



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО- ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург  
5 – 8 февраля 2018 года

# ХИМИЯ



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Комплекс по использованию автомобильных покрышек для получения нефтяного сорбента и его дальнейшей утилизации

«Химия»

*Старокоров Артем Андреевич, Фёдоров Евгений Фёдорович (научный руководитель, Кандидат биологических наук), место выполнения работы: Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение "Средняя общеобразовательная школа №8 г. Ишима"*

В ходе реализации научно-исследовательского проекта разработана методика переработки использованных автомобильных шин с целью получения эффективного нефтяного сорбента и его дальнейшего использования в качестве компонента асфальтового полотна. Задачи исследования: Определение эффективного метода механического измельчения автомобильных покрышек для получения резиновой крошки. Испытание различных фракций резиновой крошки в качестве нефтяного сорбента. Разработка способа дальнейшей утилизации использованного нефтяного сорбента из резиновой крошки. Практическая значимость – в результате исследования разработан комплекс по производству резиновой крошки в качестве эффективного сорбента и её дальнейшей утилизации в составе асфальта. Битумная составляющая асфальтового покрытия самая дорогая, что позволит создать экономически выгодную модель утилизации. Новизна исследования – разработанная методика позволяет получить безотходную технологию сбора нефтяной пленки. В результате утилизируются опасные для природы изношенные шины, разлитая нефть и все эти вещества в итоге утилизируются в составе асфальтового покрытия.

В рамках данного проекта был разработан алгоритм утилизации использованных автомобильных шин для получения резиновой крошки в качестве нефтяного сорбента. Измельчали резину с помощью ручного режущего инструмента, затем тонко измельчали до фракции 1,5-2,0 мм с помощью роторного ножа. Способ сбора нефтяной пленки – на поверхность пятна насыпается сорбент, который впитывает в себя загрязнение в течение 5 минут.

В среднем 1 грамм резинового сорбента способен собрать около 3 грамм нефти с поверхности воды. Наибольшей адгезией к нефти обладают частицы размерностью 1,5-2 мм. Исследования, проведенные с использованным сорбентом, показали, что резиновая крошка способна отдать только 10-15% нефти, остальное удалить практически нельзя, что говорит о невозможности повторного использования сорбента. Сорбент с собранной нефтью через 7-10 дней превращается в резиновую крошку, пропитанную битумными фракциями нефти.

Основной инновацией проекта стало предложение на утилизацию использованного сорбента в качестве наполнителя для дорожного покрытия. Для этого был проведен специальный эксперимент, в ходе которого собранный сорбент с нефтью в течение 7-10 дней высушивался на открытом воздухе. В ходе этого легкие фракции нефти окислялись, улетучивались и в сорбенте остались лишь тяжелые фракции. Такая смесь может быть использована в асфальтовых покрытиях.

### Список литературы:

1. Магеррамов А. М. Удаление тонких нефтяных пленок с водной поверхности // Молодой ученый. — 2011 — №7 Т.1 — С. 65-68
2. Рябчиков В.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. М.: ДеЛипринт, 2004 300 с.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Смазочно-охлаждающие жидкости на основе побочных продуктов рафинации масел

«Химия»

*Ворошуха Кирилл Николаевич, Круглова Екатерина Сергеевна, Шенец Павел Павлович, Сташкевич Юлия Дмитриевна (научный руководитель, учитель химии), место выполнения работы: УО «Белорусский государственный технологический университет»*

В данной работе изучаются соапстоки и фосфатидно-масляная эмульсия (ФМЭ), которые относятся к категории безвозвратных отходов масла – жирового производства. При получении одной тонны рафинированного масла образуется 100–200 кг соапстока, что при полной загрузке маслоэкстракционных заводов РБ за год дает около 6000 тонн побочных продуктов. В Республике Беларусь соапстоки и ФМЭ утилизируют, добавляя в корм скоту в небольших дозах из-за неприятного запаха или транспортируя на Гомельский химкомбинат, где их превращают в мыла. Оба направления достаточно затратны, так как соапстоки и ФМЭ содержат около 50% воды. Поэтому проблема их использования остается и требует поиска новых, более экономически выгодных вариантов решения. Проведенные в работе исследования позволяют предложить еще одно направление применения соапстока и фосфатидно-масляной эмульсии. Задачей проекта: изучить возможность применения побочных продуктов рафинации растительных масел для получения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), пригодных для обработки металлов резанием, шлифованием, полированием. Термины: соапсток, химический групповой анализ, омыление, поверхностная активность, смазочно-охлаждающие жидкости, магнитно-абразивная обработка металлов, экологическая безопасность.

Методы, использованные в работе: химические, физико-химические, механические (определение содержания воды, общих жиров, солей жирных кислот, нейтральных веществ соапстока, фосфатидов [3], поверхностной активности [2], шероховатости). Исследования проводились в лаборатории органической химии БГТУ и лаборатории НИУП "Полимаг", на образцах Бобруйского (соапсток) и Городейского (ФМЭ) маслозаводов.

Разработаны экологически безопасные составы СОЖ. Определены свойства СОЖ и их эксплуатационные характеристики: проявляют высокую поверхностную активность, стабильность, отсутствует запах, не вызывают коррозию металла. Образцы испытаны как технологические жидкости при магнитно-абразивной обработке нержавеющей стали на стендовой установке предприятия ПОЛИМАГ. Приготовленные СОЖи снижает шероховатость поверхности на 21-33%. СОЖ, приготовленный на основе ФМЭ; обеспечивает показатель шероховатости, близкий к стандарту

Результаты исследований позволяют решить проблему утилизации соапстоков, а именно: заменить минеральные масла и синтетические ПАВ в смазочно-охлаждающей жидкости растительными маслами и солями жирных и фосфатидных кислот, которые содержатся в соапстоке и фосфатидно-масляной эмульсии. После оптимизации состава СОЖей, предназначенных для обработки цветных и черных металлов различным режущим инструментом, работа может быть внедрена в производство

Список литературы:

1. Паронян В.Х. Технология жиров и жирозаменителей. М.: ДеЛи принт, 2006
2. Шершавина А.А. Поверхностные явления и дисперсные системы. Лабораторный практикум. Мин.: БГТУ, 2005
3. Арутюнян Н. С. Лабораторный практикум по химии жиров. СПб.: ГИОРД, 2004



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Приготовление кваса с использованием экстракта стевии

«Химия»

*Зацепин Алексей Юрьевич, Власова Александра Алексеевна, Строчилина Татьяна Владимировна (научный руководитель, учитель химии ВКК), место выполнения работы: Воронежский Государственный Университет Инженерных Технологий*

Безалкогольные напитки представляют собой водные растворы пищевых ингредиентов и служат, главным образом, для утоления жажды и поддержания водно-солевого баланса организма. Существующая проблема массового заболевания населения сахарным диабетом и ожирением из-за нарушения углеводного обмена, развития кариеса зубов требует использования подсластителей в производстве безалкогольных напитков. В связи с этим актуальной и значимой становится проблема создания продуктов, в том числе безалкогольных напитков, с направленными свойствами. Квас – безалкогольный напиток (содержание спирта до 1,2 % об.), с приятным ароматом ржаного хлеба и кисло-сладким вкусом. Он утоляет жажду, освежает и поднимает тонус. Квас получают на основе зернового сырья или концентрата квасного сусла. При купажировании кваса используют сахарный сироп. Цель данной работы – получение экстракта стевии и создание на его основе кваса. Для реализации поставленной цели решали следующие задачи: изучение процесса экстрагирования листьев стевии; определение технологических показателей полученного экстракта; расчет расхода сырья, используемого в приготовлении кваса; исследование некоторых физико-химических характеристик изготовленного кваса.

Основными показателями, характеризующими качество кваса, являются: массовая доля сухих веществ, содержание спирта, кислотность и стойкость напитков. При приготовлении и анализе кваса определяли массовую долю сухих веществ рефрактометром, титруемую кислотность титрованием щелочью, объемную долю спирта с помощью перегонки и спиртомера.

В результате работы был получен экстракт стевии. На основе экстракта был приготовлен квас. Исследованы физико-химические свойства данного напитка. Установлено, что титруемая кислотность напитка – 2,3 см<sup>3</sup> раствора NaOH, концентрацией 0,1 моль/дм<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> напитка и массовая доля сухих веществ – 3,5 % масс, объемная доля спирта в готовом квасе составила 1,01 %, что соответствует требованиям ГОСТ.

Применение стевии в кондитерском, хлебопекарном, молочном и других производствах является перспективным и актуальным направлением совершенствования производства и расширения ассортимента пищевых продуктов. Так как стевия обладает рядом важных фармацевтических свойств, то она несомненно будет рассматриваться как один из источников заменителя сахара в России.

### Список литературы:

1. Радионова И.Е. Производство кваса: Учеб.-метод. пособие. СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015 39 с.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Идентификация углеродных наноматериалов оптическими методами

«Химия»

*Строчилина Полина Сергеевна, Строчилина Татьяна Владимировна (научный руководитель, учитель химии ВКК), место выполнения работы: Воронежский Государственный Университет Инженерных Технологий*

Актуальность работы представлена проблемой идентификации компонентов в резиновых смесях специального назначения различными методами исследования и применением углеродных нанотрубок (УНТ) в связи с развивающейся резинотехнической промышленностью. Для проведения испытаний были изготовлены образцы пленок и растворов с каучуком СКИ-3, на основе которого производят резиновую смесь для пневматических шин, с УНТ в концентрациях 0,005; 0,01%. Исследования влияния УНТ на растворы на основе каучука СКИ-3 проводились тремя различными методами.

Исследования проводились на спектрофотометре. Метод основан на степени поглощения световых потоков. Для исследования УНТ в растворах на основе каучука СКИ-3 был выбран метод инфракрасной спектроскопии. Так же был выбран метод рамановской спектроскопии. Вид спектроскопии, в основе которой лежит способность исследуемых систем к неупругому рассеянию монохроматического света. Этот метод позволяет рассмотреть физические свойства молекулы точнее.

Анализ ИК-спектров пленки растворов на основе СКИ-3 с УНТ выявил характерные пики, которые находятся в диапазоне частот 2800-3000 см<sup>-1</sup>. По высоте пиков можно сделать вывод о концентрации УНТ в смеси: чем выше интенсивность пиков, тем меньше концентрация УНТ. Спектрофотометрическое исследование показало, что независимо от степени разбавления раствора УНТ идентифицируется на длине волны 300 нм. Среднее значение оптической плотности для всех концентраций колеблется в пределах 1400-1600 при длине волны 300 нм.

Полученные экспериментальные данные позволили разработать алгоритм комплексной методики идентификации УНТ методом спектрофотометрии, ИК-спектроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния. Разница в спектрах растворов позволяет не только качественно определить наличие УНТ, но и оценить их концентрацию. Перспективой развития исследований является выявление оптическими методами наличие фуллеренов в резиновых смесях и смеси УНТ.

