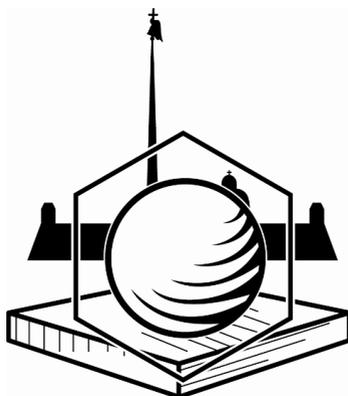


Санкт-Петербургский государственный университет  
Российское химическое общество им. Д. И. Менделеева  
ООО «Траектория успеха»  
Образовательный Фонд «Талант и успех»

**XLIV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ,  
ПОСВЯЩЕННАЯ 160-ЛЕТИЮ ПЕРВОГО МЕЖДУНАРОДНОГО  
СЪЕЗДА ХИМИКОВ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**



6 – 12 апреля 2020  
Санкт-Петербург

XLIV Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии  
УДК 54 (075)

XLIV Всероссийская научно-практическая конференция школьников  
по химии, посвященная 160-летию Первого международного съезда  
химиков

Тезисы докладов в авторской редакции

### **ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Балова Ирина Анатольевна**, доктор химических наук, директор Института химии СПбГУ, председатель жюри смотра-конкурса исследовательских работ школьников

**Карцова Анна Алексеевна**, доктор химических наук, профессор Института химии СПбГУ, председатель оргкомитета

**Скрипкин Михаил Юрьевич**, кандидат химических наук, доцент Института химии СПбГУ, заместитель председателя оргкомитета

**Богачев Никита Александрович**, кандидат химических наук, ассистент Института химии СПбГУ, ученый секретарь оргкомитета

**Ефремова Мария Михайловна**, кандидат химических наук, ассистент Института химии СПбГУ

**Залялютдинов Тимур Амирович**, кандидат физико-математических наук старший преподаватель физического факультета СПбГУ

**Кинжалов Михаил Андреевич**, кандидат химических наук, доцент Института химии СПбГУ

**Калинин Евгений Олегович**, старший преподаватель Института химии, ведущий специалист управления по работе с молодежью СПбГУ

**Федоренко Надежда Павловна**, ведущий инженер учебной лаборатории общей и неорганической химии СПбГУ

**Сироткина Екатерина Валерьевна**, ведущий специалист отдела по организации приема по направлениям математика, механика, процессы управления, физика и химия, СПбГУ.

**СПОНСОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Chocolette Confectionary SIA**

*Chocolette*  
confectionary

**Mel Science**



## **XLIV Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии**

(6–12 апреля, 2020 г. С.-Петербург, Институт химии СПбГУ).

В Институте химии Санкт-Петербургского государственного университета в период с 6 по 12 апреля 2020 года проходит XLIV Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии.

Учредитель конференции – Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет». Соучредители: ООО «Траектория успеха»; Образовательный Фонд «Талант и успех»; Российское химическое общество имени Д.И. Менделеева, Санкт-Петербургское отделение. Спонсоры конференции Mel Science и Chocolette Confectionary SIA.

XLIV Всероссийская научно-практическая конференция посвящена 160-летию первого Международного съезда химиков в Германии, который проходил в городе Карлсруэ, Германия, с 3 по 5 сентября 1860 года.

Кто инициировал этот представительный научный форум?

5 Апреля 1860 года Фридрих Август Кекуле, Шарль Адольф Вюрц и Карл Вельцин предложили провести международную конференцию авторитетных химиков для обсуждения накопившихся проблем. Главным вопросом конференции стало разграничение понятий «молекула» и «атом». На съезд собрались 127 химиков из разных европейских стран. В столицу Великого герцогства Баденского съехался цвет химической науки Европы - такие известные всему миру ученые как Л. Мейер, А. Кекуле, Р. Бунзен, Э. Эрленмейер, С. Канниццаро, Ш. Фридель и др. Делегация из России была представлена химиками Петербурга: Д.И. Менделеевым, А.П. Бородиным, Н.Н. Зининым и Л.Н. Шишковым. Большое влияние на ход конгресса оказал итальянский химик Станислао Канниццаро, который на основе закона Авогадро чётко разграничил понятия «атом», «молекула» и «эквивалент». Свою теорию он изложил в брошюре, которую лично раздал всем участникам конгресса. Результатом съезда химиков в Карлсруэ стало утверждение атомно-молекулярного учения, определены такие понятия как *атом*, *молекула*, *атомный вес*. Установлено, что молекула — это наименьшее количество вещества, вступающее в реакцию и определяющее его свойства.

В рамках нашей XLIV конференции объявлены секции «История химии и химическое образование», «Процессы и явления», «Органическая химия», «Продукты питания», «Физико-химические методы исследования вещества», «Химия и медицина», «Вещества и материалы», «Химия и охрана окружающей среды». На конференцию представлен очень

разнообразный спектр работ, включая коллективные проекты. Диапазон заявленных тем весьма широк. Вот некоторые из них: *«Современный теплоизоляционный материал на основе наноразмерных кремнийсодержащих полимеров»*, *«Получение нефтяного сорбента на основе хитозана»*, *«Проточный микрореакторный синтез: путь к автоматизации химического эксперимента»*, *«Синтез и исследование неорганических люминофоров»* и др. Немало работ представлено и по истории химии.

Главным при оценке исследовательского проекта является способность исполнителя к самостоятельному приобретению знаний и решению сформулированной задачи. Оргкомитет выражает свою признательность учителям и научным руководителям исследовательских работ школьников, которые сумели стать катализаторами в творческом развитии своих подопечных.

Наш, ставший уже традиционным, научный форум впервые проходит в заочном формате. Но проходит!

И никакие обстоятельства не смогли его отменить. Почему?

Для большинства старшеклассников участие в таких конференциях оказалось решающим при выборе будущей профессии. Возможность выступить со своим сообщением в аудитории единомышленников и быть услышанным, даже в заочном формате, значимо для каждого. Многие из бывших участников этих конференций, так и не став «бывшими», поступили на химический факультет, защитили выпускные работы, кандидатские и докторские диссертации, не потеряв увлеченности к любимому делу.

Организаторы конференции желают всем участникам XLIV Всероссийской научно-исследовательской конференции творчества, новых интересных идей, удачи и, конечно, здоровья!

До новых встреч!

Анна Алексеевна Карцова,  
доктор химических наук,  
профессор Института химии СПбГУ,  
председатель оргкомитета.

**СЕКЦИЯ**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**СОЗДАНИЕ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ ИЗ ОКСИДА ОЛОВА И  
ОКСИДА МОЛИБДЕНА ПУТЕМ ЛАЗЕРНОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ  
РАСТВОРА**

Дыгай Ф.П.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: к.х.н. Тумкин И.И., старший преподаватель Института  
химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Из-за активного развития промышленности в последние несколько десятилетий появилась проблема отслеживания выбросов различных веществ в атмосферу, и, несмотря на огромное изобилие газовых сенсоров, нет единого типа и способа изготовления сенсоров, который покрыв бы все нужды современного мира. Химические газовые сенсоры – это чувствительные элементы, которые могут генерировать аналитический отклик, зависящий по интенсивности от концентрации определяемого вещества. То есть химические газовые сенсоры пригодны для качественного и количественного анализа состава окружающей среды.

В настоящее время актуальны чувствительные газовые сенсоры, которые могут определять микроконцентрации токсичных, загрязняющих и воспламеняющихся газов в воздухе. Такие газы как метан, сероводород, аммиак часто используются в промышленности, однако, они являются опасными для человека и в больших концентрациях приводят к летальному исходу.

Особенный интерес представляют полупроводниковые химические сенсоры на основе металл-оксидных материалов, поскольку они дешевле и простые в изготовлении. В этих устройствах аналитическим сигналом является изменение электрического сопротивления, которое появляется из-за адсорбции газа из атмосферы на поверхность материала сенсора.

Область изготовления газовых сенсоров лазерным методом из раствора достаточно перспективна за счет возможности получения очень миниатюрных образцов. Метод лазерно-индуцированного осаждения металла из раствора основывается на локальном нагреве лазерным пучком граничащей области раствора и подложки, за счет чего протекает реакция,

в которой образуется наноструктурированная металлическая или металл-оксидная структура на поверхности подложки.

Цель данного проекта – разработка методики создания полупроводниковых газовых сенсоров путем лазерного осаждения из растворов. В качестве сенсорных материалов использовались оксиды олова и молибдена, нанесенные на диэлектрические подложки стеклокерамики и оксидного стекла.

В рамках настоящей работы проводился подбор условий осаждения сенсорного слоя, варьировались: 1) Мощность лазерного излучения: от 1 до 2 Вт. 2) Скорость сканирования: от 0.5 до 10 мм/мин. Далее проводилось изучение образцов следующими методами: 1) Исследование фазового состава нанесенных материалов с помощью рентгенофазового анализа. 2) Исследование поверхности наносимого сенсорного слоя с помощью оптической микроскопии, а также изучение сенсорных свойств образцов с помощью установки изображенной на рисунке 1



Рис. 1. Установка для изучения сенсорных свойств по отношению к газам-восстановителям.

Методика проведения эксперимента: в склянку Дрекслея заливался раствор аммиака, который при пропускании через него воздуха по закону Рауля насыщал воздух определенным количеством аммиака. Этот воздух проходил через колбу, в которой находился образец, нагреватель и термометр. Температура подложки в ходе эксперимента колебалась в районе 300°C. Потенциометр пропускал ток сквозь образец напряжением 1В и фиксировал ток. Аммиак начал подаваться на 250 секунде, что соответствует моментальному возрастанию сил тока.

