОСТНЫЙ АСПЕКТ.....	510
Медведева А.С., Коробова В.Д. (3 курс).....	510
СОНОХИМИЯ: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ .....	511
Надтока Т.Е., Орлова А.Р. (1 курс).....	511
МУЗЫКАЛЬНЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО СТУДЕНЧЕСТВА.....	512
Оганян В.В., Парфёнов А.А. (1 курс).....	512
ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВИНИЛОВЫХ ПЛАСТИНОК .....	513
Трохаческая А.А., Репин К.А. (1 курс).....	513
ВЛИЯНИЕ МУЗЫКИ НА ГОРМОНАЛЬНЫЙ ФОН ЧЕЛОВЕКА: К ПОСТАНОВКЕ ВОПРОСА .....	514
Яруллин Д.Н., Дрондель Э.А. (3 курс) .....	514
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ....	515
Яруллин Д.Н., Рустамов А.О. (3 курс) .....	515
Секция 25. Диалог языков и культур: актуальные проблемы .....	516
КОММУНИКАТИВНАЯ ФУНКЦИЯ ДИМИНУТИВОВ В РУССКОЙ РЕЧИ.....	517
Зайцева А.О.(1 курс) .....	517
ВЛИЯНИЕ ФЕНОМЕНА АНИМЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ РЕЧИ МОЛОДЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЯЗЫКА .....	518
Ибрагимов А. Ш. (1 курс).....	518
КАК ОСОБЕННОСТЬ НАУЧНОГО СТИЛЯ РЕЧИ.....	519
Минченко В. М. (1 курс) .....	519
ПИСЬМО КАК ЖАНР СОЦИОКУЛЬТУРНОЙ КОММУНИКАЦИИ СОВРЕМЕННОСТИ.....	520
Морозова Ксения (1 курс) .....	520
СОВРЕМЕННЫЕ СТУДЕНТЫ О РУССКОМ ЯЗЫКЕ .....	521
Полетаев И.А. (1 курс).....	521
ФРАЗЕОЛОГИЗМЫ В РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРЕССЕ .....	522
Поснова А. А. (1 курс) .....	522
В ЯЗЫКОВОМ СОЗНАНИИ ЛЮДЕЙ.....	523
Родионов А. С.(1 курс).....	523
СТРАТИФИКАЦИЯ СПОРТИВНОЙ ЛЕКСИКИ: ЛИНГВОКУЛЬТУРА ХОККЕЯ .....	524
Романчиков Е. В.(1 курс).....	524
ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ИСКЛЮЧЕНИЙ ИЗ ПРАВИЛ ОРФОГРАФИИ.....	525
Смышляк Ю.А. (1 курс).....	525
УМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖЕСТОВ, МИМИКИ В УСТНОМ ОБЩЕНИИ .....	526
Стаканова В.А. (1 курс) .....	526
ХИМИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ В СТУДЕНЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ.....	527
Сучкова К. Е. (1 курс) .....	527



КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКИЕ ТРАДИЦИИ РУССКОГО И КИТАЙСКОГО НАРОДОВ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ.....	528
Сюй Хао. (3 курс) .....	528
ТЕМА ЛЮБВИ В ЛИРИКЕ А. ПУШКИНА И МАХТУМКУЛИ .....	529
Хасанов С. (курс 1).....	529
ОСОБЕННОСТИ РЕЧЕВОГО ЭТИКЕТА В РУССКОЙ И КИТАЙСКОЙ КУЛЬТУРАХ.....	530
Цяо Хуань,Цяо Фанчэнь (3 курс).....	530
ЗАИМСТВОВАННЫЕ СЛОВА В МОЛОДЕЖНОМ ДИСКУРСЕ .....	531
Шумилова А.В. (1 курс).....	531
Секция 26. Исторические, культурологические и правовые аспекты развития спорта и представлений о здоровом образе жизни.....	532
ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ГАДЖЕТОВ НА УЧАЩИХСЯ ШКОЛ .....	533
Будникова А.С, Вишнева Е.А. (10 класс).....	533
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В АНТИЧНОЙ ФИЛОСОФИИ .....	534
Короткова А.А., Разумов М.В. (10 класс) .....	534
ОСОБЕННОСТИ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ МАССОВОГО СПОРТА В СОВЕТСКИХ ПЛАКАТАХ.....	535
Сычёва М.О., Путкарадзе Т.Р. (10 класс).....	535
ОБРАЗ ЖЕНЩИНЫ-СПОРТСМЕНКИ В СОВЕТСКОМ КИНЕМАТОГРАФЕ 1960-1970-Х ГОДОВ.....	536
Соловьёва А.С., Усачёва Е.М. (10 класс).....	536
ДЕНЬ ФИЗКУЛЬТУРНИКА В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ.....	537
Сорокин И.А. (11 класс) .....	537
Секция 27. IT-Старт: первые шаги в мире науки и информационных технологий .....	538
МАРКЕТПЛЕЙСЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОДАЖ ТОВАРОВ И УСЛУГ .....	539
Брюханова А. Е. (1 курс) .....	539
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОДАЖ МАГАЗИНОВ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ.....	540