### Список литературы:

1. Булыгина Е.В., Макачук В.В., Панфилов Ю.В., Оя Д.Р., Шахнов В.А. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование
2. Зейналов Э.Б. Фуллерены: Информационный Сборник (1991-2006)



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Твердофазный механохимический синтез Ni, Ni-Co и Ni-Al гидроксидов для применения в качестве активных веществ суперконденсаторов и косметических пигментов

«Химия»

*Самсонов Илья Васильевич, Коваленко Ксения Вадимовна, Коваленко Вадим Леонидович (научный руководитель, доцент, к.т.н.), место выполнения работы: ГВУЗ "Украинский государственный химико-технологический университет "*

В современном мире большую роль играют источники тока, в частности суперконденсаторы. Широко используются гибридные суперконденсаторы с окисноникелевым электродом, которые применяются в электромобилях. Разработка метода получения электрохимически активных гидроксидов никеля с высокими пигментными свойствами при существенном снижении расхода воды является очень актуальным. Одним из возможных решений является механохимический твердофазный синтез. Главная цель данной работы – определить возможность механохимического твердофазного синтеза никель гидроксида и оценить электрохимические свойства полученного гидроксида. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: 1) провести механохимическую реакцию с получением никель гидроксида путём размолва в кофемолке смеси NaOH и NiSO<sub>4</sub> (или NiSO<sub>4</sub>\*6H<sub>2</sub>O), а так же с добавками нитратов или сульфатов кобальта и алюминия; 2) изучить электрохимические, цветовые и другие свойства полученных образцов.

Синтез проводили в бытовой кофемолке (180 Вт) включением 10 раз по 30 с. После синтеза смесь промывалась насыщенным раствором H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> в 95% C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. Методы изучения: 1) структуру и свойства изучали с помощью РФА, DTG и DSC; 2) Электрохимические свойства изучали: а) циклической вольтамперометрией; б) гальваностатическим зарядно-разрядное циклированием. 3) цветовые характеристики изучались с помощью компаратора цвета и UV-Vis.

1) Методом РФА доказано образование гидроксида никеля непосредственно во время механохимического синтеза, а так же образование 4Ni(OH)<sub>2</sub>\*NiOOH, светло-серого цвета; 2) Образцы Ni-Co и Ni-Al гидроксидов, полученные безводным синтезом, имеют наибольшие удельные емкости (1332.8 Ф/г и 1072.2 Ф/г при 1-2 С и 447.4 Ф/г и 404.8 Ф/г при 15-20 С соответственно) и удельную энергию и удельную мощность (43,1 кВт/кг; 399,8 Вт\*час/кг и 34,9 кВт/кг; 265,2 Вт\*час/кг соответственно). 4) Тщательно изучены цветовые характеристики образцов.

1) Методом механохимического твердофазного синтеза получены образцы Ni, Ni-Co и Ni-Al гидроксидов, исходя из кристаллогидратных и безводных прекурсоров сульфатной и нитратной природы; 2) Показаны высокие электрохимические свойства образцов Ni, Ni-Al и Ni-Co гидроксидов, особенно Ni-Al и Ni-Co безводного синтеза. 3) Выявлены высокие пигментные характеристики полученных образцов. 4) Доказана перспективность механохимического твердофазного мет

### Список литературы:

1. Aidong Tang, Xiaoyu Li, Zheng Zhou, Jing Ouyang, Huaming Yang (2014) Mechanochemical synthesis of Ni(OH)<sub>2</sub> and the decomposition to NiO nanoparticles: Thermodynamic and optical spectra. J Alloys Compd 600:204–209



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Получение конъюгатов на основе флуоресцентных красителей и возможности их применения

«Химия»

*Тевризова Анастасия Сергеевна, Орлова Дарья Андреевна, Тарасюк Илья Александрович (научный руководитель, аспирант ИГХТУ), место выполнения работы: ФГБОУ ВО "ИГХТУ"*

Поскольку порфирины имеют высокую химическую и термическую стабильность, высокие коэффициенты молярного поглощения, они применяются в различных областях науки, таких как создание солнечных батарей, в качестве эффективных катализаторов, в производстве жидких кристаллов, токопроводящих материалов, в медицине, в качестве сенсбилизаторов для фотодинамической терапии, а также биометок. Другой класс красителей, которыми являются борфторидные комплексы дипирролилметенов (BODIPY) также проявляет высокую химическую и термическую стабильность, высокие коэффициенты молярного поглощения и высокий квантовый выход флуоресценции и в связи с этим может быть использован в ряде областей, в том числе в качестве биометок. При контакте двух молекул красителей может наблюдаться перенос энергии от одного к другому. В связи с этим целью данной работы является: получение конъюгатов на основе порфирина и BODIPY, и изучение их свойств. Для достижения поставленной цели на первом этапе проводили реакцию образования азометиновой связи BODIPY с анилином и изучали параметры прохождения данной реакции, в последствии ту же реакцию проводили с амино-производным порфирина, исследовали спектральные свойства полученных конъюгатов, а так проводили их идентификацию набором физико-химических методов исследования.

Исследования проводились на базе лаборатории координационной химии линейных олигопирролов кафедры неорганической химии ИГХТУ. Для получения конъюгатов вещества нагревались в растворах органических растворителей. Для снятия спектров поглощения использовали спектрофотометр СФ-104, а для спектров флуоресценции использовали спектрофлуориметр Varian CARY ECLIPSE. Так же полученные вещества были проанализированы методами MALDI-TOF и ИК спектроскопии.

Были получены конъюгаты посредством образования азометиновой связи, между молекулами BODIPY содержащими карбонильную группу и аминоксодержащих молекул. На спектрах поглощения наблюдается батохромный сдвиг пика поглощения BODIPY, что свидетельствует о расширении ароматической системы BODIPY, так же наблюдаются изменения в спектрах флуоресценции. Были изучены условия разрушения конъюгатов, при которых наблюдается высвобождение красителя BODIPY и возвращение поглощения и флуоресценции к стандартному значению.

Потенциальным применением полученных конъюгатов, является использование их в качестве меток в микробиологических исследованиях. Поскольку при разрушении конъюгатов в паталогических условиях клетки, посредством изменения наблюдаемой флуоресценции, можно выявить эти патологии. Данное исследование имеет также значительный фундаментальный интерес, поскольку были исследованы закономерности формирования азометиновой связи, неизвестные ранее.

### Список литературы:

1. Cordes, E. H.; Jencks, W. P. J. Am. Chem. Soc. 1962, 84 (5), 832–837
2. Morais, M. C.; Zhang, G.; Zhang, W.; Olsen, D. B.; Dunaway-Mariano, D.; Allen, K. N. J. Biol. Chem. 2004, 279 (10), 9353–9361
3. Bañuelos, J. Chem. Rec. 2016, 16 (1), 335–348



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Получение жидкой резины из доступных реактивов в школьной лаборатории

«Химия»

*Щербанюк Алексей Александрович, Сапронова Виктория Николаевна (научный руководитель, учитель химии),  
место выполнения работы: ГУО "Средняя школа №3 г. Вилейки"*

Клей ПВА – универсальный, дешёвый и доступный полимер, который изначально является нетоксичным и морозоустойчивым. Путём щелочного гидролиза поливинилацетата удалось получить поливиниловый спирт – основу для жидкой резины. В качестве «сшивателя» полимерных звеньев вместо серы использовали тетраборат натрия (буру). Основным преимуществом полученной резины является доступность компонентов, их невысокая себестоимость. Условия получения полимера не требует специальных установок, высоких температур, то есть процесс безопасен и неэнергозатратен.

В школьных лабораторных условиях получен резиноподобный материал с высокими техническими характеристиками жидкой резины из полимерного материала поливинилацетата, а в качестве заменителя серы при вулканизации каучука использован тетраборат натрия.

Преимущество полученной резины - доступность компонентов, их невысокая себестоимость. - Условия получения полимера не требует специальных установок, высоких температур. - Жидкая резина устойчива к низким и повышенным температурам, разбавленным растворам кислот, щелочей и солей.

Жидкая резина, полученная в ходе исследования, может найти применение в домашнем обиходе: -гидроизоляция в помещениях повышенной влажности (кухня, ванная комната) для герметизации межплиточных швов, щелей и дефектов оконных и дверных проёмов, балконов; -герметизация и выравнивание дефектов перед облицовкой декоративным материалом; -использование в сочетании с металлами для предотвращения коррозии.

### Список литературы:

1. Еремин, В.В. Нанохимия и нанотехнологии. 10-11 классы. Профильное обучение. Уч. п. / В.В. Еремин, А.А. Дроздов. - М.:Дрофа, 2009 – 328 с.
2. Разумовская И.В. Нанотехнология. 11 класс. Уч. п. / И.В. Разумовская – М.:Дрофа, 2009 – 285 с.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Получение наночастиц кремнезема и их применение в катализе

«Химия»

*Жирков Иван Михайлович, Лебедев Максим Дмитриевич (научный руководитель, Студент 3-го курса ИГХТУ),  
место выполнения работы: ФГБОУ ВО "ИГХТУ"*

Основной целью данного проекта является разработка методики получения наночастиц кремнезема в качестве универсальных носителей твердотельных катализаторов. В ходе исследования необходимо было получить наночастицы кремнезема с высокими значениями удельной площади поверхности и закрепить на них частицы золота и палладия, а также определить каталитическую активность полученных материалов. В основном данные катализаторы могут применяться в тонком органическом синтезе, а именно в процессах гидрогенизации различных нитросоединений. Сами же наночастицы кремнезема перспективны для использования их в качестве сорбентов, систем точечной доставки лекарственных препаратов, а также в катализе.

Для получения наночастиц, за основу был взят золь-гель метод, сутью которого является гидролиз и последующая конденсация алкоксисиланов, приводящая к образованию частиц оксида кремния с модифицированной функциональными группами поверхностью. Преимущества данного метода заключаются в простоте проведения синтеза частиц необходимого состава.

С помощью разработанной методики были успешно синтезированы наночастицы кремнезема. На их основе были получены катализаторы путем закрепления на поверхности частиц золота и палладия. Сравнительный анализ каталитической активности показал их превосходство по сравнению с используемыми в отечественной промышленности углероднанесенными аналогами.

Полученные нами катализаторы показали своё превосходство по сравнению с импортными углероднанесенными аналогами, которые на данный момент активно применяются в отечественной промышленности. В этой связи, полученные нами материалы могут стать отечественным аналогом современных катализаторов для процессов гидрогенизации и смогут заменить импортные продукты.

### Список литературы:

1. С.В. Зорина / Тенденции развития российского рынка катализаторов основных процессов нефтепереработки // Сибирская нефть. № 120 (2015).т.4 - с.38-43



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Спектральные и агрегационные свойства BODIPY люминофоров, содержащих два и три бордипиририновых домена

«Химия»

*Каляманова Яна Эдуардовна, Суханова Дарья Сергеевна, Банакова Елизавета Алексеевна (научный руководитель,  
Студентка 4-го курса ИГХТУ), место выполнения работы: ФГБОУ ВО "ИГХТУ"*

В течение последних десятилетий люминофоры с высокой квантовой эффективностью привлекают значительное внимание благодаря возможностям их применения в медицинской диагностике, молекулярной биологии, молекулярном распознавании и материаловедении. Интересным классом таких красителей является семейство BODIPY, в котором фрагмент дипирролилметена хелатирует центр BF<sub>2</sub>. Одним из направлений химии BODIPY является создание на их основе гибридных материалов для использования в качестве OLED-устройств. Красители BODIPY являются широко используемым классом флуоресцентных зондов, которые привлекают постоянный интерес, поскольку их фотофизические свойства могут быть настроены с помощью довольно простых синтетических превращений. J-и H-агрегаты красителей BODIPY были отмечены в ряде исследований, однако эти случаи в основном включали агрегацию в твердом состоянии или в смеси органических растворителей и воды. Объектами нашего исследования являются BODIPY комплексы, сочетающие в своей структуре несколько дипиририновых доменов, связанных через объемный ароматический спейсер, содержащий атом кислорода или азота. Цель нашей работы заключалась в изучении спектральных и агрегационных свойств исследуемых соединений в разных органических растворителях.