Таким образом, в рамках работы показана принципиальная возможность получения газовых сенсоров методом ЛЮМР.

Настоящая работа является частью проекта, выполняемого на кафедре лазерной химии и лазерного материаловедения СПбГУ.

Список использованной литературы:

[1] Chengxiang Wang, Longwei Yin, Luoyuan Zhang, Dong Xiang and Rui Gao, "Metal Oxide Gas Sensors: Sensitivity and Influencing Factors", Sensors 10(3), 2088, 2010.

[2] Никольская Е.Ю., "Портативные электрохимические сенсоры для газового анализа современное состояние вопроса в Европе и Америке," Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, vol. 15, pp. 237–241, 2004.

## **ФАЛЬСИФИКАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

Закиева Р.Р.,<sup>1</sup> Крылов Д.В.,<sup>2</sup> Соллертинская В.Е.,<sup>3</sup> Талашова Е.Е.,<sup>4</sup>  
Чумачкова Е.Я.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>9 класс, АНОО «Международная школа Казани», г. Казань, <sup>2</sup>10 класс, МБОУ школа №112, г. Уфа, <sup>3</sup>10 класс, БОУ ВО «Вологодский многопрофильный лицей», г. Вологда, <sup>4</sup>10 класс, БОУ ВО «Вологодский многопрофильный лицей», г. Вологда, <sup>5</sup>10 класс, Физико-технический лицей №1, г. Саратов

Руководители: к.х.н. Тумкин И.И., старший преподаватель Института химии СПбГУ, аспирант Института химии СПбГУ Кравченко А.В.  
Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

Текст, заверенный печатью и подписью - официальный документ, имеющий юридическую силу. Однако с каждым годом растёт процент фальсифицированных документов, для выявления которых сформирована специальная судебно-техническая экспертиза документов (СТЭД). В ее обязанности входит исследование реквизитов и материалов документов с целью установления последовательности нанесения реквизитов, давности изготовления документа, фактов дописки или иной фальсификации документа.

При выполнении работы использованы следующие методы: оптическая микроскопия, тонкослойная хроматография (ТСХ) и цифровой анализ цвета, с помощью которых установлены порядок нанесения реквизитов, определены красители, входящие в состав популярных ручек и сделана попытка разработать методика установления датировки документа.

Методом ТСХ исследовано более 10 наиболее часто используемых ручек и 15 часто встречающихся красителей. Анализ проводился в

хроматографической камере, подвижная фаза подбиралась опытным путём (исследовано 7 систем растворителей). В ходе анализа, выяснилось, что в состав ручки «Erich Crause» входит метилвиолет, а в состав ручки фирмы «Attache» - краситель основной фиолетовый К.

Основным методом для определения датировки документа или его отдельных частей на сегодняшний день является комбинация газовой хроматографии (ГХ) и спектрофотометрии. Однако данный метод не позволяет точно определить возраст документов старше 1,5-2 лет, так как количество легко летучих компонентов чернил к этому времени ничтожно мало. В связи с этим, предпринята попытка разработать методику цифровой обработки цвета.

Для построения зависимости изменения состава чернил от времени документы были состарены при помощи УФ-излучения. В качестве материала для исследования использовались штрихи из заранее сделанной базы. Фиксировалось пять временных отрезков, в течении которых штрихи находились под излучением УФ-лампы.

Для каждой точки был проведен цифровой анализ цвета по модели RGB, была выявлена зависимость соотношения цветов от времени (рис. 1).

По окончании работы, нами была проведена экспертиза реальных документов, составлено заключение эксперта.

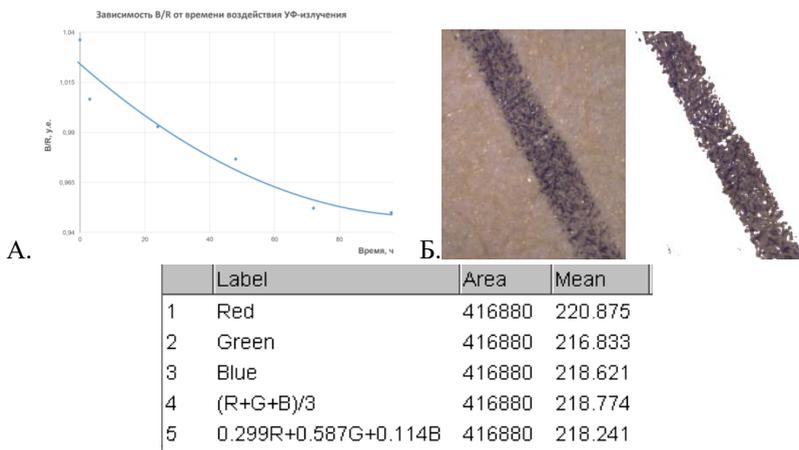


Рис. 1: А - график зависимости соотношения цветов от времени, Б – цифровое разложение цвета.

Список использованной литературы:

[1] «Differentiation of ballpoint and liquid inks - A comparison of methods in use» («Дифференциация шариковых и жидких чернил. Сравнение используемых методов»), Fabiańska, E., Trzcińska, B.M., 2001, Z Zagadnień Nauk Sadowych, 46, с. 383-400.

[2] «Emerging approaches in the analysis of inks on questioned documents» («Новые подходы в анализе чернил на сомнительных документах») Weyermann, C., 2019, «Advanced Sciences and Technologies for Security Applications», с. 157-178;

## ВЫДЕЛЕНИЕ ТРИТЕРПЕНОИДОВ АЛЬНИНКАНОНА И ТАРАКСЕРОНА ИЗ КОРЫ ОЛЬХИ *ALNASTER FRUTICOSUS* (L.) (ОЛЬХОВНИК КУСТАРНИКОВЫЙ)

Калинин Н.С.

11 класс, ГБОУ гимназия №248

Руководитель: к.х.н. Зорина А.Д., доцент Института химии СПбГУ Санкт-Петербург

Природные соединения растительного происхождения играют важную роль в обеспечении жизнедеятельности растений, обладают широким спектром разнообразной биологической активности, что используется человеком в качестве лекарственных средств [1].

Альнинканон и тараксерон – тетра- и пентациклические тритерпеноиды – содержатся в коре разнообразных видов ольхи [2]. Однако, согласно литературным данным, содержание чистых веществ после выделения не превышает 0.2 %.

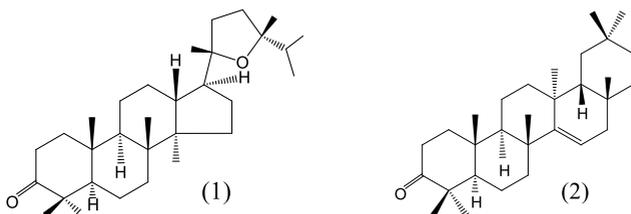


Рис.1 Структурные формулы альнинканона (1) и тараксерона (2)

**Актуальность работы.** Тритерпеноиды имеют важное практическое значение для медицины: альнинканон и многие его производные обладают

ярко выраженным противовирусным эффектом против вируса гриппа типа А и типа В [3]. Тараксерон проявляет широкий спектр биологической активности: антибактериальной, противоопухолевой, противовирусной в отношении вируса простого герпеса. Природные тритерпеноиды не только сами являются биологически активными соединениями, но и могут быть основой для разработки новых перспективных лекарственных препаратов [4].

Вirus гриппа постоянно видоизменяется, борьба с новообразованиями остаётся одной из главных проблем медицины, поэтому получение новых лекарственных противовирусных и противоопухолевых препаратов на основе альнинканона и тараксерона является актуальной задачей.

**Цель работы** – выделение альнинканона и тараксерона из растительного сырья. В качестве исходного материала была взята сухая кора ольховника кустарникового *Alnaster fruticosus* (L), собранная студентами биологического факультета СПбГУ в долине притока реки Надым (Западная Сибирь) в августе 2018 года.

**Экспериментальная часть.** Высушенную и измельчённую кору ольхи (15 г) экстрагировали горячим раствором хлороформа, растворитель упаривали. Сухой остаток (3 г), представляющий собой смесь веществ, разделяли с помощью флэш-хроматографии на колонке с Silicagel 5-40 $\mu$ , в качестве элюента использовали гексан с этилацетатом. Содержание альнинканона и тараксерона в каждой фракции контролировали с помощью тонкослойной хроматографии на пластинках «Silufol» со свидетелями – чистыми тритерпеноидами. Фракции, в которых присутствовали только два пятна – альнинканона и тараксерона – объединяли, растворитель упаривали до сухого остатка. Разделение альнинканона и тараксерона осуществляли с помощью перекристаллизации из смеси гексана и этилацетата. Идентификацию выделенных соединений проводили: методом ТСХ ( $R_f$  и цвету пятен), по совпадению температур плавления с литературными и пробам смешения. Строение альнинканона и тараксерона подтверждали методами ИК и  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопии. Выход в расчёте на сухую кору: альнинканона 0.87 % (0.13 г), тараксерона 0.80 % (0.12 г).

**Выводы.** Из коры ольхи *Alnaster fruticosus* (L.) (ольховник кустарниковый) выделены тритерпеноиды – тетрациклический альнинканон и пентациклический тараксерон. Показано, что собранный природный материал может быть успешно использован для выделения этих соединений и проведения на их основе синтеза новых производных для исследования биологической активности.