Клепалова А. А., Тютинина А. А., Хализова А. Р. (1 курс).....	540
МОДЕЛЬ РЕКЛАМНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ AIDA .....	541
Кляузер А.Р. (1 курс).....	541
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ С ПОМОЩЬЮ PYTHON..	542
Коротова А.Ф. (1 курс) .....	542
РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА.....	543
Повалихина Н.А. (2 курс) .....	543
ВИРТУАЛЬНЫЙ АССИСТЕНТ ТЕХНОЛОГА ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	544
Сабирджанова А.Ф. (4 курс).....	544
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗНАКОМЕСТА ДИСПЛЕЯ ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ .....	545
Самсонова А.И., Шкарпицкий А. Н. (2 курс) .....	545

Секция 28. Новые интеллектуальные технологии и перспективы цифровой экономики .....	546
ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ .....	547
Голубева П.А., Мочалова Ю.А. (4 курс) .....	547
АНАЛИЗ ОФИЦИАЛЬНЫХ WEB-САЙТОВ ФНС РОССИИ И КИТАЯ КАК ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ .....	548
Дун Ифэй (2 курс) .....	548
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ В СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕЛЕМАТИКИ .....	549
Климанова В.Д. (2 курс магистратура) .....	549
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЕКТОР – НОВАЯ МОДЕЛЬ РОСТА ЭКОНОМИКИ .....	550
Кляузер А.Р. (1 курс) .....	550
АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА ТОРГОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ .....	551
Кондрашова Д.С (2 курс).....	551
К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕГО ОКРУЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В ПЕРИОД СТАНОВЛЕНИЯ ЦИФРОЙ ЭКОНОМИКИ.....	552
Лукашова М.А. ....	552
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ .....	553
Пирогова М.В., Малкова М.А. (3 курс).....	553
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РОССИИ.....	554
Надельштетель А.О. (3 курс) .....	554
СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ВИРУСЫ И ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЕ.....	555
Наумова Е.М. (3 курс).....	555
«УМНЫЙ ГОРОД» - ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА .....	556
Наумова Е.М. (3 курс).....	556
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ И ВЕЛИЧИНА ЗАГРЯЗНЕНИЙ В РОССИИ .....	557
Островерхова М.А. (1 курс) .....	557
ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КАК ФАКТОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНО -ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ РОССИИ.....	558
Полханов А.А. (1 курс) .....	558
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ФИНАНСОВОМ СЕКТОРЕ .....	559
Пономорев М.О. (3 курс) .....	559
ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ ФИНАНСОВЫХ ПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	560
Рябинин В.С. (4 курс).....	560
ВИЗУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КУРСА АКЦИЙ .....	561
Се Синькэ (1 курс).....	561

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ В ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ .....	562
Силкина К.С. (4 курс) .....	562
ТРАНСФОРМАЦИЯ РОССИЙСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ КАК УСЛОВИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ .....	563
Смирнова Д.В. (1 курс) .....	563
ПОСТРОЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПОИСКА НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА ЮАНЯ .....	564
Сун Ятин (4 курс) .....	564
ПОСТРОЕНИЕ МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ .....	565