Работа была выполнена в студенческой научно-исследовательской лаборатории «Координационной и супрамолекулярной химии линейных олигопирролов и их координационных соединений». Эксперимент заключался в приготовлении растворов исследуемых соединений в органических растворителях с различными концентрациями и исследовании их с помощью таких методов исследования, как электронная спектроскопия поглощения и электронная спектроскопия флуоресценции.

В данной работе представлен необычный случай спектроскопически мономерных и агрегированных форм BODIPY в циклогексане и этаноле и обсуждается влияние отдельных BODIPY-доменов на структуры образующихся агрегатов, зависимость отношения мономерной и агрегированной форм от концентрации соединения. Для кислородсодержащего комплекса BODIPY наблюдался процесс перепоглощения света, а для азотсодержащих комплексов BODIPY – ассоциация, сопровождающаяся появлением нового пика в спектрах флуоресценции.

Таким образом, были охарактеризованы несколько флуоресцентных красителей на основе BODIPY. Общие спектральные характеристики такие же, как для однодоменных BODIPY, с более выраженными спектрами поглощения и слегка затупленной флуоресценцией. Исследованные комплексы могут быть интересным объектом для получения организованных слоев на некоторой подложке для дальнейшего использования в качестве светопреобразователей в оптике и сенсорике.

Список литературы:

1. Merkushev, D.A. BODIPY associates in organic matrices: Spectral properties, photostability and evaluation as OLED emitters / S.D. Usoltsev, Y.S. Marfin, D. Volyniuk, E.V. Romyantsev // Materials Chemistry and Physics. – 2017 – V. 187 – P. 104-111



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Повышение растворимости и химической устойчивости ряда bodipy-люминофоров бычьим сывороточным альбумином

«Химия»

*Почкин Михаил Олегович, Водянова Ольга Степановна (научный руководитель, Студентка 3-го курса ИГХТУ),  
место выполнения работы: ФГБОУ ВО "ИГХТУ"*

В настоящее время для ученых всего мира большой интерес представляют флуоресцентные соединения. Благодаря высокому аналитическому отклику и низкой токсичности они используются в биохимии и медицине. Среди большого количества флуорофоров выделяется класс борфторидных комплексов дипирролилметена (bodipy) ввиду их высокой химической устойчивости и фотостабильности, а также ярко-выраженных хромофорных и флуоресцентных свойств. Однако для их применения в биологических и медицинских целях необходима высокая растворимость в, преимущественно, водных биосредах организма, что является затруднительным для высоко гидрофобных bodipy. Повышение растворимости может достигаться несколькими путями: от изменения температуры и ионной силы раствора до введения дополнительных реагентов, не влияющих на сенсорные свойства соединения. Целью данного проекта является изучение влияния бычьего сывороточного альбумина на сольватацию и хемоустойчивость нескольких комплексов bodipy в водной среде. Проведены кинетические эксперименты зависимости интенсивности флуоресценции чистых растворов bodipy и их комплексов с белком от времени, а также исследовано воздействие внешних таких разрушающих факторов, как растворы сильных окислителей и ультрафиолетовое излучение на чистые растворы bodipy и их комплексы с белком

Исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории координационной и супрамолекулярной химии линейных олигопирролов кафедры неорганической химии ИГХТУ. Для снятия спектров поглощения использовали спектрофотометр СФ-104, а для спектров флуоресценции использовали спектрофлуориметр Varian CARY ECLIPSE. В работе применен новый метод приготовления водных растворов bodipy без органического растворителя в смеси, что ранее не практиковалось.

В работе применен новый метод приготовления водных растворов гидрофобных bodipy без добавления органического компонента. Показано возрастание флуоресценции bodipy при добавлении бычьего сывороточного альбумина. Исследовано, что раствор bodipy с белком сохраняет флуоресценцию значительно дольше, то есть происходит повышение сольватации и стабилизация красителя в биосредах. Действие разрушающих агентов быстро приводит к деструкции красителя в чистом растворе, но при использовании белка проявляется эффект белковой защиты.

Исследования показали, что белок положительно влияет на сольватацию и хемоустойчивость водных растворов bodipy. Результаты работы могут быть использованы в биохимии и медицине для применения bodipy в качестве биомаркеров для диагностики заболеваний, изучения происходящих в клетке человека процессов и визуализации компонентов биологических систем. Перспективами работы являются варьирование природы разрушающих агентов и структур исследуемых bodipy.

### Список литературы:

1. Vodyanova, O.S.; Kochergin, B.A.; Usoltsev, S.D.; at all J. Photochem. Photobiol. A Chem. 2018, 350, 44
2. Dorh, N.; Zhu, S.; Dhungana, K. B.; at all Sci. Rep. 2016, 5 (1), 18337
3. Kowada, T.; Maeda, H.; Kikuchi, K. Chem. Soc. Rev. 2015, 44 (14), 4953



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Новые ингибиторы сериновых протеаз из *Brassica rapa*

«Химия»

*Якупова Линара Ринатовна, Подоплелова Надежда Александровна (научный руководитель, кандидат биологических наук), место выполнения работы: лаборатория клеточного гемостаза и тромбоза ННПЦ ДГОИ им. Дм. Рогачева*

В современной медицине актуален вопрос борьбы с тромбозом. Одним из возможных способов борьбы с данным заболеванием может служить ингибирование контактного пути активации свертывания крови, а именно фактора XII, который принимает участие в патологическом тромбообразовании, но при этом не играет заметной роли в поддержании гемостаза. Таким образом, новые препараты против тромбоза, ингибирующие фактор XII, будут безопасны с точки зрения риска кровотечения. Наиболее селективный ингибитор в отношении фактора XII является также ингибитором трипсина и был выделен из кукурузы. По аналогии мы предположили, что ингибитор фактор XII может содержаться в репе (*Brassica rapa*), поэтому именно из репы мы выделяли белки, потенциальные ингибиторы фактора XII. Таким образом, целью данной работы является выделение, очистка и анализ белков-ингибиторов сериновых протеиназ из *Brassicarapa*.

Экстракцию белков из биомассы проводили раствором NaCl (0,1%). Затем мы подвергли экстракт тепловой обработке для того, чтобы избавиться от балластных белков. Дальнейшую очистку проводили методом аффинной хроматографии. Анализ чистоты выделенных белков и оценку их молекулярной массы осуществили методом электрофореза по Лэммли в полиакриламидном геле.

В результате анализа выяснили, что с трипсином связываются два белка, молекулярные массы которых около 25 и 37 кДа соответственно. Концентрацию белков определяли методом Бредфорда, для этого построили калибровочный график зависимости поглощения бычьего сывороточного альбумина на 562 нм от его концентрации и определили, что концентрация белков из *Brassicarapa* составляет 0,418 мг/мл. Также мы провели хромогенный тест, в результате которого установили, что выделенные из *Brassica rapa* белки ингибируют трипсин.

В ходе данной работы была получена смесь из двух белков с молекулярными массами около 25 и 37 кДа. По причине сходства трипсина и фактора XII можно судить об аналогичном влиянии полученного ингибитора на них. Мы предполагаем, что выделенный белок способен понижать активность фактора XII; в свою очередь данное открытие может служить основой для создания и исследования новых антитромботических препаратов.

### Список литературы:

1. «Аффинная хроматография», [www.bialexa.ru](http://www.bialexa.ru), дата доступа 08.01.17 «Электрофорез белков», [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org), дата доступа 06.01.2017
2. М.А. Пантелеев, Ф.И. Атауллаханов. «Свертывание крови: биохимические основы». Клиническая онкогематология



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Методы модификации поверхности пеноникеля в суперконденсаторах

«Химия»

*Чабанок Александр Александрович, Коваленко Вадим Леонидович (научный руководитель, Кандидат Технических наук), место выполнения работы: В школе*

Гибридные суперконденсаторы, в частности с окисноникелевым электродом, являются современными химическими источниками тока и широко используются как основной или резервный источник энергии в различных устройствах. В частности «зелёных» электромобилей или автомобилей с гибридным двигателем, источником энергии в которых служат такие суперконденсаторы. Поэтому увеличение характеристик гибридных суперконденсаторов является актуальной задачей. При изготовлении «+» электродов в качестве основы для активной массы и токоотвода используется пеноникель. Активация пеноникелевой основы позволит увеличить емкость электрода, и соответственно суперконденсатора. Главная цель данной работы – оценить возможность активации пеноникелевой основы с увеличением её электрохимической активности. Задачи: 1. провести активацию пеноникелевой основы путем многократного травления в растворах HCl или H<sub>3</sub>VO<sub>3</sub> или H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>; 2. изучить электрохимические свойства активированных образцов пеноникеля.

Использованы 2 типа пеноникеля: 1) производства России (электрохимический никель); 2) производства Китая (химический никель). Активация проводилась многократной обработкой (5, 10 или 20 раз) попеременно в насыщенных растворах HCl или H<sub>3</sub>VO<sub>3</sub> или H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> и в растворе Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Методы изучения: 1) поверхность с помощью СЭМ; 2) электрохимические свойства изучали: а) циклической вольтамперометрией; б) гальваностатическим зарядно-разрядное ц

Проведена активация 2 типов образцов пеноникеля: российского производства (Ni) и китайского производства (предположительно сплав Ni-P или Ni-B) в растворах HCl или H<sub>3</sub>VO<sub>3</sub> или H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. 2) Показано что образец китайского производства активируется слабо, в тоже время образец российского производства хорошо активируется обработкой в щавелевой кислоте.

Изучена модификация поверхности двух типов образцов пеноникеля, как основы окисноникелевого электрода гибридного суперконденсатора. Это позволит улучшить суперконденсаторы, а именно модернизировать устройства где они используются. Это будет полезно и необходимо как в производстве так и в быту.

### Список литературы:

1. Kovalenko, V., Kotok, V., Bolotin, A. (2016) Definition of factors influencing on Ni(OH)<sub>2</sub> electrochemical characteristics for supercapacitors. Eastern-European Journal of enterprise Technologies, 5/6(83), 17–22....



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Диены в синтезе гетероциклов

«Химия»

*Дзуцев Азамат Львович, Газзаева Римма Александровна (научный руководитель, ПДО, док.хим.наук), место выполнения работы: МАУ ДО Центр "Интеллект"*

Получение гетероциклов изоксазольного ряда с использованием в качестве исходных соединений гем-замещенных бициклопропанов, полученных из изолированных диенов. В качестве объектов исследования в данной работе выбраны изомерные 5,5,10,10-тетрахлортрицикло[7,1,0,0]деканы и 5,5,10,10 тетрабромтрицикло[7,1,0,0]деканы, а также 1,4-дихлордициклопропилбутан и 1,4-дибромдициклопропилбутан, полученные из коммерчески доступных изолированных цис,цис-1,5-циклооктадиена и 1,7-октадиена.

Использован комплекс существующих экспериментальных методик (нитрозирования, карбенирования, циклизации и т.д.) для получения труднодоступных производных циклопропана и продуктов их трансформации; В работе использованы современные методы органического синтеза и идентификации веществ (ЯМР, УФ спектроскопия, масс-спектрометрия, элементный анализ)

Контроль чистоты исходных соединений и индивидуальности выделенных продуктов реакции, а также анализ реакционных смесей проводили методом ТСХ на пластинках «Silufol» в системе петролейный эфир-этилацетат (2:3). Для разделения реакционных смесей применяли колоночную хроматографию на силикагеле (элюент: хлороформ-петролейный эфир) и ТСХ с незакрепленным подвижным слоем (силикагель); элюент: петролейный эфир-этилацетат (2:3)

1. углеводороды, содержащие в своём составе две изолированные двойные связи, в результате реакции дигалогенкарбенирования по методу межфазного катализа, способны с высокими выходами превращаться в дигалогенпроизводные моно- и бициклопропаны. 2. дигало-генпроизводные бициклопропаны в условиях реакции нитрозирования способны трансформироваться в моно-гетероциклические соединения изоксазольного ряда.