Список использованной литературы:

- [1] В.В. Анохина, А.Д. Зорина «Химия природных соединений растительного происхождения. Часть I. Терпены и терпеноиды». Учебное пособие. Изд. «ЛЕМА», СПб, 2016, с. 150.
- [2] A.A. Ryabinin, L.H. Matyukhina, I.A. Saltikova. *Bulletin de la Chimique de France*. **1968**, 3, 1089-1090.
- [3] В.Г. Платонов, А.Д. Зорина, М.А. Гордон, Н.П. Чижов, Л.В. Балыкина и др. *Хим.-фарм. ж.* **1995**, 2, 42-45.
- [4] A.D. Zorina, N.S. Nikiforova, G.S. Starova, S.A. Marchenko, S.I. Selivanov, R.E. Trifonov. *J. Org. Chem.*, **2018**, 54, 3, 142-144.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЛАЗЕРНОЙ РЕСТАВРАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЖИВОПИСИ

Киско А.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: к.х.н. Тумкин И.И., старший преподаватель Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Лазерная техника нашла применение в промышленном производстве, медицине, экологии и других отраслях науки и техники. Новой областью применения лазеров является использование лазерных технологий в качестве высокоточного инструмента для очистки картин, удаление состаренных / отвержденных лаковых покрытий, лакокрасочных покрытий или загрязнений. Во второй половине XX века темпы разрушения памятников (особенно тех, что экспонируются на открытом воздухе) под влиянием факторов окружающей среды значительно ускорились из-за ухудшения экологической обстановки. В этой ситуации традиционные методы реставрации зачастую оказываются малоэффективными. Поэтому на повестку дня встал вопрос о необходимости поиска новых методов и технологий, и использование лазерной техники оказалось одним из самых действенных подходов к решению этих задач.

Физическим методом с непрерывно растущим применением в практике чистки лакокрасочных поверхностей является лазерная технология. Лазерная абляция - это сложный процесс, который касается взаимодействия лазерного луча с поверхностью, что приводит к селективному удалению небольших количеств материала. При условии, что используемые длины волн лазера сильно поглощаются материалом, их

длительность импульса коротка, а значения плотности потока высоки, возможно послойное удаление материала.

В данной работе рассмотрено несколько методов лазерной очистки объектов живописи, выделены преимущества и недостатки, исследованы модельные образцы картин (накраски) с использованием лазерного излучения различных параметров, необходимых для реставрации. Для целей лазерной очистки использовался фемтосекундный лазерный комплекс Tangerine (Amplitude) с длиной волны 1030 нм и максимальной мощностью 20 Ватт и энергией в импульсе 0,1 мДж.

В рамках настоящей работы проводился подбор оптимальных параметров лазерного излучения для удаления загрязненного слоя. Изображение облученной и необлученной областей приведено на рис. 1.



Рис. 1. Оптическая фотография области, в которой проводилось облучение (темная область).

Настоящая работа выполнена по запросу сотрудников Государственного Русского музея, материалы предоставлены Сирро Сергеем Владимировичем, заведующим отделом технологических исследований.

Список использованной литературы:

- [1] Моретти П., Иваника М., Мелессанаки К. *и соавт.* Лазерная очистка картин: оптимизация рабочих параметров на месте с помощью неинвазивной оценки с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ), ИК-спектроскопии с отражением и лазерно-индуцированной флуоресцентной спектроскопии (ЛИФ). *Herit Sci* 7, 44 (2019);
- [2] Исследования в консервации культурного наследия. Выпуск 2. Коллектив авторов. В.А. Парфенов. Лазерные технологии реставрации и исследования произведений искусства.

## **НОВЫЕ ПОДХОДЫ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭСТРОГЕНОВ В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ НА ОСНОВЕ МИКРОЭКСТРАКЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ**

Кропина В.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: к.х.н. Бессонова Е. А., доцент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Определяемые аналиты – стероидные гормоны, биологически активные вещества, играющие важную роль в организме человека. Для лечения целого ряда заболеваний, связанных с эндокринными патологиями, используют их аналоги - синтетические стероидные препараты. Контроль содержания природных и синтетических стероидов является важной задачей как для клинической медицины, так и для экологического мониторинга объектов окружающей среды, и в первую очередь природных вод. Основной метод определения лекарственных препаратов – высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Однако сложность разделения природных и синтетических гормонов из-за их близкого химического строения, низкие уровни концентраций стероидных гормонов в реальных объектах (нг/мл) требуют разработки высокочувствительных и селективных подходов для их определения. Современные тенденции в пробоподготовке: миниатюризация и поиск новых, экологически безопасных, и селективных растворителей. В последние годы получил широкое распространение простой и эффективный способ пробоподготовки – дисперсионная жидкостно-жидкостная микроэкстракция (ДЖЖМЭ). Большое внимание в методах разделения и концентрирования уделяют и ионным жидкостям (ИЖ) благодаря их уникальным физико-химическим свойствам. Таким образом, **цель** исследования – изучение возможности применения имидазолиевых ИЖ для извлечения и концентрирования лекарственных стероидных гормонов из биологических объектов методом дисперсионной жидкостной микроэкстракции с последующим определением методом ВЭЖХ.

Выбраны условия разделения эстрогенов (эстрон, эстрадиол, эстриол) и прогестерона методом ОФ ВЭЖХ с диодно-матричным детектированием. Разработана схема пробоподготовки и концентрирования эстрогенов и прогестерона методом дисперсионной жидкостной микроэкстракции с применением гидрофобных ИЖ. Исследованы ИЖ на основе имидазола с различными анионами: 1-бутил-3-метилимидазолий гексафторфосфат ( $[\text{C}_4\text{MIM}][\text{PF}_6]$ ), 1-гексил-3-метилимидазолий бис(три-

фторметилсульфонил)имид ( $[\text{C}_6\text{MIM}][\text{NTf}_2]$ ), 1-гексил-3 метилимидазолия тетрафторборат ( $[\text{C}_6\text{MIM}][\text{BF}_4]$ ) в качестве экстрагентов аналитов. Изучены факторы влияющие на степень извлечения аналитов (природа и содержание ИЖ и диспергирующего растворителя, рН матрицы пробы, соотношение фаз, время экстракции). Проведена оценка степени извлечения и концентрирования стероидов. В выбранных условиях проведен анализ биологических жидкостей.

## СИНТЕЗ АНТИСТОКСОВЫХ ЛЮМИНОФОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СВЕТЯЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТЫ ДОКУМЕНТОВ

Неделько Н. М.,<sup>1</sup> Кипелкин Е.В.,<sup>2</sup> Саратовской Н.С.,<sup>3</sup> Жеглов Д.А.,<sup>4</sup>  
Казумова А.Б.,<sup>5</sup> Захаров К.В.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>11 класс, МБОУ Лицей №15, г. Саров, <sup>2</sup>11класс, ШОИ ИПФ РАН, г. Нижний Новгород, <sup>3</sup>11 класс, МАОУ ФТЛ№1, г. Энгельс, <sup>4</sup>10 класс. ГБОУ Школа №171, г. Москва, <sup>5</sup>10 класс, ГБОУ Школа №1535, г Москва, <sup>6</sup>9 класс, АНО ОШ ЦПМ, г. Москва

Руководители: д.х.н. Мерещенко А.С., доцент Института химии СПбГУ,  
Видякина А.А., студент Института химии СПбГУ  
Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

Люминесценция – нетепловое свечение вещества, происходящее после поглощения им энергии возбуждения. Одним из основных законов люминесценции является правило Стокса:  $\lambda_{\text{люм}} \geq \lambda_{\text{возб}}$ . Однако, есть класс веществ, для которых  $\lambda_{\text{люм}} < \lambda_{\text{возб}}$  и говорят, что такие вещества проявляют антистоксовую люминесценцию.

Цель работы: синтезировать и исследовать вещества на основе редкоземельных металлов, проявляющие антистоксовую люминесценцию и изготовить прототип защитного элемента документов.

Объектами исследования были выбраны соединения состава:



Синтез частиц был проведен гидротермальным методом.

Было изучено влияние времени синтеза, концентрации редкоземельных элементов на размер и люминесценцию полученных частиц.

Морфология и свойства полученных частиц были изучены следующими методами: оптическая и атомно-силовая микроскопия, SEM (сканирующая электронная микроскопия), рентгенофазовый анализ, EDX (энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия), спектроскопия

комбинационного рассеяния (Raman), визуальная оценка интенсивности люминесценции, спектроскопия люминесценции. Было выяснено, что частицы имеют форму гексагональной призмы и размеры около 1 мкм. Спектр люминесценции соединений  $\beta\text{-NaY}_x\text{Gd}_y\text{Yb}_z\text{F}_4\text{:Ree}^{3+}$  ( $\text{Ree}^{3+} = \text{Tm}^{3+}, \text{Er}^{3+}$ ) измеряли при длине волны возбуждения 980 нм. Выявлено, что образцы, содержащие Er и Yb - проявляют желто-зеленую антистоксовую люминесценцию на 541 и 656 нм, содержащие Tm и Yb - синюю антистоксовую люминесценцию на 476 и 657 нм.

На основе полученных соединений были изготовлены прототипы защитных элементов для документов. Защитные элементы наносились смесью на основе акриловой краски с добавлением люминесцентных частиц, нанесённые таким образом знаки практически не видны при дневном свете, но проявляют люминесценцию при облучении инфракрасным светом. Документы с включением подобных элементов защиты трудно подделать из-за дороговизны исходных веществ и сложной технологии синтеза.

Авторы данной работы благодарят образовательный центр «Сириус» (г. Сочи, Россия) за обеспечение необходимых условий работы и предоставление лабораторного оборудования и реактивов, а также ресурсные центры СПбГУ «Оптические методы исследования», «Рентгенодифракционные методы исследования» и «Нанотехнологии» за проведение анализа полученных в этой работе веществ.