Удалова М.Д., Шлакина А.Н. (3 курс) .....	565
«УМНЫЙ» ГОРОД: ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ .....	566
Фан Линьхао (1 курс магистратуры) .....	566
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В МОДЕЛИ КРЕДИТНОГО СКОРИНГА ..	567
Фокин С.А. (4 курс).....	567
ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГ В КИТАЕ: ХАРАКТЕР ИНСТРУМЕНТОВ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ	568
Цзян Вэньчэнь (4 курс, бакалавр ) .....	568
НОРМИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ВАЛЮТНОГО КУРСА .....	569
Чжан Мэнтянь (4 курс) .....	569
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ .....	570
Чжан Юйтин (1 курс, магистратура) .....	570
ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО БИЗНЕСА: БИЗНЕС-АССОЦИАЦИИ.....	571
Щербakov И.Д. (1 курс).....	571
Секция 29. Кодеры и геймеры: веб технологии и игры .....	572
СБОР И АНАЛИЗ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ В ИГРЕ ТРИ В РЯД, КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИГРОВОГО ПРОЦЕССА И УВЕЛИЧЕНИЯ ДОХОДОВ .....	573
Лампасова А.К., Трофименко К.О. (4 курс).....	573
IT В ИГРОВОЙ ИНДУСТРИИ.....	574
Мамедов Д.С. (3 курс).....	574
РАЗРАБОТКА ВИДЕОИГРОВОГО ПРОДУКТА В ЖАНРЕ РОЛЕВОЙ ИГРЫ И СЕТТИНГЕ СЛАВЯНСКОГО ФЭНТЕЗИ .....	575
Киселев А. А., Панкова А.С. (1 курс).....	575
ГЕНЕРАЦИЯ ЭСКИЗОВ ОДЕЖДЫ.....	576
Самсонова А.И., Шкарпицкий А. Н. (2 курс) .....	576
РАЗРАБОТКА КАЗУАЛЬНОЙ ИГРЫ В ЖАНРЕ ТАЙМ-МЕНЕДЖМЕНТ .....	577
Чагина В.О. (4 курс).....	577

Секция 30. ИТ-решения: современные методы разработки программ и информационных систем .....	578
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА МАТЕРИАЛЬНОГО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ.....	579
Гвоздев В.В., Будылястов А.Р. (4 курс) .....	579
АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ С ПОДКЛЮЧАЕМЫМИ МОДУЛЯМИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОСА .....	580
Журавлев М.А. (2 курс, маг.), Хмелев Я.А. (1 курс, маг.), Галиаскаров Э.Г.....	580
АВТОМАТИЗАЦИЯ КЛАССИФИКАЦИИ ТОВАРОВ ОНЛАЙН-СЕРВИСОВ С ПОМОЩЬЮ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....	581
Кочкин М.А. (4 курс) .....	581
ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА.....	582
Кониченко А.С., Минеев А.А. (2 курс) .....	582
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫБОРА ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И АНАЛИЗА СТАТИСТИКИ СПРОСА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ.....	583
Никифоров Д.О. (1 курс, магистратура).....	583
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ .....	584
Охапочкина Ю.С, Гаранин А.Я. (2 курс) .....	584
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ ЧАСТНОГО МЕДИЦИНСКОГО ЦЕНТРА .....	585
Русанов К.И. (2-ой курс Магистратуры) .....	585
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО SEO ОПТИМИЗАЦИИ .....	586
Скрынников В.Е. (4 курс) .....	586
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМИ AGILE-ПРОЕКТОВ (НА МАТЕРИАЛЕ ПРОЕКТА ПО РАЗРАБОТКЕ МОДУЛЯ ГОЛОСОВОГО ОПОВЕЩЕНИЯ ОЧЕРЕДИ) .....	587
Филиппова А. С. Р. (4 курс) .....	587
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СЕТЕВЫХ АТАК НА УСТРОЙСТВА, ВХОДЯЩИЕ В ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ.....	588
Чувикин П.А. (4 курс) .....	588
Секция 31. Мастерская многополярного мира естественных и технических наук:поиск, познание, творчество .....	589
ШКОЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АКЦИИ .....	590
Асташова В.Э. (9 класс).....	590