### Список литературы:

1. Rajput A. P., Girase P. D. Synthesis, characterization and microbial screening of isoxazole derivatives of 2,6-dichloro-1-(N-substituted phenyl)-1,4-dihydropyridine-3, 5-dicarbaldehyde // International Journal of Chemistry Research, 2011, v. 2



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Золи на основе куркумина: синтез и исследование свойств

«Химия»

*Артамонов Кирилл Александрович, Шекунова Таисия Олеговна (научный руководитель, Педагог-организатор),  
место выполнения работы: в школе*

Куркумин является биологически активным компонентом куркумы, который используется в различных областях, в т.ч. находит применение и для биомедицинских приложений. Так, куркумин обладает противовоспалительным действием, многие современные исследования подтверждают его терапевтический эффект против некоторых форм рака. В то же время куркумин плохо растворим в воде и имеет низкую биодоступность, что лимитирует его применение в медицинских целях. Помимо этого ряд исследователей полагает, что куркумин является цитотоксичным по отношению к нормальным клеткам. Для снижения цитотоксичности куркумина и повышения биодоступности актуально разработать способ его получения в виде смешанного стабильного золя, содержащего также компонент, нивелирующий цитотоксичность куркумина. Хорошим кандидатом для выполнения такой функции является нанокристаллический диоксид церия, известный своими антиоксидантными свойствами, и имеющий большой потенциал применения в биомедицине. Таким образом, целью работы стала разработка способа получения золь на основе куркумина для медицинских приложений. Основными задачами стали синтез водного золя куркумина, обладающего хорошей агрегативной устойчивостью, синтез золя нанокристаллического  $\text{CeO}_2$ , получение смешанного золя куркумина и  $\text{CeO}_2$ .

Для синтеза золь использовали метод замены растворителя и метод соосаждения. Для анализа образцов применяли метод динамического рассеяния света (Photocor Complex), УФ-видимую спектроскопию (Ocean Optics), просвечивающую электронную микроскопию (Leo912 AB Omega), метод гравиметрии. Часть исследований была выполнена в лаборатории синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья ИОНХ РАН.

Показано, что можно получить водный золь куркумина методом замены растворителя, обладающий однако плохой устойчивостью. Выявлено, что из ряда стабилизаторов мальтодекстрин, декстран, поливинилпирролидон, последний в значительной степени улучшает агрегативную устойчивость золя. Предложен способ синтеза золя  $\text{CeO}_2$  с размером частиц около 5 нм с использованием поливинилпирролидона. Разработан способ синтеза золя на основе куркумина и нанокристаллического  $\text{CeO}_2$ .

Полученный стабильный водный золь куркумина может быть востребован в медицине, поскольку куркумин биоактивен, в золе обладает повышенной биодоступностью, а растворителем является вода. Нами разработан способ получения золя на основе куркумина и нанокристаллического  $\text{CeO}_2$ , т. к. его введение должно уменьшить цитотоксичность куркумина к здоровым клеткам. В качестве дальнейшего развития проекта можно обозначить эксперименты на клеточных культурах.

### Список литературы:

1. Cancer Res Treat, 2014,46, 2-18
2. Int. Journal of pharmaceutics, 2011,416, 331-338
3. Pharmazie, 2002, 57,820-824
4. IJC, 2010, 126,1771-1775
5. Успехи химии, 2009, 78,924-941



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Синтез соединений марганца и цинка при утилизации батареек

«Химия»

*Игнатъев Альберт Афанасьевич, Игнатъева Айталина Варламовна (научный руководитель, учитель химии),  
место выполнения работы: в школе*

Утилизация батареек требует к себе повышенного внимания, так как в их составе содержатся опасные вещества, которые могут отравлять окружающую среду и людей. В них содержится множество оксидов тяжёлых металлов — ртуть, никель, кадмий, свинец, литий, марганец и цинк, которые имеют свойство накапливаться в живых организмах, в том числе и в организме человека, и наносить существенный вред здоровью людей, животных, растений. Актуальность представленной работы заключается в поиске решения проблемы о переработке батареек и решение экологических проблем. Цель: исследовать возможность переработки батареек в целях получения полезного продукта. Задачи : • Изучить научную литературу по устройству и принципам работы батареек; • Выяснить влияние использованных батареек на окружающую среду и здоровье человека, а также способы утилизации использованных батареек; • Изучить продукты, которые можно получить при переработке батареек. • Получить и провести идентификацию карбоната марганца и гептагидрата сульфата цинка.

Эксперимент проводился в кабинете химии. в работе использовались методы: • Синтез соединений марганца 1) Выделение оксида марганца (IV) из отработанной батарейки, его очистка; 2) Восстановление  $MnO_2$  до сульфата марганца (II); 3) Осаждение карбоната марганца (II); • Синтез гептагидрата сульфата цинка. Оборудование: водяная баня, термометр, воронка Бухнера, насос, аналитические весы, стеклянная и фарфоровая посуда.

Батарейки, отслужившие отведенный им срок, могут приносить дальнейшую пользу, при условии правильной утилизации. В ходе проделанной работы изучили продукты, которые можно получить при их переработке, получили карбонат марганца и гептагидрат сульфата цинка из 3 батареек различных марок, провели идентификацию карбоната марганца и гептагидрата сульфата цинка и расчет их выхода. Полученные вещества можно использовать в лабораторных опытах на занятиях по химии.

На крайнем севере нет предприятий перерабатывающих использованные батарейки. Возможно результат этой исследовательской работы будет основой для развития таких предприятий.

### Список литературы:

1. Нильсон Г. Батарейки и аккумуляторы: маленький исторический экскурс
2. Лаврус В. Аккумуляторы и батарейки Курзуков Н. Аккумуляторные батареи
3. Хрусталева Д. Аккумуляторы
4. Гринин А. Промышленные и бытовые отходы
5. Беспалов П. Методическое пособие по



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Получение полимерных пленок на основе пектина

«Химия»

*Магай Кристина Юрьевна, Власевнина Вера Павловна (научный руководитель, учитель химии), место выполнения работы: в школе*

Одна из глобальных проблем человечества - ухудшающаяся экология в связи с загрязнением природной среды полимерными материалами. Полиэтилен и полипропилен разлагаются в почве от 100 до 200 лет. Одним из приемов утилизации является сжигание, пиролиз, рециклизация и переработка отходов. Решение этой проблемы определило актуальность выбранного исследования по созданию легкоразлагаемых полимерных материалов на основе пектина. Цель работы – получение и исследование биоразлагаемых плёнок из пектина и хитозана. Задачи исследования: изучить существующие способы получения разлагаемых материалов; провести опыты по получению биоразлагаемых плёнок на основе пектина и хитозана; выявить свойства, которые могут быть полезны при создании упаковочных материалов. Практическая значимость: использование в пищевой индустрии для защиты продуктов от химического и физического воздействия внешней среды.

Объектом исследования являлись биodeградируемые материалы на основе пектина и хитозана. Предмет исследования – получение биоразлагаемых плёнок. Использованные методы исследования: - изучение научных источников, интернет – ресурсов; - получение полимерных плёнок из пектина и хитозана; - анализ полученных пленочных материалов и обобщение информации; Для получения хитозана использована методика, приведенная в диссертации к.т.н. Иощенко Ю.П.

В результате работы мною были получены однородные прозрачные биоразлагаемые пленки без запаха, без цвета (из яблок). Пленки на основе цитрусовых (апельсинов) и моркови имели желтоватую окраску. Полученные пленки исследованы на способность к разложению во влажной почве и растяжимость. Время разложения составило 10-12 дней. Данные пленки можно использовать как первичную упаковку, так как они являются съедобными.

В ходе работы исследован вопрос получения и применения полимерных пленок на основе пектина и хитозана. Изучена литература по способам получения биоразлагаемых плёнок и их свойствам. Установлено, что для получения таких плёнок лучше использовать природные материалы, такие как пектин и хитозан. В ходе опытов получены плёнки на основе пектина, хитозана с применением пластификаторов. Плёнки исследованы на способность к разложению и растяжимость.

### Список литературы:

1. Кудрякова В.А. Съедобная упаковка: состояние и перспективы /Упаковка и логистика – 2007
2. Савицкая Т. А. Съедобные полимерные плёнки и покрытия. Минск, 2016
3. Суворова А.И.,Тюкова И.С.,Труфанова Е.И. Биоразлагаемые полимерные материалы /Успехи химии.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Исследование спектров УФ и флуоресценции двух новых макроциклических лигандов в присутствии катионов переходных, непереходных и редкоземельных металлов

«Химия»

Коростеллина Екатерина Юрьевна, Григорова Ольга Константиновна (научный руководитель, аспирант лаборатории ЭОС МГУ), место выполнения работы: МГУ им. Ломоносова

Цель работы - исследовать комплексообразование двух новых органических лигандов с катионами переходных, непереходных и редкоземельных металлов методами спектрофотометрии и флуориметрии и определить катионы, с которыми исследуемые лиганды образуют наиболее стабильные комплексы. Задачи: 1. Исследовать спектры УФ и флуоресценции двух новых органических лигандов. Рассчитать оптимальные для проведения флуориметрических исследований концентрации и приготовить соответствующие растворы. 2. Используя приготовленные ранее растворы перхлоратов и нитратов переходных и непереходных металлов, провести исследование изменений спектров УФ и флуоресценции при постепенном добавлении катионов. 3. Приготовить растворы перхлоратов редкоземельных металлов. Используя эти растворы, провести исследование изменений спектров УФ и флуоресценции при постепенном добавлении катионов. 4. Обработать полученные результаты, сделать выводы. Подобные органические сенсоры находят широкое применение в сельском хозяйстве и производстве пищевых продуктов, в промышленном производстве, в особенности в отслеживании процессов, загрязняющих окружающую среду. Особое место детектирование занимает в обеспечении безопасности человеческой жизнедеятельности и сохранении благоприятной экологической обстановки.

Оборудование и посуда: • Мерные колбы • Градуированные пипетки • Дозаторы • Спектрофотометр • Спектрофлуориметр • Аналитические весы • Кварцевая кювета Экспериментальная часть состоит из 4-х этапов: 1. Приготовление растворов органических лигандов в  $\text{CH}_3\text{CN}$  2. Приготовление растворов перхлоратов металлов в  $\text{CH}_3\text{CN}$  3. Спектрофотометрический метод 4. Флуориметрический метод

В результате проведённой нами работы мы получили такие результаты: • Соединение L1 образует комплексы с катионами  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ . • Соединение L2 образует комплексы с катионами  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ . • В спектрах УФ и флуоресценции при добавлении растворов солей этих металлов наблюдаются значительные изменения, что позволяет использовать L1 и L2 в качестве молекулярных проб на катионы  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  для L1 и на катионы  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  для L2.

• В спектрах поглощения L1 при добавлении растворов солей  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Ga}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  наблюдается возникновение нового максимума поглощения в видимой области, что позволяет разработать колориметрический детектор на основе этого соединения. • Лиганд L2 обладает способностью к равномерному связыванию катионов  $\text{In}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , что позволяет в дальнейшем провести расчет констант устойчивости образующихся комплексов.