## **Cu<sup>2+</sup>-КООРДИНАЦИОННЫЙ КАПИЛЛЯРНЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМИНОКИСЛОТ В КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СРЕДАХ**

Никорич Я.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: к.х.н. Макеева Д.В., ассистент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Культуральные среды (КС) представляют собой сложные смеси биологически активных соединений: аминокислот, витаминов, карбоновых кислот, сахаров и т.д., предназначенные для культивирования бактерий. Аминокислоты в составе КС не только являются мономерами белков, но и служат сигнальными молекулами для микроорганизмов. При этом, большинство широко используемых КС природного происхождения

практически не изучены. Разработка аминокислотного состава таких систем является весьма актуальной задачей.

Капиллярный электрофорез – экспрессный, эффективный, не требующий дорогостоящего оборудования метод анализа ионогенных аналитов, основанный на разделении их компонентов в кварцевом капилляре, заполненном буферным электролитом, при приложении к нему разности потенциалов и детектировании в потоке жидкости. Использование ионов координационных металлов в качестве компонентов фонового электролита позволяет определять аминокислоты в форме комплексов, в которых ионы, например, ионы  $\text{Cu}^{2+}$  служат координационным центром, а аминокислоты – лигандами. Образованные комплексы поглощают в УФ-области спектра, что дает возможность определять аминокислоты без дополнительного шага дериватизации, что является весьма существенным и привлекательным обстоятельством при анализе объектов со сложной матрицей.

Данная работа посвящена оптимизации методики разделения 19 недериватизированных аминокислот методом  $\text{Cu}^{2+}$ - координационного капиллярного электрофореза и применения разработанного подхода для определения аминокислотного состава как основных компонентов КС природного происхождения (пептонизированное молоко, гидролизат казеина, дрожжевой экстракт), так и КС до и после выращивания в них бактерий *Lactobacillus helveticus*. На этапе оптимизации методики электрофоретического определения аминокислот выявлено влияние добавок производных  $\beta$ -циклодекстрина на селективность и эффективность определения этих аналитов. Применение 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрина позволило достичь максимальной селективности разделения ароматических аминокислот. Оценены пределы обнаружения и линейные диапазоны разработанной методики. Проведена апробация методики при анализе культуральных сред.

**СЕКЦИЯ**  
**ХИМИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ  
ФЕРРАТОВ (VI) ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Алексеева А.С.  
10 класс, МАОУ “Школа13”,  
Руководитель проекта: учитель химии Пассерова Т.Н.  
МАОУ “ Школа 13”  
Великий Новгород

В настоящее время проблема очистки воды стоит очень остро не только в нашей стране, но и во всем мире. Многие зарубежные фирмы интересуются ферратной технологией. «Ферратная технология обработки: Обработка сточных вод и промышленных отходов без побочных токсических продуктов» была признана победительницей (Gold Winner) в конкурсе новых технологий, организуемых газетой «The Wall Street Journal» за 2004 год. [2] Итак, по мнению специалистов, ферраты (VI) щелочных металлов могут в качестве окислителей применяться для очистки сточных вод, однако, на городских водоочистительных станциях продолжают применять хлор и его производные. Возникает противоречие, для разрешения которого нами была сформулирована **цель исследования**: определить необходимые условия для использования ферратов (VI) щелочных металлов в качестве реагентов-окислителей. Проанализировав данные, полученные в результате информационного поиска мы выяснили, что ферраты могут быть получены тремя основными группами методов[3]: высокотемпературным окислением, химическим окислением и электрохимическим окислением. **Электрохимический метод** считается экологически наиболее безопасным. Мы использовали данный способ для получения феррата (VI) натрия.



Достоинства метода: безопасность, экологичность. Недостатки: большой расход энергии, низкий выход, нестабильность феррата (VI) натрия в водном растворе.  $4\text{K}_2\text{FeO}_4 + 10\text{H}_2\text{O} = 8\text{KOH} + 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{O}_2$

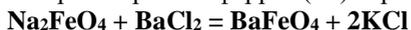
Мы выяснили, что это свойство дает возможность использовать ферраты в качестве регенеративного продукта для изолирующих дыхательных аппаратов, что является очень важным в условиях пандемии. Другой способ – высокотемпературный метод. В качестве примера в нашем

исследовании описан метод самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС).  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{K}_2\text{O}_2 + \text{O}_2 = 4\text{K}_2\text{FeO}_4$

Достоинства метода: прост и легок в осуществлении, имеет высокий выход продукта. Недостатки метода – протекает при очень высоких температурах, является самым наукоемким методом, для получения высокого продукта с высоким выходом необходимо соблюдение оптимальных условий. К сожалению, в условиях школьной лаборатории мы не смогли выполнить исследования по данному методу. Третий - **химический метод**, наиболее часто применяемый и используемый многими учеными. Достоинства метода – высокая степень чистоты и хороший выход продукта. Недостатки – использование брома, хлора и его производных.



На следующем этапе нами были проведены реакции, показывающие окислительные свойства ферратов. В результате качественной реакции был получен нерастворимый феррат (VI) бария.



Анализ полученных экспериментальных данных показал, что при взаимодействии ферратов (VI) щелочных металлов с таки веществами как сероводород, сульфид натрия, аммиак, тиоционат калия и др. образуется осадок гидроксида железа (III), который обладает коагулирующими свойствами.

Учеными МГУ была проведена оценка свойств феррата (VI) методом бактериального биотестирования [1] и было доказаны его дезинфицирующие свойства. В заключение, следует отметить, что ферраты (VI) щелочных металлов нестабильны, обладают различной растворимостью в воде. Эти свойства ферратов необходимо учитывать при выборе оптимальных способов их получения. Для того, чтобы вводить ферраты в технологическую цепочку водоочистки необходимо продумать из стабилизацию и способ транспортировки и оценить экономический эффект при их использовании для очистки сточных вод от различных загрязнений.

#### **Используемая литература:**

[1] Зарубина А.П., Перфильев Ю.Д., Сорокина Е.В., Нетрусов А.И. Оценка свойств феррата калия, используемая для очистки воды, методом бактериального биотестирования//Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. 2016. №4. - с.50-56.

[2] Перфильев Ю.Д., Куликова Л.А., Дедушенко С.К. Новая ферратная технология очистки воды. Химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова. г.Москва. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://www.kge.msu.ru>

Яркинд М. И., Андреев С. Ю., Сафронов М. А., Князев В. А. Технология получения ферратов, предусматривающая использование методов низкотемпературного и высокотемпературного окисления соединений железа // Молодой ученый.-2015.-№12.- С. 366-371. - URL <https://moluch.ru/archive/92/20364/>

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ И ПОЧВЫ, ИМЕЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К МОУ «ЩЕГЛОВСКАЯ СОШ»**

Апухтина А.А.

5 класс, МОУ «Щегловская СОШ»

Руководитель: учитель химии и биологии Зяблов А.М.,

МОУ «Щегловская СОШ»

п. Щеглово, Ленинградская обл.

Щеглово – посёлок в России, находящийся в 24 километрах от СПб. В посёлке есть два водоёма. Вода и почва имеют важное значение в биоценозах. Определяют развитие и рост растений их качественный и количественный состав. На территории нашего поселения находится два водоема купаться в которых запрещено. Они находятся неподалеку от школы. В парке также имеются свежие посадки 2005–2006 гг. Постоянный уход за парком отсутствует, в результате чего частично заросли самосевом малоценных пород открытые пространства, отдельные транзиты. Ложбины с выходами грунтовых вод заросли полностью, нарушился отток воды, произошло заболачивание. Искусственные водоемы устроены в разных уровнях, перехватывая выход вод на склонах отрогов холма. Водоемов два, площадью около 90 м<sup>2</sup> и 220 м<sup>2</sup>. Гидротехнические сооружения в парке представлены разрушенным водозаборным сооружением, устроенным для создания верхнего пруда. Соли, особенно растворимые, играют важную роль в природе, организме животных и человека. Солевой баланс среды организма определяет его динамическое постоянство. В организме животных и человека основными солями являются хлориды. Превышение концентрации хлоридов приводит к крайне угнетенному росту растений и часто к их гибели.

Список использованной литературы:

[1] Гусева К.Е., Проскурина И.К. Разработка химического эксперимента с экологическим содержанием. Химия в школе, 2002.

[2] Власова З.А. Биология. Справочник школьника. М.1993

[3] «Методика выполнения измерений содержания свободной углекислоты в пробах питьевых и природных вод». Титриметрический метод. ЦВ 1.01.17-2004ФР.1.31 Санкт-Петербург 2005

[4] Владимиров В.В. Оценка экологии почв. - М.: Инфра-М, 2008. - 320 с.

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ДОЗИРОВАНИЕ МЕДИ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ БАССЕЙНОВ**

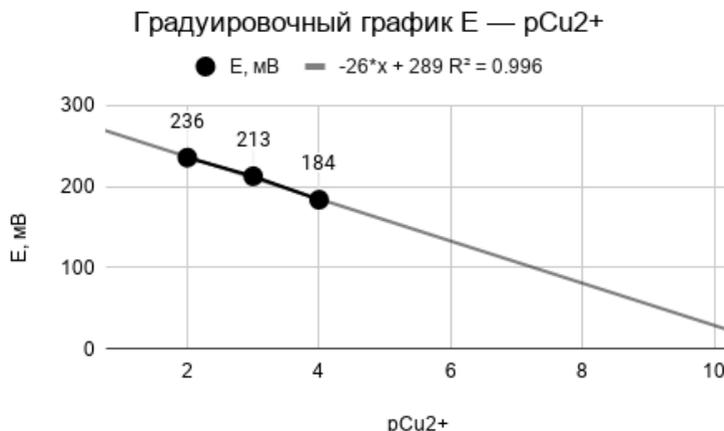
Воропаева Т.В.