ПРИМЕНЕНИЕ БЫТОВЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДООЧИСТКИВОДOPPOBODHOЙ BODЫ Г. ИВАНОВО.....	591
Басеева М.М.(10 класс).....	591
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ПОДЗЕМНОЙ BODЫ .....	592
Батманов Б.О. (10 класс).....	592

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ КОНВЕРСИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА ВОДЯНЫМ ПАРОМ .....	593
Берегова Н.В. (10 класс), Куликов М.М. (4курс) .....	593
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МЕДЬЦИНКАЛЮМИНИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДАМИ ТЕРМОПРОГРАММИРУЕМОЙ ДЕСОРБЦИИ ГАЗОВ .....	594
Опурина П. А. ....	594
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДНИКА И ВЕЛИЧИНЫ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ .....	595
Буймов С.Д. (8 класс).....	595
СОЗДАНИЕ ПОДГЛАЗУРНОЙ ПАСТЕЛИ ДЛЯ РИСУНКОВ В КАРАНДАШНО –ПАСТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ .....	596
Бушуева С.Е., Бикметова М.В. (химический лицей при ИГХТУ).....	596
МОДИФИКАЦИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ, КАК ЛЕКАРСТВЕННОГО СРЕДСТВА МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОЙ .....	597
Никольская А.В.; Ветчинов Н.О. (10 класс) .....	597
МОНИТОРИНГ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ТЕЗА .....	598
Власкина В.А. (8а класс).....	598
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ .....	599
Волкова Ю.М., Закорюкина А.Е., Борзова А.А. (10 класс) .....	599
СИНТЕЗ КОМПЛЕКСА МЕДИ (II) НА ОСНОВЕ КЕТОПРОФЕНА И ПИРИДИНА.....	600
Голованова Е.С., Заводова В.А. (10 класс) .....	600
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ МЕТОДОМ ТИТРОВАНИЯ .....	601
Гуслова П.А., (8 класс), Чиркова Д.А., (8 класс).....	601
ГИДРАЗОН ПИРИДОКСАЛЬ-5-ФОСФАТА И 2-ФУРОИЛГИДРАЗИДА КАК ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЙ ИНДИКАТОР ИОНОВ $Al^{3+}$ И $Ga^{3+}$ .....	602
Гущин А.А. (10 класс).....	602
БИЗНЕС-ПЛАН ПО РАЗВЕДЕНИЮ ВИНОГРАДНЫХ УЛИТОК.....	603
Елисеева В.К. (10 класс) .....	603
УДАЛЕНИЕ НИТРАТА АММОНИЯ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА .....	604
Зайцева Е.П., Василенко К.Н. (11 класс, школа №26 г.Иваново).....	604
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ КОМПЛЕКСЫ 18-КРАУН-6 С L-КАРНОЗИНОМ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ .....	605
Зеленова Н.А. (10 класс) .....	605
ДЕКОРАТИВНАЯ ОТДЕЛКА АЛЮМИНИЯ «ИСКРИТ».....	606
Иванова А.С., Сеськин В.И. (10 класс) .....	606
ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗА .....	607
Кириянов А.Д. ....	607
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ МЕДНЕНИЕ И ТОНИРОВАНИЕ. ГАЛЬВАНОПЛАСТИКА .....	608

Козлова М.С. (10 класс).....	608
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЭТ ПЛАСТИКОВЫХ БУТЫЛОК В ФИЛАМЕНТ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ.....	609
Константинов Л.Е., Казаков А.А., Соловьев И.А. ....	609
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ГЛИНЫ.....	610
Крайкина М.Е. (9 класс) .....	610
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА .....	611
Лапшина А.А., 10 класс .....	611
УМНЫЙ ГОРОД. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ВЫВОЗА ТБО .....	612
Муравьев Н.В., Новожилов Н. А. (9 класс).....	612
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АППАРАТА С КИПЯЩИМ СЛОЕМ МАТЕРИАЛА.....	613
Николаев К.В. (21 лицей г.Иваново, 10 Б класс).....	613
ТЕРМОДИНАМИКА СОРБЦИИ ИОНОВ $\text{Cu(II)}$ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ГИДРОГЕЛЕВЫМ КОМПОЗИТОМ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА .....	614
Николаева Е.Д. (10 класс, Хим. лицей при ИГХТУ (МБОУ СШ №26)).....	614