### Список литературы:

1. A. N Uglov, A. Bessmertnykh-Lemeune, R. Guillard, A. D. Averin, I. P. Beletskaya, "Optical methods for the detection of heavy metal ions", Russ. Chem. Rev., 2014, 83 (3), 196–224



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Наночастицы и растения

«Химия»

*Рахманова Софья Александровна, Носачёва Наталья Владимировна (научный руководитель, Учитель химии),  
место выполнения работы: в школе*

Использование мельчайших частиц – это один из самых мощных скачков в истории науки. Они раскрывают новые грани уже известного. Важность работы в том, что правильное использование наночастиц в сельском хозяйстве приведет к повышению урожайности. Термины: 1. Агрегативная устойчивость - способность системы сохранять степень дисперсности своих частиц 2. Седиментационная устойчивость - способность сохранять неизменным во времени распределение частиц по объему системы, т. е. способность системы противостоять действию силы тяжести 3. Предельно допустимые концентрации химического вещества в почве (ПДК) - - это то максимальное количество химического вещества, которое не вызывает прямого или опосредованного отрицательного влияния на здоровье человека и самоочищающуюся способность почвы.

1. Спектральный анализ. Устройство - АДК "ПРИЗМА". Программа - "АДК ПРИЗМА". Аппарат предназначен для обнаружения примесей в рабочих жидкостях самолета. Но так как диапазон определяемых им элементов значителен (а те, что не определяются - отображаются на спектрограмме в виде шумов и распознать их можно сверяясь с таблицей энергий), то я использовала его для определения качественного и количественного состава наноматериала и почвы

Предпосевная обработка семян нанопорошком концентрации  $n=0,2$  мг/дм<sup>3</sup> дала заметные результаты. Опыление почвы нанопорошком дает различный результат в зависимости от концентрации нанопорошка. Необходимая концентрация и способ опыления определяется непосредственно для каждого вида отдельно.

Многие факторы подталкивают нас к поиску новых методов повышения урожайности, а так же качества конечного продукта. Нанотехнологии уже сейчас успешно применяют в сельском хозяйстве, но в недостаточном объёме. Я считаю, что необходимо и дальше развивать технику внедрения нанотехнологий в сельское хозяйство. Необходимо более полно изучить влияние мельчайших частиц на растения, плоды и почву.

### Список литературы:

1. Марголин - Введение в нанотехнологию
2. Сергеев - Нанохимия
3. Головин - Введение в нанотехнику
4. Левшков - Нормированное содержание тяжелых металлов в почве



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Исследование влияния растворителей и поверхностно активных веществ на прочность полимерных материалов.

«Химия»

*Митин Дмитрий Евгеньевич, Шарыпова Марина Игоревна (научный руководитель, Учитель химии), место выполнения работы: в школе*

Задача научно-исследовательской работы состоит в том, чтобы установить влияние растворителей и поверхностно активных веществ на прочность полимерного материала. Для исследования свойств полимеров были взяты нейлон и полиэтилен, которые широко используются в химической промышленности. Исследование в данной области позволяет находить научный подход к критериям подбора растворителей к данным полимерам и заранее подбирать такие растворители, которые обеспечивали бы лучшие характеристики материала и одновременно получение изделия с улучшенными прочностными свойствами. В этом аспекте целенаправленное исследование механических свойств полимеров в разных растворителях, ПАВ и деформационно - прочностных характеристик изделий, полученных из них, является актуальной задачей в области науки физики полимеров и коллоидной химии, в частности в проблеме создания материалов на производстве с заранее заданными свойствами.

Для исследования прочностных характеристик полимеров были использованы методы, такие как замачивание полимеров в растворителях, и последующее измерение приложенного усилия с помощью динамометра. Оборудование и материалы: полиэтиленовый пакет, нейлоновая ткань, динамометр, зажимы, растворители (этанол, ацетон, уайт-спирит) и вещества с ПАВ (моющее средство), технические весы, мерный цилиндр, чашки Петри, химический стакан(100мл).

Выполнив экспериментальным путем задачи, которые были поставлены, в первом пункте можно сделать вывод, что во всех исследованных растворителях прочность полимерной пленки уменьшается, и более значительное изменение для полиэтилена наблюдается в неполярном растворителе, так как полиэтилен - неполярное вещество, а для нейлона в полярных, так как нейлон – полярное вещество. При добавлении поверхностно активных веществ прочность уменьшается за счет проявления эффекта Ребиндера.

Знание о свойствах полимеров, таких как их механическая прочность и её изменение под влиянием растворителей и ПАВ облегчает и улучшает механическую обработку высокотвердых и труднообрабатываемых материалов, которых при обработке без растворителей и ПАВ требуют большое количество энергии. Они регулируют процесс трения и износа, дают возможность эффективно получить порошкообразные материалы, а также твердые тела с заданной дисперсной структурой.

Список литературы:

1. Справочник по пластическим массам, М. И. Гарбара, 1967-69
2. Ароматические полиамиды, М., 1975
3. Органические растворители, 1958 Райхардт Х.
4. Физико-химические основы применения поверхностно-активных веществ, Ташкент, 1977
5. Процок Т. Б., Этило



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Исследование кристаллообразования некоторых солей в органических студнях

«Химия»

*Поморцева Ксения Игоревна, Симунина Ольга Николаевна (научный руководитель, преподаватель доп. образования), место выполнения работы: МБУДО ЦВР Володарского района г. Брянска*

**Постановка задачи.** В 1896 году немецкий химик Рафаэл Эдуард Лизеганг впервые изучил концентрические структуры (кольца или структуры Лизеганга), образующиеся в гелях. Ранее они были получены Ф. Рунге в 1855 году. Метод кристаллизации в гелях активно начал использоваться уже с конца XIX века. Процессы кристаллообразования интересны и современным исследователям из-за возросшего интереса к новым материалам с необычными свойствами. В ходе работы были поставлены следующие задачи: изучение влияния некоторых факторов на формирование и структуру колец Лизеганга в гелях на основе желатина и агар-агара; обнаружение закономерностей формирования кристаллов в органических гелях; изучение возможности получения кристаллов, важных для современной техники, из водного раствора. Образование технически важных кристаллов веществ, нерастворимых в воде, требует обычно особых условий. Необходимо изучать влияние этих условий на образование кристаллов, чтобы подобрать наиболее подходящие факторы для их получения.

**Методы.** Опыты проводятся с гелями пищевого желатина и агар-агара различной плотности в пробирках и чашках Петри. В проведённых опытах были получены кристаллы  $PbI_2$  (жёлтые),  $Ag_2Cr_2O_7$  (красные),  $Mg(OH)_2$  (белые). Образование периодических структур в гелях фиксируются цифровой фотокамерой. Структуру колец Лизеганга, размеры и форму кристаллов – с помощью школьного светового микроскопа и веб-камеры.

**Результаты.** По мере удаления от границы геля и реагента кристаллы образуются реже, они крупнее и совершеннее. В низкоконцентрированных студнях кристаллы крупные, четких колец не образуют. Чем плотнее гель, тем мельче и несовершеннее выращенные кристаллы. Ионы лимонной кислоты ускорили процесс диффузии в гелях, что приводит к образованию нечётких колец с мелкими кристаллами. Неэлектролиты (сахароза), напротив, замедляют образование колец и кристаллов, некоторые кристаллы заметно крупнее полученных в геле без примесей.

**Закключение.** На форму и размер кристаллов, на их распределение в структурах Лизеганга оказывают влияние плотность геля, концентрация реагентов и примеси, содержащиеся в гелях. В последующих исследованиях планируется изучить влияние других факторов, например: видимого света, ультрафиолета, встряхивания, рост в трубках, расположенных горизонтально. Большое значение эти исследование могут принести в медицине при изучении образования мочевых камней.

### Список литературы:

1. Балезин С.А. и др. Основы физической и коллоидной химии. М., «Просвещение», 1975
2. Гениш Г. Выращивание кристаллов в гелях. М., «Мир», 1973



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Сорбционные свойства хитозана

«Химия»

*Тарусова Полина Викторовна, Армер Ирина Яковлевна (научный руководитель, учитель химии), место выполнения работы: В Технологическом институте*

В настоящее время остро стоит проблема токсикоза организма человека, вызванного избыточным приемом лекарственных препаратов. Одним из эффективных способов детоксикации является сорбционный. Перспективным сорбентом является хитозан, ярко выраженные сорбционные свойства которого обусловлены наличием различных функциональных групп. В настоящее время хитозан применяют в различных сферах жизнедеятельности человека: в медицине, производстве косметических средств, растениеводстве, текстильной промышленности, пищевой и бумажной промышленности. В медицине его используют в составе лечебных препаратов, мазей, раневых покрытий, в качестве средства доставки лекарств, для изготовления хирургических нитей, для лечения ожирения, при атеросклерозе, а также в качестве энтеросорбента. Будучи полимером природного происхождения, хитозан совместим с тканями млекопитающих, обладает высокой биологической активностью, нетоксичен. На основании вышеизложенного изучение хитозана в качестве сорбента лекарственных препаратов является актуальным. Целью моей работы стало исследование сорбционных свойств хитозана в отношении аспирина и анальгина при передозировке этих лекарств.

Приготовление растворов препаратов, проведение сорбции, количественное определение содержания лекарственных препаратов.

Изучено влияние концентрации низкомолекулярного хитозана на процесс сорбции Аспирина и Анальгина, а также влияние концентрации Аспирина и Анальгина на процесс их сорбции хитозаном. Установлено, что хитозан проявляет большую сорбционную активность в отношении Анальгина, чем в отношении Аспирина.

Несмотря на невысокие значения сорбционной ёмкости, хитозан можно считать перспективным сорбентом лекарственных веществ в силу его дешевизны и простоты получения. Применение хитозана в качестве сорбента может быть реализовано в качестве сопутствующей терапии при ликвидации последствий отравления организма лекарственными препаратами, а также, возможно, – для усиления сорбционных свойств энтеросорбентов.

### Список литературы:

1. Быкова, В. М. Хитин и хитозан : получение, свойства и применение
2. Роговина, С. З. Хитин и хитозан : получение, свойства и применение
3. Няникова, Г. Г. Области применения хитозана



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Экспресс-метод качественного и количественного определения метамизола натрия в лекарственных препаратах

«Химия»

*Зорина Валерия Викторовна, Сафронов Петр Андреевич, Шабалин Владимир Григорьевич (научный руководитель, к.х.н., Учитель химии), место выполнения работы: В школе "Лицей 1502 при МЭИ"*

Анальгин - главный препарат в группе ненаркотических анальгетиков - препаратов, способных уменьшать боль без влияния на психику. В связи с этим очень актуальным является изучение свойств анальгина и методов определения его подлинности. Главная цель работы –исследовать взаимодействие метамизола натрия с водным раствором сульфата меди, предложить простой и эффективный метод экспресс-анализа качественного и количественного содержания анальгина в лекарственных препаратах на его основе. Ключевые слова: метамизол натрия, экспресс-метод, качественный анализ, количественный анализ, цветной комплекс, спектрофотометрия.

Методика исследования была следующей. Были приготовлены растворы лекарственных препаратов и сульфата меди. К растворам лекарственных препаратов разных концентраций был добавлен медный купорос. В результате данного взаимодействия образуется растворимое в воде окрашенное соединение зелёного цвета. Поэтому изучение этого вещества было решено провести методом спектроскопии и фотоколориметрии. Все исследования проводились в школьной лаборатории.