11 класс, ГБНОУ “СПб ГДТЮ” Аничков лицей, ХимЦентр при ФМЛ №239  
Руководитель: Байгозин Д.В., педагог ХимЦентра при Президентском ФМЛ  
№239, руководитель образовательного центра MEL Science Club  
Санкт-Петербург

Общественные бассейны – места, в которых гигиена и соблюдение санитарных норм очень важны, так как в водной среде могут развиваться бактерии, которые не живут на воздухе, через воду могут передаваться инфекционные заболевания. Поэтому воду в бассейнах нужно обеззараживать и постоянно фильтровать.

Чаще всего для обеззараживания воды используют вещества, содержащие хлор. Такие соединения сушат кожу, волосы и слизистые оболочки; они могут вызывать раздражение или даже аллергическую реакцию. Поэтому нужно разрабатывать и изучать другие методы очистки воды. Ионизация – один из таких методов: ионы двухвалентной меди обладают бактерицидными свойствами и в достаточных для обеззараживания воды концентрациях причиняют меньший вред человеческому организму.

В ходе исследования были выстроены калибровочные прямые зависимости разности потенциалов на ионселективном электроде и электроде сравнения от концентрации ионов  $\text{Cu}^{2+}$ . По величине мгновенной разности потенциалов, которую показывает иономер, и уравнению прямой зависимости пересчитывается концентрация ионов в воде.



Ионы меди переходят в воду в результате электролиза сильно разбавленного раствора NaCl ( $c = 0,01$  моль/л или 0,4 г/л) на активных медных электродах. Бактерицидная концентрация ионов меди составляет  $444 \cdot 10^{-6}$  г/л ( $6,992 \cdot 10^{-6}$  моль/л).

Была выяснена средняя эффективность процесса – она составила 88,3% от теоретически рассчитанного количества вещества ионов меди.

Список использованной литературы:

По рекомендации в приложении №3 к СанПиН 2.1.2.1188-03

### **ПРОЕКТ «ПУТЬ ВОДЫ ОТ НЕВЫ ДО ФИНСКОГО ЗАЛИВА» (ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ГОРОДА)**

Давыдов М.О., Рябых В.Р., Руссу К.В.

11 класс, ГБОУ СОШ №252

Руководитель: учитель химии Михеева О.С.,

ГБОУ СОШ №252, методист ИМЦ по химии Красносельского района  
Санкт-Петербург

В 2017 году мы участвовали в профориентационном проекте для школьников 8 -11 классов «Вода+», организуемом ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

После участия в этом проекте мы решили поделиться своими знаниями с другими учащимися, сделать информационный продукт и макет водоснабжения и водоотведения под названием «Путь воды от Невы до Финского залива».

Цель проекта: создание информационного продукта, макета водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга.

Задачи:

- Изучение теоретического материала о методах очистки воды
- Знакомство с технологиями очистки невской воды на южной водопроводной станции
- Знакомство с технологиями очистки сточных вод на юго-западных очистных сооружениях
- Пропаганда экологических знаний и бережного отношения к потреблению воды

Описание макета:

**Водоснабжение** - макет технологической цепочки очистки воды.

Таблица 1 - Технологический процесс очистки воды.

<i>Оборудование</i>	<i>Технологический процесс</i>
Сетка	Удаление крупного мусора
Насосная станция	Подача воды на станцию
Озонатор	Обеззараживание
Камеры смешения	Коагуляция, флокуляция, осветление (с добавлением $Al_2(SO_4)_3$ )
Пластинчатые отстойники	Фильтрация
Двухслойный фильтр: активированный уголь (С) и кварцевый песок ( $SiO_2$ )	Фильтрация
Обеззараживание ( $NaClO$ + $(NH_4)_2SO_4$ ). Ультрафиолетовая станция	Обеззараживание
Резервуар чистой воды	Хранение чистой воды

**Водоотведение** - макет технологической цепочки очистки сточных вод.

Таблица 2 - Технологический процесс очистки сточных вод.

<i>Оборудование</i>	<i>Технологический процесс</i>
Коллектор	Подача сточной воды

Сетка	Удаление крупного мусора
Сетка мелкого прозора	Удаление мелкого мусора
Песколовки (и жирословители)	Отстаивание. Удаление песка и тяжелых твердых частиц, жировых отложений и нефтепродуктов
Первичные отстойники	Отстаивание
Аэротенки	Очистка от органических загрязнений. Биологическая очистка
Вторичные отстойники	Отстаивание
Ультрафиолетовая станция	Обеззараживание



Рис. 1. Макет города

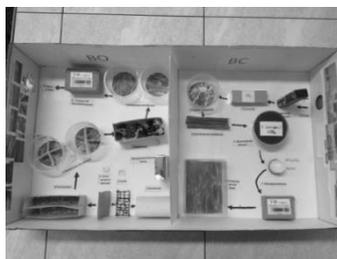


Рис. 2. Макет ВС и ВО

Наш макет стал экспонатом учебного кабинета. Он может быть использован на уроках химии, географии, профориентации и внеклассных мероприятиях.

Надеемся, что наш продукт проекта повысит экологическую культуру школьников, убедит их разумно подходить к использованию воды.

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОСФОРА В ВОДЕ ВОДОЁМОВ ПАРКА ЕКАТЕРИНГОФ 2018–2019 ГОДЫ

Козляева М.Н., Ножкина А.С.

10 класс, ГБОУ лицей №389 «ЦЭО»,

Руководители: заведующий лабораторией химии окружающей среды

Михайлова З.С., Власова Ж. Е., учитель химии

Санкт-Петербург

**Проблема** загрязнения водных объектов соединениями азота и фосфора продолжает сохранять свою актуальность. В число этих соединений входят аммонийные соединения, нитриты и нитраты, соединения фосфора.

**Актуальность и значимость.** Парк Екатерингоф является местом отдыха горожан, особенно жителей Кировского района. Со стороны посетителей есть жалобы на качество воды в водоёмах. Визуально водоемы выглядят не очень чистыми. В прошлом году мы исследовали воду некоторых водоёмов, но превышений ПДК по азоту и фосфору не обнаружили. В этом году мы решили повторно взять пробы воды на исследование, так как на территории парка по-прежнему ведутся строительные работы. Грунт и мусор от длительных ремонтно-строительных работ находятся в непосредственной близости от водоемов.

Здесь же располагается конноспортивный клуб. Конюшни, площадка для выгула лошадей требует уборки от грязных опилок и отходов. К тому же парк находится в непосредственной близости от автомобильных дорог, промышленных предприятий. Отрицательное влияние на состояние воды в реке Екатерингофке оказывают близость Мойки и Фонтанки. Кроме того, она является приемником сточных вод промышленных предприятий и ГУП «Водоканал».

**Объект исследования:** водоемы парка Екатерингоф – пруды и Бумажный канал.

**Предмет исследования:** определение содержания соединений азота и фосфора в воде.

**Цель работы:** сравнить содержания соединений азота и фосфора в воде перечисленных водоёмов в 2018 и в 2019 годах, сделать соответствующие выводы. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: изучить источники появления соединений азота и фосфора в водоемах парка, изучить методы определения данных соединений в воде; исследовать пробы воды в парке Екатерингоф на содержание указанных соединений; проанализировать результаты и сделать соответствующие выводы.

**Гипотеза.** В воде водоёмов содержание соединений азота и фосфора возможно превышены.

Для оценки качества воды проведена следующая работа:

1. Отбор проб воды в четырех водоемах парка Екатеринбург – прудах и Бумажном канале.

2. Проведено фотометрическое определение содержания нитрит- и нитрат-ионов в воде, фосфат-ионов в воде

По результатам теоретических исследований мы сделали выводы, что содержание соединений азота увеличилось по сравнению с 2018 годом в каждом водоёме. Содержание фосфора увеличилось в водоёме № 3, в остальных несколько уменьшилось. По-прежнему, наибольшее содержание каждого из соединений наблюдается в пробе № 3 – Центральный пруд. ПДК по всем исследуемым показателям не превышены. Но тем не менее, можно утверждать, что антропогенная нагрузка на водоёмы постепенно увеличивается, а это в свою очередь приводит к ухудшению экологической ситуации в регионе Финского залива.

Список использованной литературы:

[1] Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. М. 2003. 243 с.

[2] Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. СПб.: «Крисмас+», 2004. 248 с.

[3] Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2016 году, под редакцией И. А. Григорьева, И.А. Серебрицкого, Санкт-Петербург, 2017, с 258-259.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КРУГОВОРОТА АЗОТА В ПРИРОДЕ

Кузнецов Е.А., Колесников Д.А., Аввакумова В.А., Ларионова А.С.,  
Белякова С.И.

9 класс, 10 класс, 11 класс, 6 класс, 7 класс, МОУ СОШ №2 г.  
Всеволожска.

Руководитель: учитель химии Попова И.В., лаборант Ломтева Т.М.,  
МОУ СОШ №2 г. Всеволожск.  
г. Всеволожск, Ленинградская обл.

### **Актуальность:**

Азот - один из четырех биогенных элементов, попадающий в наш организм различными путями в виде различных соединений, концентрация которых может сильно повлиять на здоровье, поэтому наглядное изучение круговорота азота актуально.

### **Цель работы:**

Наглядно изучить круговорот азота в природе и изучить влияние содержания нитратов почвы на развитие декоративной капусты и изучить способы внесения азота в почву, а также выяснить попадают ли нитраты в животный организм и остаются ли они в нем

### **Задачи:**

1. Внести азот в почву различными путями.
2. Изучить влияние азота на рост и развитие капусты.
3. Измерить концентрацию нитратов в почве и в капусте.
4. Изучить «движение» нитратов: продукт питания → улитка → почва.
5. Сделать выводы.