АНАЛОГ АЗОТИСТЫХ ОСНОВАНИЙ НА ОСНОВЕ 1,4-ДИАЗЕПИНА.....	615
Перелетов И.Е. (10 класс).....	615
СОЗДАНИЕ НАТУРАЛЬНОГО МЫЛА .....	616
Постнов Н.Е. (10 класс) .....	616
СОСТАВ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧАЯ .....	617
Рудакова А.В, Бочагова Е.И. (8 класс) .....	617
ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КАБЛУКОВ НА ЗДОРОВЬЕ ДЕВУШЕК .....	618
Рыжалова Яна (9 класс) .....	618
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ Д.НОВИНО ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ .....	619
Светцова А.В. (11 класс).....	619
СИНТЕЗ КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ СРЕДНТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНВЕРСИИ СО В ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА .....	620
Сошникова А.Д. (10 класс).....	620
"УМНЫЕ ОСТАНОВКИ". ОСТАНОВОЧНЫЙ ПАВИЛЬОН .....	621
Титов А.П., Шумихина М.А. ....	621
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНИАТЮРНОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ .....	622
Укладова В.П. (10 класс) .....	622
ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ МЕТОДОМ ПЕЧАТИ.....	623
Хохолова А.М. (10 класс, ФГБОУ ВО «ИГХТУ»).....	623

О ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ГАДЖЕТОВ НА МОЕ ЗДОРОВЬЕ И ЗДОРОВЬЕ МОИХ ОДНОКЛАССНИКОВ.....	624
Черняев А. А.(11 класс) .....	624
ЭФФЕКТИВНЫЙ АДсорбент на основе вермикулита и диоксида циркония .....	625
Чуланова Н.И. ....	625
УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В Г. ИВАНОВО ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА.....	626
Шазамов А. (10 класс).....	626
КАРКАСНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА(II).....	627
Шелепов Д.С. (10 класс, Химический лицей при ИГХТУ), Карасева А.А. ....	627
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБсорбции в насадочной колонне и анализ различных типов контактных устройств .....	628
Прокопец В.Р., Кузнецов Н.А. (10 класс) .....	628
<b>Секция 32. IT-взрыв: открой мир информационных технологий и цифровой экономики.....</b>	<b>629</b>
АНАЛИЗ ФУТБОЛЬНОГО МАТЧА: СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИГРЫ ....	630
Алиев М.Р. (10б класс).....	630
СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ТЕМАТИЧЕСКОГО WEB-САЙТА .....	631
Бобров К.С., Опарин К.А. (Международная школа «Интердом» имени Е.Д. Стасовой, г. Иваново) .....	631
HealthQR. РАЗРАБОТКА ПОРТАЛА ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ .....	632
Карамова Л.П., Буркеева В.Р.....	632
ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕННОСТИ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СРЕДИ ПОДРОСТКОВ .....	633
Жбанова Е.М., Волкова Д.Е. (МАОУ лицей №21).....	633
РОБОТОТЕХНИКА И ЗОЖ .....	634
Каташинская В. А., Максимова Д. В. ....	634
ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСЛЯЦИЙ СПОРТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	635
Колесникова Д.Р.(10б) .....	635
БЕЗОПАСНОСТЬ ПОПУЛЯРНЫХ ФОРМАТОВ ДАННЫХ .....	636
Кудряшова Таисия(10 класс).....	636
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДБОРА ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗА ПОГОДЫ.....	637
Куликов.Р.И., Панова.М.С (10 класс).....	637
HealthWeb .....	638
Мыслинский С.С. (10 класс) .....	638
USB БЕЗОПАСНОСТЬ: ОПАСНОСТИ И ЗАЩИТА В ЗДРАВООХРАНЕНИИ.....	639
Попов П.П, Богатов А.Н. ....	639

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ .....	640
Пряхин Д. А. ....	640
ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ .....	641
Смыслова А. С. (2 курс).....	641
РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ ПРОЕКТА ОЗЕЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО САДА №164 г.ИВАНОВО .....	642
Сонин М.А. ....	642
NOTHEALTHY. ВЕЕФ, ФИШИНГ, ДВА КОДА .....	643
Аксарин Я. Г.,Тиводар М. А.....	643
САЙТ О СПОРТИВНЫХ ЦЕНТРАХ И ПЛОЩАДКАХ ГОРОДА ИВАНОВО .....	644
Халимова А.А., Рахимова А.А. (10 класс) .....	644
<b>Круглый стол «Технология и дизайн художественной обработки материалов» .....</b>	<b>645</b>
СОЗДАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ ГЛИНЫ .....	646
Аннакулиева Д.Х. (4 курс).....	646
ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕДНОЙ РОЗЫ .....	647
Артюхова А.И. (4 курс).....	647
СРАВНЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ЛАТУНИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ В РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТАХ ПОЛИРОВАНИЯ.....	648
Баранцева А.М. (4 курс).....	648
СОЗДАНИЕ УКРАШЕНИЙ ИЗ МЕДНОЙ ПРОВОЛОКИ .....	649
Баранцева А.М. (4 курс).....	649
АМУЛЕТ ЛУННИЦА В КЕРАМИЧЕСКОМ ИСПОЛНЕНИИ.....	650
Голубева К.М. (4 курс).....	650
СОЗДАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ИЗДЕЛИЯ В СТИЛЕ СТИМПАНК.....	651
Горло А.В. (4 курс).....	651
РОСПИСЬ ПАННО ПО МОТИВАМ ИЛЛЮСТРАЦИЙ И.Я. БИЛИБИНА .....	652
Логинова А. В. (4 курс).....	652
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ BLENDER ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МАСТЕР-МОДЕЛИ .....	653
Малафеева И.А. (3 курс) .....	653
ТЕХНИКА ЛИНОГРАВЮРА, ПЕЧАТНАЯ ФОРМА ПО ТЕМАТИКЕ «ИГХТУ» .....	654
Матвеева Т.А. (4 курс) .....	654
«ТЕХНОЛОГИИ НАДГЛАЗУРНОЙ РОСПИСИ ПО ФАРФОРУ» .....	655
Образцова А.Е. (3 курс) .....	655
ГРАВЮРА НА ГИПСЕ - ОТТИСК НА БУМАГЕ.....	656
Родина К.С. (3 курс).....	656



ОБУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЯМ РУЧНОГО КОЛОРИРОВАНИЯ ТКАНЕЙ В ДИЗАЙНЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ .....	657
Лапакас М.А., Привезенцева И.В, Сониная О.Н.....	657
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРОШИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНТЕРНОЙ ПЕЧАТИ .....	658
Чельшева А.Д. (4 курс) .....	658
«АНГОВНАЯ РОСПИСЬ ТАРЕЛКИ: КОТ-ЯКУДЗА» .....	659
Шахов Д.С. (3 курс) .....	659
ТЕХНОЛОГИЯ ДЕКОРИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ ФРИТТЫ .....	660
Широкая Ю.С (4 курс) .....	660
<b>Круглый стол «Психолого-педагогические особенности образовательного процесса в интерпретации такого социального явления как аниме».....</b>	<b>661</b>
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕНИ ВНУТРЕННЕГО «Я» В ЯПОНСКОЙ И СОВЕТСКОЙ МУЛЬТИПЛИКАЦИИ .....	662
Буренкова А.А. (2 курс).....	662
ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ КАК ВАЖНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В КОНТЕКСТЕ АНИМЕ .....	663
Дукалов М.Д. (3 курс).....	663
ЗАГАДКА АКСИОМЫ ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ПОБЕД, ИЛИ ХОЧЕШЬ ИЗМЕНИТЬ МИР – НАЧНИ С СЕБЯ! .....	664
Коженков Н.Т. (3 курс) .....	664
ПРОФЕССИОНАЛЬНО - ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СМЕЩЕНИЯ В ЛИЧНОСТИ ПЕРСОНАЖА МИСАТО КАЦУРАГИ ИЗ АНИМЕ «ЕВАНГЕЛИОН» .....	665
Кузьмиков М.С. (студент 1 курса магистратуры) .....	665
«МЕЧ ДОБРОЙ СИЛЫ» В КОНТЕКСТЕ ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКИ «ДОБРОГО СЕРДЦА» В.А. СУХОМЛИНСКОГО.....	666
Лошкарева А.А. (2 курс).....	666
ПОНИМАНИЕ ЛЮБВИ И МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ ЧЕРЕЗ МИР АНИМЕ .....	667
Пайгашева Е.А. (3 курс) .....	667
ФИЛОСОФИЯ «СТАЛЬНОГО АЛХИМИКА»: КАКУЮ ЦЕНУ ПРИДЁТСЯ ЗАПЛАТИТЬ ЗА ЖЕЛАЕМОЕ? .....	668
Ширяева М.И. (1 курс).....	668