Результаты эксперимента позволили предположить, что при взаимодействии метамизола натрия с сульфатом меди образуется хелатное комплексное соединение. Данное предположение было доказано молекулярный абсорбционно-спектроскопическим анализом. Было сделано предположение о структуре образующегося комплекса. Метод фотоколориметрии был использован для количественного анализа. Им мы подтвердили количественное содержание метамизола натрия в различных лекарственных препаратах.

Предложен экспресс-метод качественного и количественного определения содержания метамизола натрия в лекарственных препаратах. На основе полученных данных доказано предположение об образовании хелатного комплексного соединения при взаимодействии метамизола натрия и сульфата меди. Дальнейшим развитием нашего проекта станет изучение роли вспомогательных компонентов и зависимости терапевтического эффекта от анализа препаратов предложенным методом

### Список литературы:

1. «Основные начала органической химии», А.Е.Чичибабин
2. «Органическая химия», В.Ф.Травень
3. «Химия 11класс. Профильный уровень», В.В.Еремин, Н.Е.Кузьменко,В.В.Лунин
4. «Химия гетероциклических соединений», Джилкрист Т.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Комплексы инденил-родий: синтез, реакционная способность и каталитическая активность

«Химия»

*Совдагарова Елизавета Родионовна, Харитонов Владимир Борисович, Логинов Дмитрий Александрович (научный руководитель, н.с.), место выполнения работы: Институт Элементоорганических Соединений им. А. Н. Несмеянова РАН*

Термины:  $\text{Cp}$  – циклопентадиенил анион,  $\text{Cp}^*$  – пентаметилциклопентадиенил анион,  $\text{Ind}$  – инденил анион,  $\text{Carb}$  – карборановый анион. Соединения  $\text{Rh}$ , как и других переходных металлов, широко известны своей каталитической активностью. Они активны в широком спектре реакций, а также стали решением проблемы C-H активации и применяются в развитии такого прогрессивного направления, как синтез изокумаринов, в связи с чем представляют особый интерес. Например, полусэндвичевые соединения  $\text{CpRhHal}_2$  в сочетании с солями серебра позволяют получать изокумарины, обладающие фунгицидной и фотоактивностью. Кроме того, в сочетании с солями меди этот катализатор дает тетразамещенные конденсированные соединения. Основываясь на исследовании галогенидов  $\text{Rh}$  с  $\text{Cp}$ , а также на изучении комплексов  $(\text{Ind})\text{Co}(\text{Hal}_2)$  (так же металл иридиевой группы), мы поставили задачу выработать метод получения, а также изучить химическую и каталитическую активность  $(\text{Ind})\text{Rh}(\text{Hal}_2)$ . Известно, что инденильные комплексы обладают повышенной реакционной способностью по сравнению с циклопентадиенильными аналогами.

Проект выполнен в лаборатории пи-комплексов переходных металлов ИНЭОС РАН. Получение веществ осуществлялось стандартными методами в атмосфере аргона. Очистка производилась промывкой и центрифугированием осадка, переосаждением, колоночной хроматографией. Оборудование: базовое лабораторное, вакуумный насос, роторный испаритель, вакуумная установка, снабженная аргоном, центрифуга. Анализ: элементный, ядерный магнитный резонанс, рентгеноструктурный.

Исследованы реакции  $(\text{Ind})\text{Rh}(\text{I}_2)$  с различными классами соединений. Разработан метод получения родственных комплексов. Описаны структурные особенности соединений  $[(\text{Ind})\text{Rh}(\text{Carb})]$ . Численно определена разница в активности  $\text{Cp}^*$  и  $\text{Ind}$  комплексов. Выделена группа соединений - хороших синтонов  $\text{IndRh}_2^+$ -частицы, а именно комплексы  $(\text{Ind})\text{Rh}(\text{I}_2)$  и  $[(\text{Ind})\text{Rh}(\text{mesitylene})](\text{SbF}_6)_2$ , которые повысили выход в реакции восстановительного аминирования в воде, что может потенциально иметь большое значение в промышленном применении

В дальнейшей работе возможно улучшение каталитических свойств комплексов для промышленного применения в получении аминов, а их изучение на более широком спектре реакций. Необходимо довести до конца исследование катализа в реакции окислительно-восстановительной рекомбинации бензойной кислоты с толаном. В будущем возможно исследование гетеробиметаллических инденильных комплексов  $\text{Cr-Rh}$ , а также получение  $\text{IndRh}$ -соединений с другими классами веществ.

### Список литературы:

1. K. Ueura, T. Satoh, M. Miura, J. Org. Chem. 2007, 72, 5362-5367;
2. Russ Chem Bull (Int. Ed.) 2014, Vol. 63, No. 4, 983–986;
3. J. Org. Chem. 2015, 4950–4955;
4. Chem. Eur. J. 2002, Vol. 8, No. 4, 868-875;
5. Angew. Chem. Int. Ed., 2017, 56, 2862–2879.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Мембранные материалы на основе МФ-4СК и оксида циркония, поверхностно модифицированного фосфатными группами

«Химия»

*Кирпаль Юлия Германовна, Юрова Полина Анатольевна (научный руководитель, н.с.), место выполнения работы:  
Институт Общей и Неорганической Химии им. Н. С. Курнакова РАН*

В связи с экологическими проблемами возрастает и интерес к водоочистке и безотходным технологиям, использующим катионообменные материалы, такие как мембраны. Одной из важнейших характеристик мембран является высокая селективность к катионам и общая производительность – скорость их переноса. Для улучшения используют присадки - допанты. Обычно это поверхностно модифицированные частицы нерастворимых, химически нейтральных веществ. Допант внедряют в поры мембраны, где он создает дополнительные условия для передвижения катионов и препятствие для анионов. Но обычно в процессе введения допанта частично разрушается структура самой мембраны. Это приводит к ухудшению ее селективных качеств или снижению транспорта обоих типов ионов. Данная работа предлагает принципиально иной метод получения допированной мембраны, называемый «отливка». Мы изготавливаем собственную (на основе стандартного жидкого полимера), структура которой в процессе сушки сразу же формируется относительно введенных частиц допанта. Предположительно, в такой структуре минимум дефектов, ухудшающих ее эксплуатационные качества. Цель работы – проверка эффективности «отливки». Основа – жидкий полимер стандартной мембраны МФ-4СК, допант - оксид циркония (IV), поверхностно модифицированный фосфатными группами.

В лаборатории ионики функциональных материалов ИОНХ РАН. Допант получали из  $ZrCl_4$ . Поверхностные фосфатные группы - обработкой полученного  $ZrO_2$  фосфорной кислотой. Мембраны получали методом «отливки». Кондуктометрические измерения - с помощью моста переменного тока 2В-1 (диапазон частот  $10^{-6} \times 10^6$  Гц) в интервале температур 25–85°C в контакте с водой. Для определения диффузионной проницаемости - кондуктометр Эксперт002 и рН-метр Эксперт001.

Были синтезированы 3 типа допантов, отличающихся количеством функциональных групп на их поверхности: без групп, с малой и с большой концентрациями. Все эти три типа были введены в мембраны в массовых долях: 1%, 2% и 3%. Наилучшие результаты показали мембраны с массовой долей 1% содержания частиц, на чьих поверхностях находятся малые концентрации функциональных групп. Предположительно, высокие концентрации допанта и/или его излишний объем вызывают нарушения структуры мембраны. Образцы без групп также малоэффективны.

Метод «отливки» дает заметный положительный результат в очень узком диапазоне характеристик допанта и его концентраций в мембране. Наблюдаемая в ходе исследований высокая селективность мембран косвенно свидетельствует об их правильной структуре. Далее - более детальный подбор соотношения «объема» частиц допанта и их массовых долей в мембране, совершенствовании технологии изготовления образцов, замене полимерной основы.

Список литературы:

1. Ярославцев А.Б.// Успехи химии, 1997 г., Т 66 (7), С. 641
2. Журнал неорганической химии, 2008, т. 53, №10, с. 1643-1649
3. Сафронова Е.Ю., Ярославцев А.Б.// Мембраны и мембранные технологии, 2011, т. 1, №1, с. 76-80



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Каталитическое формилирование арилгалогенидов в присутствии $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$

«Химия»

Федосова Анна Александровна, Елисеев Олег Леонидович (научный руководитель, н.с.), место выполнения работы:  
Институт Органической Химии им. Н. Д. Зелинского РАН

В настоящее время разработка и внедрение новых химических процессов и технологий невозможны без учета их негативного влияния на окружающую среду. Ключевые требования, которым должны соответствовать химические производства с точки зрения экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения, сформулированы в виде 12 принципов зеленой химии. Таковым является каталитическое карбонилирование — группа химических реакций, объединенных по принципу внедрения карбонильной функции в молекулу субстрата путем его взаимодействия с CO. Катализаторами являются комплексы металлов VIIIВ группы, главным образом Co, Ni и Pd. За исключением небольшой группы, эти соединения довольно дороги, часто неустойчивы на воздухе, могут также окисляться в условиях реакции. Растворимость металла-катализатора в реакционной среде достигается использованием стабилизирующих лигандов, как правило триалкил- и арилфосфинов. Эффективность таких комплексов была продемонстрирована ранее для катализируемых комплексами палладия реакциями C-C сочетания — в реакциях Хека, Соногаширы. Цель данной работы состоит в разработке методики каталитического синтеза ароматических альдегидов из галогенидов и изучении условий формилирования арилгалогенидов в присутствии доступного каталитического предшественника  $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$ .

Были проделаны опыты с бромбензолом и другими арилгалогенидами,  $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$  (0,5% - 2%), различными основаниями и растворителями (3-5 мл). Все реакции были проведены в автоклаве, т.к. требовались повышенная температура и давление. Газохроматографическим анализом идентифицировали бензальдегид. Альдегиды, полученные формилированием арилбромидов, превращали в 2,4-динитрофелилгидразоны и идентифицировали методами ПМР 13С, 1Н и элементного анализа.

1. Изучено каталитическое формилирование арилгалогенидов в присутствии  $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$ . Установлено влияние варьируемых условий проведения реакции на конверсию и выходы продуктов. 2. Найден оптимальные условия проведения реакции формилирования бромбензола в присутствии  $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$ . 3. В оптимальных условиях проведено формилирование замещенных арилбромидов, синтезированы соответствующие замещенные бензальдегиды.

Синтез альдегидов формилированием субстрата в присутствии комплексов палладия экологически безопасен и соответствует многим принципам зеленой химии (Например: одностадийные процессы предпочтительнее; каталитические реагенты предпочтительнее стехиометрических), а так же относительно невысокая температура и давление позволяют применять реакцию формилирования в присутствии катализатора  $\text{PdCl}_2(\text{PPh}_3)_2$  в промышленном синтезе.

Список литературы:

1. Matthias Beller, Palladium-Catalyzed Formylation of Aryl Bromides: Elucidation of the Catalytic Cycle of an Industrially Applied Coupling Reaction; R. F. Heck, Palladium-catalyzed formylation of aryl, heterocyclic, and vinylic halides.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Модификация одностенных углеродных нанотрубок галогенидами и интерметаллидами

«Химия»

*Сулейманов Хаким Алишерович, Вербицкий Иван Иванович (научный руководитель, н.с.), место выполнения работы: Химический Факультет Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова*

ОСНТ были открыты в 1993 году и в данный момент являются одной из самых интересных и многообещающих наноструктур. Большой интерес к ним вызван в связи с их уникальной атомарной структурой, а так же выдающимися химическими и электронными свойствами, такими как тепло- и электропроводность, а так же в связи с их механическими свойствами – высокие показатели модуля Юнга, сжимаемости и растяжения, высокая устойчивость на излом. Одной из важнейших областей технологического применения ОСНТ стала разработка нового поколения полевых транзисторов. Электронные свойства бездефектных нанотрубок сильно зависят от геометрической структуры нанотрубки. Поэтому, было предпринято много попыток, в надежде разработать метод, который позволил бы разделить массив ОСНТ на полупроводниковые и металлические нанотрубки, или же модифицировать электронные свойства ОСНТ без разделения по хиральностям. Целью нашей работы является синтез серии композитов  $X@OSNT$  и установление фундаментальных корреляций в полученных образцах  $RbI@OSNT$ ,  $AgI@OSNT$ ,  $RbAg4I5@OSNT$ .