### **Гипотеза:**

Азот в почву можно внести искусственным и естественным путем; для улучшения роста растений в почву азот нужно вводить биологическим путем, т.к. нитраты, введенные в почву, остаются в организме.

### **Методы работы:**

Эксперимент, наблюдение, моделирование, анализ справочной литературы и сети Интернет.

### **Объект исследования:**

Пришкольный участок, капуста, бобы, улитка.

### **Предмет исследования:**

Нитраты.

### **Вывод:**

В экспериментальной части мы подтвердили нашу гипотезу, т.к. капуста на экспериментальном участке №1 (росла с бобами) выросла так же хорошо, как и на участке №3(мин. удобрения), но нитраты (из мин.

удобрений) перешли в капусту; также мы выяснили, что в живом организме (на примере улитки) нитраты задерживаются (более 50%) и, возможно, наносят ему вред.

Список использованной литературы:

- [1] Рассказы о элементах. И. Нечаев. Государственное издательство детской литературы Министерства просвещения РСФСР, Москва 1960  
[2]. Химия земли. В. В. Добровольский. Москва, Просвещение 1998

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ РАЗНЫХ РАЙОНОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

Лазаретова А.И.

10 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: к.х.н Савинов С.С., старший преподаватель

Института химии СПбГУ

Санкт-Петербург

Тяжелые металлы – химические элементы, обладающие металлическими свойствами, значительным атомным весом или плотностью. К ним относятся Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Mo, Cd, Sn, Sb, Te, W, Hg, Tl, Pb, As, Bi и др. Они накапливаются в почве и очень тяжело из нее выводятся. В больших количествах они наносят огромный вред окружающей среде. Страдают и почва, и растения, и животные, и человек.

Целью работы является определение количества подвижных форм тяжелых металлов в почве Красногвардейского, Невского, Центрального и Василеостровского районов с помощью атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой, сопоставление полученных результатов с ПДК и литературными данными. Также для определения межэлементных корреляций определялись и другие металлы, такие как Al, K, Li и др.

Из каждого из анализируемых районов отбиралось по 3 пробы. Они высушивались, измельчались и готовились почвенные вытяжки с помощью ацетатно-аммонийного буферного раствора  $pH=4.8$ . После чего проводились измерения на приборе ICPE-9000 в ресурсном центре Научного парка СПбГУ «Методы анализа состава вещества». Определение концентраций проводилось с помощью градуировочных зависимостей.

В ходе работы были сделаны следующие выводы:

Содержание металлов различается как в пробах почв из различных районов, так и в различных пробах почв из одного района,

В большинстве проб превышено значение концентрации хотя бы для одного металла. В Центральном, Василеостровском и Невском районах превышены концентрации Pb и Zn, в Василеостровском районе превышено содержание Cd. Исходя из полученных данных самые чистые пробы почвы в Красногвардейском районе, а самая загрязненная – в Центральном. Самая высокая корреляция по результатам анализа наблюдается у Al и Fe.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И НАПИТКОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ TDS, pH и ОВП

Мотовичёва П. К.

10 класс, МБОУ «Гатчинская СОШ №9 с углублённым изучением отдельных предметов»

Руководитель: учитель химии Семенова Е.А.  
г. Гатчина, Ленинградская обл.

Качество воды, употребляемой человеком для питья и приготовления пищи, напрямую связано с состоянием его здоровья. Где и как можно проверить качество питьевой воды? Можно ли провести эту процедуру в домашних условиях?

**Объект исследования:** Образцы воды: водопроводной, бутилированной, фильтрованной, кипячёной, родниковой, талой, дистиллированной.

**Напитки:** растворимый кофе Nescafe Gold, черный чай Greenfield, зелёный чай Greenfield, чай Каркадэ, Иван-чай.

**Предмет исследования:** жёсткость, pH и ОВП исследуемых образцов воды и напитков.

**Гипотеза.** Жесткость, pH и ОВП исследуемых образцов питьевой воды может превышать предельно допустимую норму. Качество воды можно улучшить в домашних условиях фильтрованием, кипячением, замораживанием, использованием различных добавок. Кофе, чай, травы значительно меняют показатели качества воды.

**Цель работы.** Определение жесткости, pH и окислительно-восстановительного потенциала отобранных образцов воды и напитков.

### План исследования

1. Изучение литературы о таких показателях качества воды как *жёсткость, pH, окислительно-восстановительный потенциал* и их

влиянии на здоровье человека.

2. Изучение методов определения качества воды с помощью измерительных приборов – *TDS-метра (солемера), рН-метра, ОВП-метра.*

3. Исследование образцов питьевой воды - определение *рН, жесткости и ОВП* с помощью измерительных приборов.

4. Определение *рН, жесткости и ОВП* водопроводной воды после пропускании через угольный фильтр, после кипячения и замораживания; сравнение результатов измерений.

5. Определение *рН и ОВП* напитков (чая, кофе), сравнение результатов измерений с водой, которая была использована для их приготовления.

6. Проведение анкетирования для оценки информированности населения города Гатчины о качестве питьевой воды.

Изучив научную литературу и интернет-ресурсы о качестве питьевой воды и её влиянии на организм человека, мы выяснили, что важнейшими параметрами качества воды являются значение *рН, жесткость воды и окислительно-восстановительный потенциал*. Чтобы питьевая вода была полезной значения этих показателей должны быть близки к показателям организма и не превышать предельно допустимую норму.

Проверить качество воды и напитков в домашних условиях можно с помощью специальных приборов, использующих электрохимические методы измерения параметров воды (*TDS-метр, рН-метр, и ОВП-метр*).

Исследование показало, что значения *рН, жесткости и ОВП* исследованных образцов воды соответствуют норме, таким образом, гипотеза о превышении этих параметров не подтвердилась.

Гипотеза о том, что качество питьевой воды можно улучшить в домашних условиях кипячением, замораживанием и фильтрованием подтвердилась частично. У замороженной и кипяченой воды все три показателя улучшились по сравнению водопроводной водой. Использование угольного фильтра Аквафор является эффективным способом умягчения воды. Однако *рН* отфильтрованной воды значительно снизился (до 5,8), а *ОВП* повысился, то есть эти два показателя ухудшились по сравнению с водопроводной водой.

Исследование напитков подтвердило гипотезу о том, что кофе, чай, травы значительно меняют показатели качества воды. Во всех приготовленных напитках значение *рН* понизилось по сравнению с кипяченой водой, которая использовалась для их приготовления. *ОВП* понизился и приобрёл отрицательное значение в зеленом чае и растворимом кофе. По значению *ОВП* (-35) и *рН* (7,0) самым полезным напитком является зеленый чай.

Список использованной литературы:

[1] Шапошникова И.А. Металлы в живых организмах. Метапредметный лабораторный практикум 10-11 класс. М.: Бином, 2013.

[2] Габриелян О.С., Лысова Г.Г. Химия. 11 класс. Углубленный уровень. М.: Дрофа, 2015.

Интернет-ресурсы

1. <https://www.dpva.ru/Guide/GuideTricks/WaterHardness/WaterHardnessOwv/>

2. <https://superg.ru/review-of-xiaomi-tds-how-much-clean-water-we-drink/>

3. <https://www.liveinternet.ru/users/zformula-63/post114504732>

4. <http://lifezone.su/okislitelno-vosstanovitelnyjj-potencial/>

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Тушнова А.И., Козляева М.Н.

10 класс, ГБОУ лицей №389 «ЦЭО»

Руководители: заведующий лабораторией химии окружающей среды

Михайлова З.С., Власова Ж. Е., учитель химии

Санкт-Петербург

Одной из важнейших агроэкологических проблем в современном мире является интенсивное загрязнение верхних слоев почвы тяжелыми металлами. Среди тяжёлых металлов в почве часто встречаются металлы высокой биологической токсичности, такие как ртуть, кадмий, свинец, хром, цинк, никель, а также другие менее токсичные металлы, но также загрязняющие почву. Опасность поступления в окружающую среду тяжёлых металлов определяется тем, что в отличие от органических загрязнителей, они не разрушаются, а переходят из одной формы в другую, в частности, включаются в состав солей, оксидов, металлоорганических соединений. Тяжёлые металлы оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека по трём путям воздействия: ингаляционное, оральное и через кожу. Занимаясь химико-экологическими исследованиями в лаборатории химии окружающей среды в центре экологического образования лицея № 389, мы заинтересовались состоянием почвы на территории центра и решили исследовать содержание тяжёлых металлов в ней.

Объект нашего исследования: почва.

Предмет исследования: содержание в почве тяжёлых металлов.

Цель работы: оценить загрязнённость почвы тяжёлыми металлами.

Определив цель, мы поставили задачи: ознакомиться с литературой по обозначенной проблеме; изучить методики обнаружения тяжёлых металлов в почве. Провести анализ почвы.

Выдвинули гипотезу: исследуемые почвы могут содержать тяжёлые металлы.

Для исследования были взяты пробы почвы в различных отделах центра экологического образования.:

Проба № 1. Полевой отдел

Проба № 2. Плодоваягодный отдел

Проба № 3. Дендрологический отдел

Приготовлены водные вытяжки для обнаружения тяжёлых металлов. Учитывая возможности лаборатории произведён анализ почвенных вытяжек с помощью тест – комплектов и тест - систем «Крисмас+» на содержание меди, железа, никеля и свинца.