В работе ОСНТ заполняли методом *ex situ* галогенидами d-металлов и РЗЭ, а также полупроводниками IV-VI типа. ПЭМ ВР: Образцы были исследованы на ПЭМ ВР FEI 80-300 Titan. Спектроскопия КР: Исследование нанокompозитов данным методом проводилось на рамановском спектрометре Renishaw InVia с использованием лазеров с длинами волн 514 нм, 633 нм и 785 нм. Спектроскопия ОП: Спектры регистрировали на спектрометре Lambda 950 (Perkin Elmer).

На спектрах КР видны явные сдвиги пиков для образцов с  $AgI$ ,  $RbAg4I5$ , что свидетельствует о модификации трубок. В работе приведены спектры ОП, на спектре отчетливо видно, что в случае с  $RbI$  электронные свойства практически не изменились, однако в случае образцов с  $AgI$ ,  $RbAg4I5$  видно исчезновение переходов  $EM11$ ,  $ES33$  и  $ES11$ , что свидетельствует о сильном изменении электронной структуры в результате модификации трубок. Изображение  $RbAg4I5@OSNT$ , полученное с помощью ПЭМ ВР даёт информацию о хорошем заполнении трубок.

1)Синтезирован ряд композитов. 2)Образцы исследованы методами КР спектроскопии, ОП спектроскопии, ПЭМ ВР. Планы: 1)Продолжить синтез серии композитов на основе хлоридов РЗЭ и полупроводников IV-VI типа; 2)Установить точный состав нанокристаллов. 3)Найти общие закономерности изменения электронных свойств ОСНТ при модификации. Пути развития: Главным направлением применения ОСУНТ является создание на их основе полевых транзисторов нового поколения.

### Список литературы:

1. S.Iijima and T.Ichihashi, "Single-shell carbon nanotubes of 1-nm diameter," Nature, vol. 363, no. 6430, pp. 603–605, 1993
2. R.Saito, M.Fujita, "Electronic structure of chiral graphene tubules," Appl. Phys. Lett., vol. 60, no. 18, pp. 2204–2206, 1992



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## **Аэросорбция. Концентрирование и удаление вредных загрязняющих веществ из воздуха методом объёмного насыщения**

*«Химия»*

*Лебеденко Дмитрий Сергеевич, Истомин Игорь Александрович (научный руководитель, Кандидат технических наук), место выполнения работы: Центральная заводская лаборатория ФГУП «ПО Маяк»*

Одной из основных задач, которые приходится решать в ходе регенерации облучённого ядерного топлива (ОЯТ), является проблема создания высокоэффективной системы газоочистки. Возможность загрязнения окружающей среды по линиям газовых выбросов как при нормально работающих предприятиях, так и в аварийных ситуациях наибольшая. Поэтому задачей специалистов является создание простых, надежных и экономичных способов локализации и последующей изоляции газообразных ВХВ, выделяющихся при переработке ОЯТ.

Предлагаемая технология -распылении мелкодисперсного аэрозоля специального состава в местах повышенного загрязнения воздуха. Состав аэрозоля позволяет осуществить протекание химической реакции с улавливаемыми загрязняющими веществами и поглощение загрязняющего вещества (пыли, аэрозоля) в объёме распыляемого вещества. Удаление загрязняющих веществ осуществляется за счёт совместной седиментации (гравитационного осаждения) с распыляемым веществом

В результате исследований показано, что эффективность аэросорбции по изучаемым загрязнениям не ниже 99 %, что хорошо согласуется с требованиями основных систем газоочистки. В результате исследований показано, что загрязняющее вещество возможно с высокой эффективностью локализовать методом объёмного насыщения.

Внедрение способа концентрирования и удаления вредных загрязняющих веществ из воздуха методом объёмного насыщения позволит: 1. Очищать воздух рабочих зон от загрязняющих веществ без использования систем газоочистки. 2. Процесс локализации загрязнения сделать замкнутым. 3. Повысить эффективность использования систем газоочистки за счёт локального удаления из общего потока воздуха особо опасных загрязнений.

### Список литературы:

1. Х.Грин.Аэрозоли-пыли, дымы и туманы
2. Г.С.Фомина.Воздух. Контроль загрязнения по международным стандартам
3. Техника и технология защиты воздушной среды
4. Колесник М.И.Методы определения вредных веществ в воздухе индикаторными трубками и др.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Определение эссенциальных и токсичных элементов в чае

«Химия»

*Воронов Александр Станиславович, Савинов Сергей Сергеевич (научный руководитель, к.х.н., старший преподаватель), место выполнения работы: Институт химии СПбГУ, кафедра аналитической химии*

Данное исследование проведено с целью определения эссенциальных и токсичных элементов в чае. Автор делает акцент именно на зелёном чае, так как в научных публикациях встречается мало статей, посвященных этому виду чайного напитка. Вместо этого большинство исследователей изучают ферментированные (чёрные) сорта чая. Это не могло вызвать удивления, так как зелёный чай содержит в себе больше биоактивных веществ, такие как кофеин, танины, ароматические кислоты. Однако в этих исследованиях уделялось внимание элементному составу чайных листьев не в такой степени, как хотелось бы. Задачами исследования являются ознакомление с научными статьями из данной научной области, выбор подходящих образцов зелёного чая разных вкусов из линейки бренда, широко представленного на российском рынке. Важной задачей также является предварительная микроволновая минерализация сухих проб, проведение анализа проб с использованием аналитического оборудования.

В данной работе автор воспользовался таким инструментальным методом анализа как атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой. При выборе метода анализа обращалось внимание на возможность получения экспрессного, одновременно и качественного, и количественного определения большого числа элементов в предварительно подготовленной пробе, и на приемлемую точность получаемых результатов.

Основными достижениями работы являются проведение качественного и количественного анализа нескольких образцов чая производителя «Ahmad Tea Ltd.», сопоставление полученных результатов с литературными данными (в том числе с ГОСТ), высказаны заключения о безопасности этого напитка путем сравнения полученных результатов со значениями предельно-допустимых концентраций определяемых аналитов, что может заинтересовать российских потребителей.

В соответствии с поставленными целями, задача имеет пути развития. Автор надеется продолжить исследование именно зелёных (не ферментированных) чаёв, так как они производятся с использованием природного сырья, элементарный состав которого может различаться в зависимости от его происхождения.

### Список литературы:

1. Дробышев А.И. "Основы атомного спектрального анализа", учебное пособие, С.-Петербург, 1997г.
2. Кононов А.С. Выпускная квалификационная работа "Атомно-эмиссионное определение микроэлементов в табаке с предварительной минерализацией образцов", 2017 г.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Адресная доставка лекарств (ММК)

«Химия»

*Сиов Лев Сергеевич, Баркаева Елена Витальевна, Охохонин Андрей Викторович (научный руководитель, Кандидат Химических Наук), место выполнения работы: Химико технологический институт УРФУ.*

В настоящее время остро стоит проблема терапии онкологических заболеваний, в том числе актуальной задачей является адресная доставка лекарственных препаратов в пораженные ткани и органы и точечное воздействие на раковые клетки. Поскольку такие лекарственные средства в больших количествах часто являются очень токсичными для организма, воздействие микроколичеств лекарства исключительно на пораженные клетки является эффективным решением данной проблемы. Мы занимаемся разработкой кардинально нового способа доставки лекарств в организм человека. Основным нашим продуктом является Микрокапсула, содержащая магнитные наночастицы и противоопухолевое лекарство, которая предназначена для точечного воздействия на раковые опухоли различной природы.

Мы использовали два эффективных методов создания микрокапсулы, также метод определения разрушаемости микрокапсулы, эффективный метод синтеза стерильных магнитных наночастиц, также мы переменили метод карбодимидной сшивки, то есть мы разместили ферменты на поверхности капсулы для её эффективного разрушения в раковой опухоли.

В ходе реализации проекта был разработан метод получения капсулы, Была подтверждена её работоспособность, так же мы подтвердили эффективность нашей капсулы на модельных клетках рака шейной матки HeLa.

В качестве возможных путей развития задачи, стоит цель уменьшения капсулы для беспрепятственного прохождения капсулы в кровотоки чем сейчас мы и занимаемся. Также нашей целью является проведения испытания на животных. И завершающей целью является внедрение разработанного подхода в клиническую практику.

### Список литературы:

1. [https://studopedia.ru/12\\_87147\\_nositeli-dlya-immobilizatsii-fermentov.html](https://studopedia.ru/12_87147_nositeli-dlya-immobilizatsii-fermentov.html)
2. [http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt10\\_1.htm](http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt10_1.htm)



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Адсорбция ксенона методами экстракционной хроматографии и хемосорбции

«Химия»

*Шведова Полина Юрьевна, Ежова Александра Олеговна, Истомин Игорь Александрович (научный руководитель, Кандидат технических наук), место выполнения работы: ФГУП «ПО Маяк»*

Газовый выброс заводов по регенерации ядерного топлива может стать сырьевым источником получения ксенона примерно в 104 раз более богатого, чем воздух. На одном радиохимическом заводе, перерабатывающем 5 т/сут. ядерного топлива, можно получать до 1 млн. литр/год стабильного ксенона, рыночная стоимость которого оценивается 8,0 долларов США за 1 литр. Без ксенона сегодня не могут обойтись многие отрасли народного хозяйства. Области его применения разнообразны и порой неожиданны. В этой связи целесообразно заметить, что мировой рынок ксенона стремительно растет это связано, в первую очередь, с развитием высокотехнологичных отраслей промышленности, таких как электронная, атомная, лазерная, светотехническая, а также расширением применения в научных исследованиях и в медицине.

Для проведения исследований в качестве основы для сорбента был применён высокопористый оксид алюминия в форме гранул, диаметром от 1 до 3 мм. Для основного синтеза сорбентов использовали вещества, способные удерживать инертные газ (криптон и ксенон при определённых условиях процесса в достаточных для наших целей количествах. Синтез сорбента вели в статических условиях при нормальном атмосферном давлении, а также при разряжении в реакторе.

Исследования свойств сорбентов на основе  $Al_2O_3$  показало наличие эффектов разделения ксенона и криптона, но при данных условиях в значительно меньшей степени, чем нанопористых сорбентов на угольной основе. Это может быть связано с тем, что геометрические размеры адсорбера подбирались исходя из физико-химических свойств нанопористых адсорбентов на основе активированного угля.

Испытания адсорбентов на основе  $Al_2O_3$  нужно продолжать при других параметрах процесса адсорбции (температура и давление), провести подбор скорости подачи газовой смеси, а так же изготовить подходящий для исследований адсорбер, исходя из физико-химических свойств у-оксида алюминия.

### Список литературы:

1. Землянухин В.И., Ильенко Е.И., Кондратьев А.Н. Радиохимическая переработка ядерного топлива АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 2015 – 280 с.2



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Соль Рейнеке как аналитический реагент

«Химия»

*Шубина Виктория Александровна, Беляев Геннадий Дмитриевич, Воронаев Иван Геннадьевич (научный руководитель, Учитель химии), место выполнения работы: ЭБЦ "Крестовский остров"*

Значение комплексных соединений является неоспоримым фактом. На долю качественных реакций с использованием комплексов приходится порядка 30% всех описанных реакций, поэтому возникает необходимость их глубокого и всестороннего изучения. Настоящая работа посвящена планированию синтеза и исследованию аналитических свойств комплексного соединения хрома - соли Рейнеке. Вся информация о соли Рейнеке, представленная в литературных источниках, довольно-таки обрывиста и далеко не методична. Работа планировалась следующим образом: совершенствование методики синтеза; изучение растворимости соли в различных растворителях; применение соли Рейнеке, как реактива для обнаружения неорганических и органических веществ.

Химико-аналитическая лаборатория ЭБЦ "Крестовский остров". Аналитические реагенты, методики, спектрофотометрия, микрокристаллоскопия

Наибольшая растворимость достижима в ацетоне и водно-ацетоновых смесях. Обнаружено, что соль Рейнеке может являться реактивом на некоторые катионы, также изучаемое соединение испытывалось в качестве проявителя в радиальной бумажной хроматографии при разделении смеси катионов. Отмечается характерные признаки реакций в виде окрашенных пятен для каждого катиона. Перспективным является исследование соли Рейнеке, как реагента для фотоколориметрического определения ионов, что и будет выполнено в дальнейшем.

Проведено планирование и постановка синтеза соли Рейнеке. Осуществлена попытка применить синтезированную соль в качестве аналитического реагента для обнаружения неорганических и органических катионов. Помимо свойств, как аналитического реагента, была изучена растворимость соли в растворителях различной полярности. Произведен расчет молярной растворимости в перечне выбранных растворителей.

### Список литературы:

1. Лилич Л. С., Хрипун М. К. Растворы как химические системы
2. Бобровникова А. А. Синтез и ИК-спектроскопич. анализ рейнекатов лантаноидов цериевой группы.
3. Лаврухина А. К., Юкина Л. В. Аналитическая химия хрома.
4. Неорганическая химия, под ред. ак. Т



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Безопасное компактное хранение и транспортировка водородного топлива

«Химия»

*Менг Анастасия Андреевна, Ушаков Дмитрий Александрович, Варыгин Андрей Дмитриевич, Замалютин Вячеслав Вадимович (научный руководитель, аспирант МИТХТ), место выполнения работы: ОЦ "Сириус"*

В настоящий момент водород является самым энергоёмким экологически чистым веществом, из известных человеку. Водород при сжигании выделяет максимальное количество тепла среди всех видов топлива, что позволяет произвести большее количество энергии для конечного потребителя. Кроме того, водород не содержит в своем составе побочных элементов (углерод, азот, сера и т.д.), при сжигании водорода образуется вода, которая не загрязняет окружающую среду. Однако, при его концентрации более 4% он крайне взрывоопасен. Современные методы его хранения и транспортировки либо не соответствуют требованиям безопасности, либо крайне дороги. Поэтому перед авторами встала задача - разработать оптимальный катализатор для осуществления реакции гидрирования (присоединения водорода к органическому веществу) толуола в системе толуол (метилбензол C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>)-гептан (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>), для дальнейшего безопасного компактного хранения и транспортировки водородного топлива.

1. Анализ (анализ информации, хроматографический анализ полученного в ходе реакции вещества, анализ полученных данных с целью выявления наиболее эффективного катализатора) 2. Эксперимент (проведение эксперимента с целью последующего анализа полученных в ходе проведения пробной реакции веществ) 3. Сравнение (сравнение разработанного авторами способа с уже существующим аналогом SPERA (толуол-метилциклогексан-толуол))

В ходе реализации проекта был подобран оптимальный катализатор для реакции гидрирования толуола – NiNO<sub>3</sub>\*6H<sub>2</sub>O на подложке из  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. С использованием данной технологии удалось добиться максимальной селективности (100%) и конверсии (H<sub>2</sub>- 25%, толуол- 20%). Разработанный катализатор осуществляет присоединение 4 атомов водорода, что позволяет пустить дополнительный атом вещества на нужды реакции дегидрирования, что превосходит по эффективности уже существующую технологию.

1. Внедрение водородной энергетики в Российской Федерации, в частности, разработанной технологии, с целью снижения цен на топливо, повышения качества экологического состояния Российской Федерации 2. Экспорт водородного топлива в различные страны (Япония, страны Скандинавии, страны Африки) , заинтересованные данным направлением 3. Продажа водородного топлива заинтересованным компаниям, таким как Hyundai, Toyota, Shell, Alstom, BMW AG

### Список литературы:

1. Данюшевский В.Я., Шишилов О.Н. Получение толуола и водорода каталитическим дегидрированием метилциклогексана
2. Кононова Г.Н., Сафонов В.В., Егоров Е.В. Расчёт материального баланса химико-технологических систем интегральным методом



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Электрохимическое получение покрытий из сплава олово-серебро, пригодного в качестве припоя

«Химия»

*Рабенок Анна Михайловна, Гунич Ангелина Сергеевна, Мельникова Светлана Геннадьевна (научный руководитель, Учитель химии высшей категории), место выполнения работы: Белорусский государственный университет, химический факультет, кафедра неорганической химии*

Сплавы олова широко применяют в микроэлектронике и приборостроении в качестве припоев, антифрикционных покрытий. Сплав Sn-Ag (96,2Sn/3,8Ag) хорошо в расплавленном виде смачивает различные поверхности, характеризуется хорошими механической прочностью и электрическими свойствами и холодостойкостью. Особый интерес представляют бессвинцовые сплавы олова, в связи с высокой токсичностью свинца. Проблемой одновременного восстановления Sn(II) с Ag(I) на катоде с получением покрытий из сплава Sn-Ag контролируемого состава является большая разница в стандартных потенциалах металлов. А высокая склонность соединений Sn(II) и Sn(IV) к гидролизу существенно ограничивает возможные составы растворов. К использованию пригодны растворы с  $pH < 2$  или с  $pH > 10$ . Целью проекта был поиск состава сильноокислого устойчивого раствора для электрохимического получения сплава Sn-Ag, близкого по составу к эвтектике. Для достижения цели предполагалось вводить в известный кислый электролит для осаждения сплава Sn-Ag 1,4-бутиндиол - вещество изменяющее механизм восстановления на катоде олова(II) и серебра(I)), и лимонную кислоту (цитрат- ионы образуют с Ag(I) комплексные соединения состава  $[Ag_3(C_6H_5O_7)_{n+1}]^{3n-}$ , характеризующихся значительно большей устойчивостью в сравнении с цитратными комплексами Sn(II).

Покрытия из сплава Sn-Ag получали электрохимическим осаждением из электролитов, за основу которых был взят элемент, разработанный Wei L.X. Все эксперименты проводились в лаборатории химического факультета БГУ, в ходе работы также были использованы рентгеновская приставка Rontec к сканирующему электронному микроскопу LEO 1420 (анализ морфологии припоя) и дифференциальный сканирующий калориметр NETZSCH STA 449 C (определение температуры плавления).

Скорость роста покрытий мало зависит от наличия добавок в растворе и растет с увеличением плотности тока. При малых плотностях тока добавка 1,4-бутиндиола уменьшает скорость роста покрытий. Заметное снижение выхода по току с ростом плотности тока характерно для растворов, содержащих цитрат-ионы. При плотности тока 0,006 А/см<sup>2</sup> массовая доля олова максимальна и равна 95,8 масс. % (близок к эвтектики). Покрытие хорошо смачивается припоем, превосходя при этом покрытия из гальванически осажденного олова.

Раствор, содержащий 8 мл 1,4-бутиндиола, при плотности тока 0,006 А/см<sup>2</sup> является наилучшим для получения сплава с хорошей адгезией. Массовая доля Sn в припое схожа по составу с эвтектикой. Сплав Sn-Ag получают сплавлением в инертной атмосфере металлических порошков олова и серебра в требуемом соотношении, получая различные по форме заготовки, а изготовление таких заготовок является дорогостоящим. Наш способ доступен и не требует больших затрат.

### Список литературы:

1. Неорганическая химия. В 3-х томах. Под ред. Третьякова Ю.Д., Лии Л.М
2. Образование интерметаллических слоев при использовании бессвинцовых припоев
3. Wei L. X., Haseeb A.. Effects of thiourea and gelatin on the electrodeposition of Sn-Ag solder alloy



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2018

Санкт-Петербург, 5 - 8 февраля 2018

## Исследования лазерной кристаллизации, химического и механического упрочнения коллагена и хитозана

«Химия»

*Варпетян Ани Мнацакановна, Классен Николай Владимирович (научный руководитель, зав. лабораторией Института фи), место выполнения работы: Институт физики твердого дела*

Коллаген и хитин с его производной хитозаном - одни из наиболее важных для живых систем биополимеров. Коллаген составляет основу костных и мягких тканей млекопитающих (в том числе и человека), а из хитина и хитозана построены силовые элементы насекомых, крабов, грибов. Поэтому исследования свойств этих биополимеров и способов их регулирования важны для углубления понимания причин различных нарушений в жизнедеятельности организмов и разработке новых методик их лечения. По этим вопросам опубликовано много научных работ. Ряд статей и патентов о композициях коллагена с хитином, а также получаемых из них желатина и хитозана, посвящены использованию этих материалов для восстановления костей и суставов. Желатин образуется из полимерных биомолекул коллагена разделением длинных цепочек пептидов на более короткие (олигомерные). Хитозан образуется из хитина деацетилизацией, т.е. удалением от молекулы хитина ацетильной группы  $\text{CH}_3\text{CO}$ . Поэтому создание более быстрых и менее сложных способов получения упорядоченных структур из коллагена и других биополимеров заметно облегчило бы решение многих биомедицинских проблем. Кроме того, изучение взаимодействия коллагена и хитозана важно для лучшего понимания механизмов использования в медицинской практике хитозана для лечения как повреждений т

Исходными материалами проведенных экспериментов являлись пищевой желатин (денатурированный коллаген, где длинные цепочки коллагена преобразованы в более короткие полипептидные олигомеры), хитозан (полисахарид, полученный из хитина деацетилизацией), грибки плесени (наросшей на геле из желатина с водой), вода. Из желатина, хитозана и их смесей приготавливались композиции механическим размешиванием в воде. Полученные жидкости или желе наносились

Исходные водные композиции желатина и хитозана в поляризованном свете выглядели по-разному: желатиновая суспензия в скрещенных поляризаторах не просветляла поле зрения, в то время как частицы хитозана создавали пятна повышенной яркости. Это свидетельствует о том, что суспензия желатина в исходном состоянии оптически изотропна, в то время как хитозан проявляет сильную оптическую анизотропию, т.е. его зерна в исходном состоянии уже имеют заметное кристаллическое упорядочение. Существенные изменения произошли после вылежи

Наши эксперименты показали, что облучение водного желе желатина (и, вероятно, и его первоисточника – коллагена) вызывает активную кристаллизацию, которая выражается в ориентационном упорядочении молекул желатина и появлении заметной оптической анизотропии. Кроме того, образованный лазером зародыш кристаллической фазы в течение нескольких суток разрастается по площади и усиливается по степени упорядочения. Важно отметить, что кристаллизация геля,

### Список литературы:

1. Патент РФ на изобретение № 2412711 от 27.09.2009 «Пористый композиционный материал на основе хитозана и желатина для заполнения костных дефектов» Авторы: Баринов С.М., Комлев В.С. и др.