Методика отбора и подготовка пробы к анализу заключалась в следующем: отбор проб производили методом квадрата; подготовка почвы для анализа; .высушивание проб почвы проводится в сушильном шкафу.

Для обнаружения мы использовали фильтраты почвенных вытяжек.

Результаты работы представлены в таблице

Результаты	Содержание тяжёлых металлов в почве (мг/кг)			
	Cu <sup>2+</sup>	Fe(общее)	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
Тест-комплект	-	355	8,2	следы
Тест-система	3,81	350	9,6	следы
ПДК (мг/кг)	3.0	ОДК от 238до 399 мг/кг	4.0	32.0

На основании проведенного эксперимента сделали выводы.

В почве обнаружены тяжёлые металлы:

Следы свинца.

Содержание меди 3,81 мг/кг, незначительно превышает ПДК.

Содержание никеля превышает во всех пробах ПДК почти в 2 раза и составляет от 8,2до 9,9 мг/кг.

Содержание железа находится в пределах ориентировочно-допустимой концентрации (ОДК), от 238до 399 мг/кг.

Выводы. Проведенные исследования показали, что в пробах почвы содержатся тяжелые металлы. Незначительно превышено содержание меди, в 2 раза превышено содержание никеля.

Список использованной литературы:

- [1] Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2012 году, под редакцией Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина, Санкт-Петербург, 2013.
- [2] Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум, учебное пособие с комплектом карт-инструкций-4-ое издание-СПб.: Кримас+, 2014. - 176 с.: ил.
- [3] Электронный ресурс «Мониторинг содержания никеля в почвах <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-soderzhaniya-nikelya-v-pochvah>

## **ФЕРРАТ (VI) НАТРИЯ – «ЗЕЛЕНЫЙ» РЕАГЕНТ ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ВОДЫ**

Шаллиева В.В.

9 класс, ГБОУ Гимназия №426

Руководители: к.х.н. Наволоцкая Д.В., старший преподаватель Института химии СПбГУ, инж.-химик Леонова Н.Н.  
Санкт-Петербург

Вода является одним из главных элементов жизнедеятельности всех живых организмов на нашей планете. В мире не существует ни одного аналога этой жидкости. Поэтому в настоящее время перед человечеством остро стоит эколого-биологическая проблема, связанная с повышением уровня загрязнения водоёмов. Наибольшую опасность с точки зрения загрязнения окружающей природной среды, представляют сточные воды промышленных предприятий, сбрасываемые в коммунальные системы водоотведения и попадающие на сооружения биологической очистки.

В практике обезвреживания производственных сточных вод в качестве реагентов окислителей используются кислородосодержащие соединения хлора, озон, пероксид водорода, перманганат калия, бром и т.п.

Существующие методы очистки воды имеют ряд недостатков. Один из наиболее важных: при очистке воды возможно образование побочных

продуктов окисления, которые плохо удаляются в процессе очищения и могут быть более токсичными, чем исходные загрязнения.

Так был создан проект OneDrop, который направлен на создание более совершенных механизмов для очистки воды. OneDrop – это изучение, проектирование и разработка мобильной установки для очистки воды на основе новой методологии. Основная цель - революционизировать нынешний подход к очистке воды во всём мире. В рамках данного проекта предпочтение было отдано феррату (VI) – «зеленому» химическому веществу нового поколения, который является одним из наиболее эффективных средств для очистки воды. Таким образом, цель работы – изучить возможности феррата (VI) натрия для очистки воды.

Задачи:

- проанализировать имеющиеся литературные данные, посвящённые очистке воды, в том числе с помощью ферратов;
- выбрать оптимальный способ получения ферратов для целей очистки воды;
- синтезировать раствор феррата (VI) натрия;
- проверить эффективности синтезированного реагента для очистки гальванических стоков и стоков, загрязнённых фармацевтическими субстанциями.

Анализ литературных данных показал, что феррат (VI) натрия является самым сильным окислителем, используемым для очистки воды. Кроме того, этот реагент является и наиболее безопасным. В ходе обработки сточных вод феррат-ионами происходит восстановление железа с +6 до +3; в результате образуется нетоксичное соединение, обладающее ярко выраженными коагулирующими и флокулирующими свойствами, — гидроксид железа(III) («ржавчина»). Поэтому феррат натрия может выступать в роли мощного дезинфицирующего, дезодорирующего и коагулирующего реагента.

Изучены способы получения феррата (VI): сухое окисление железа при высоких температурах, мокрое окисление железа (III) сильными химическими окислителями и электрохимический метод. Предпочтительным методом получения феррата натрия является последний вариант, как наиболее простой и экономичный способ синтеза.

В результате работы был синтезирован феррат (VI) натрия методом мембранного электролиза и исследована стабильность полученного реагента. Основными достоинствами мембранного электролиза феррата натрия являются: экологическая чистота, экономия энергозатрат и расходных материалов, высокая чистота получаемого реагента. Концентрацию феррата (VI) натрия определяли методом спектрофотометрии, выход продукта составил 60 %.

Изучили окислительные свойства феррата натрия на водных стоках гальвано производства и фармацевтического производства. Для этого были взяты сточные воды после двух гальванических процессов: никелирования и хромирования, и сточные воды фармацевтического производства после производства препарата «Тербинафин». Сравнили полученные данные методами спектрофотометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Показано, что феррат (VI) натрия позволяет обезвреживать стоки гальванических и фармацевтических производств.

**СЕКЦИЯ**  
**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**ПРОТОЧНЫЙ МИКРОРЕАКТОРНЫЙ СИНТЕЗ: ПУТЬ К  
АВТОМАТИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Баськова Я.О.,<sup>1</sup> Завьялов А.В.,<sup>1</sup> Бородина О.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>11 класс МАОУ «Средняя школа №144», <sup>2</sup>10 класс МБОУ  
«Гимназия №3», Новосибирск

Руководители: к.х.н. Михайлов В.Н., ассистент Института химии СПбГУ,  
Жуков А.С.

Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

Настоящее исследование проведено в рамках использования одной из наиболее интенсивно развивающихся современных методологий лабораторного синтеза – проточный микрореакторный синтез [1], где реакции протекают в непрерывном потоке без использования классических реакторов и периодического типа смешивания.

К сожалению, отечественная химия продолжает придерживаться классических методик в связи с высокой стоимостью оборудования для проведения исследований и недостаточной освещённостью в российской литературе подобных технологий. В связи с этим важным является интенсификация развития данного высоко перспективного направления химического синтеза.

Целью проекта стало сравнительное исследование синтеза солей диазония и частиц ферромагнетита в проточной установке и классическом реакторе периодического действия.

В результате работы был синтезирован набор азокрасителей с использованием микрореакторной технологии и по классической методике. Синтезированные соединения охарактеризованы с помощью тонкослойной хроматографии и путём определения температуры плавления. Результаты анализа позволили выявить преимущества и ограничения представленной технологии.



Спроектирована микрореакторная установка в чипе на основе силиконового материала и показана высокая эффективность установки в синтезе наночастиц ферромагнетита в мягких условиях с оптимизацией параметров реактора. Магнитные свойства наночастиц подтверждены через магнитную декантацию.

Исследование проводилось на базе лабораторий образовательного центра «Сириус» и с использованием оборудования Научного парка Санкт-Петербургского Государственного Университета.

Список использованной литературы:

[1] Yoshida J. Basics of Flow Microreactor Synthesis / J. Yoshida – Tokyo: Springer Japan, 2015

## СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ АЗОКРАСИТЕЛЕЙ

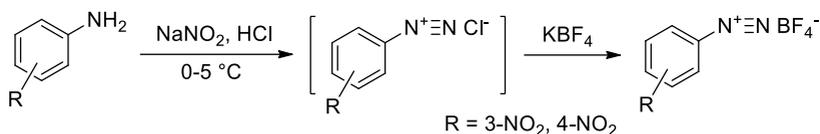
Булатова Т.,<sup>1</sup> Бурганова А.,<sup>2</sup> Зарипов Д.,<sup>3</sup> Иншаков Е.,<sup>4</sup> Медведев М.,<sup>5</sup> Медведева М.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>БОУ ВО "Вологодский многопрофильный лицей", г. Вологда, Вологодская область; <sup>2,3</sup>МАОУ «Гимназия №19», г. Казань, республика Татарстан; <sup>4</sup>МОБУ «Сертоловская СОШ №1», г. Сертолово, Ленинградская область; <sup>5</sup>ГБОУ СОШ №1259, г. Москва, Московская область; <sup>6</sup>МБОУ "Лицей №41", г. Ижевск, Удмуртская республика.

Руководитель: к.х.н. Ростовский Н. В., доцент Института химии СПбГУ, Филиппов И. П., магистрант СПбГУ  
Образовательный центр "Сириус"(г. Сочи)

Области применения органических красителей очень многочисленны и разнообразны. Их применяют для окрашивания пряжи и ткани самого различного вида: льняных, шерстяных, хлопчатобумажных, шелковых, из искусственных и синтетических волокон. Другая область применения азокрасителей – лабораторная практика. В данной области они используются для окрашивания препаратов, а также в качестве индикаторов.

Данная работа посвящена синтезу азосоединений с различными заместителями и изучению их индикаторных свойств. Синтез азосоединений проводился в два этапа. Сначала с помощью реакции diazotирования из двух анилинов были получены соответствующие соли diaзония с тетрафторборатным анионом.



Полученные соли диазония вводили в реакцию азосочетания с фенолом,  $\beta$ -нафтолом и *m*-фенилендиамином в щелочной среде. В результате были синтезированы 6 азокрасителей (таблица 1). Кроме того, из соли диазония, полученной из сульфаниловой кислоты, были синтезированы  $\beta$ -нафтолоранж и метиловый оранжевый.

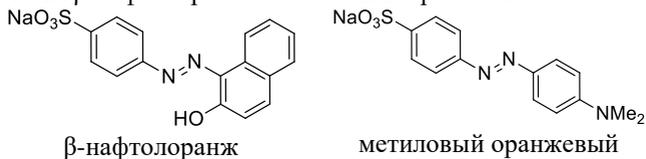
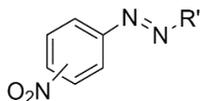
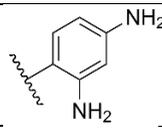
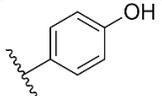
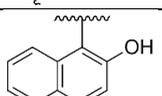


Таблица 1. Полученные азосоединения и их свойства.



R'	NO <sub>2</sub>	pH перехода	Переход цвета
	<i>para</i>	8–10.5	желтый – бордовый
	<i>meta</i>	10–11	желтый – оранжевый
	<i>para</i>	7.5–9	желтый – бордовый
	<i>meta</i>	7–9	желтый – оранжевый
	<i>para</i>	8–11	желтый – бордовый
	<i>meta</i>	10.5–11.5	желтый – бордовый

Были записаны ЯМР спектры и спектры поглощения всех красителей, определены pH цветовых переходов для каждого азосоединения, освоен метод ИК спектроскопии, освоена методика покраски ткани, и с помощью полученных соединений окрашены халаты.



Список использованной литературы:

- [1] Цоллингер Г. Химия азокрасителей. Пер. с нем. /Под ред. Б. А. Порай-Кошица. – Ленинград: Госхимиздат. [Ленингр. отд-ние], 1960. – 363 с.
- [2] Реутов О. А., Курц А. Л., Бутин К. П. Органическая химия. В 4 ч. М.: 1999. – 2336 с. (главы 22, 25 и 26).
- [3] Костиков Р. Р., Кузнецов М. А., Новиков М. С., Соколов В. В., Хлебников А. Ф. Практикум по органическому синтезу. СПб.: ВВМ, 2009.

## **СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ЦИКЛОМЕТАЛЛИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ИРИДИЯ(III) С ИЗОЦИАНИДНЫМИ ЛИГАНДАМИ**

Журавлев А.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководители: к.х.н. Кинжалов М.А., доцент Института химии СПбГУ,

Парфенова С.Н., магистрант СПбГУ

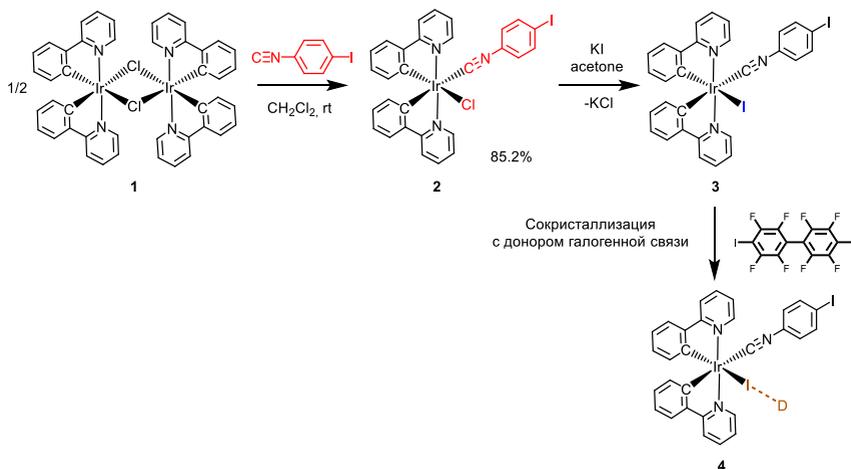
Санкт-Петербург

Гетеролептические циклометаллированные комплексы иридия(III)  $[\text{Ir}(\text{C}^{\wedge}\text{N})_2(\text{L},\text{L}')]\text{Z}$  способны люминесцировать во всем видимом диапазоне, поэтому являются перспективными соединениями для создания органических светоизлучающих диодов, сенсоров на кислород и катализаторов гидросилилирования [1].

В рамках направленного изучения химии комплексов поздних переходных металлов с изоцианидными лигандами, являющимися сильными  $\sigma$ -донорами и оказывающими значительное влияние на электронное строение комплексов, в работе синтезированы изоцианидные

комплексы (III) с общими формулами  $[\text{IrCl}(\text{ppy})_2(\text{CNR})]$  и  $[\text{IrI}(\text{ppy})_2(\text{CNR})]$  ( $\text{ppy} = 2\text{-фенилпиридин-}C^2, N'$ ,  $\text{R} = 4\text{-иодфенил}$ ). Комплекс **2** синтезирован взаимодействием биядерного прекурсора **1** с двукратным количеством соответствующего изоцианида в растворе  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (выход 85%). Комплекс **3** получен из **2** реакцией метатезиса с  $\text{KI}$  в ацетоне (выход 75%). На заключительном этапе проводили сокристаллизацию комплекса **3** с донором галогенной связи для увеличения эффективности люминесценции комплекса.

Комплексы **2** и **3** устойчивы как в твердом состоянии, так и в растворе на воздухе. Соединения **2** и **3** охарактеризованы с помощью  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопии.



**Рис.** Схема синтеза комплексов

*Исследование проведено с использованием оборудования ресурсных центров СПбГУ «Магнитно-резонансные методы исследований», «Рентгенодифракционные методы исследования».*

Список использованной литературы:

[1] D.Ma, Prof. Y. Qiu, Dr. L. Duan , *Adv. Mater.*, 2017, 29, 3.

## СИНТЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ПРОИЗВОДНОГО 2*H*-АЗИРИН-2-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Захаров Т.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

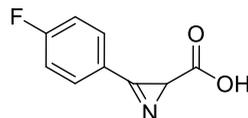
Руководители: к.х.н. Ростовский Н. В., доцент Института химии СПбГУ,

Сахаров П.А., аспирант Института химии СПбГУ

Санкт-Петербург

К сожалению, пациент, попавший в медицинское учреждение, может не только излечиться, но и заразиться повторно. Но как такое может быть, ведь вся аппаратура, инструменты и даже многие помещения подвергаются тщательной стерилизации? Как ни печально, не все способы эффективны в борьбе с так называемыми *ESCAPE*-патогенами, эта группа бактерий характерна тем, что к ним не действены обычные противомикробные препараты. Показано, что производные 2*H*-азирин-2-карбоновой кислоты, например, азириномицин ((*S*)-3-метил-2*H*-азирин-2-карбоновая кислота), метаболит бактерии *Streptomyces aureus*, обладает противомикробным действием. Кроме того, химия производных этого трехчленного гетероцикла довольно интересная область с точки зрения исследований, потому был проведен дальнейший эксперимент, по которому можно оценить относительную устойчивость азотистого кольца.

Главной задачей был синтез 3-(4-фторфенил)-2*H*-азирин-2-карбоновой кислоты, показавшей эффективность в борьбе с *K. pneumoniae* (Erythromycin-resistant). В качестве исходных соединений были взяты



диметилкарбонат и *para*-фторацетофенон. Для исследования химических свойств полученного вещества была выбрана трехкомпонентная реакция Пассерини с *трет*-бутилизонитрилом и *n*-метилбензальдегидом.

Итоги проделанной работы таковы: проведен синтез 3-(4-фторфенил)-2*H*-азирин-2-карбоновой кислота суммарным выходом 69%. Далее из полученного соединения была поставлена реакция Пассерини с получением 2-(*трет*-бутиламино)-2-оксо-1-(*n*-толил)-этил-3-(4-фторфенил)-2*H*-азирин-2-карбоксилата, выход данного вещества составил 95%.

*Работа выполнена при поддержке Совета по науке при Президенте РФ (грант МК-2698.2019.3) и с использованием оборудования ресурсных центров СПбГУ «Магнитно-резонансные методы исследования», «Рентгенодифракционные методы исследования» и «Методы анализа состава вещества».*

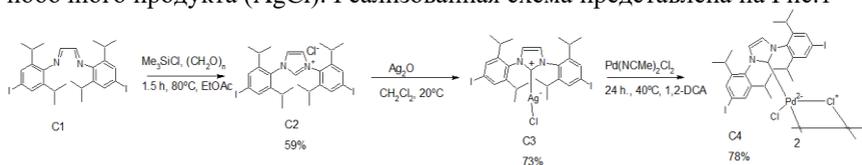
## УДОБНЫЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ ДИИОДФУНКЦИОНИЗИРОВАННОГО КАРБЕНОВОГО КОМПЛЕКСА ПАЛЛАДИЯ(II) ЧЕРЕЗ КАРБЕН-ТРАНСФЕР АГЕНТЫ

Лучкин Г.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: к.х.н. Михайлов В.Н., ассистент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Химия карбеновых комплексов палладия (NHC-Pd) – перспективная область металлорганической химии, находящая множество применений в науке и на практике. В настоящее время именно карбеновые комплексы являются признанной эффективной заменой токсичных и лабильных по отношению к воздуху исторически первых коммерческих фосфиновых комплексов. Основное применение данный тип комплексов находит в катализе важных химических превращений, например реакции Сузуки-Мияуры, Соногаширы, Хека [1]. Особенно актуальным является синтез каталитически активного NHC-Pd, способного к химической иммобилизации, для получения интересных для промышленности регенерируемых катализаторов. Однако традиционный синтез из свободного карбена осложнен необходимостью работы в инертной атмосфере и использованием сильных оснований. В качестве интересной альтернативы в последнее время популярен перенос карбена с одного металла на другой через переметаллирование [2]. Наше исследование направлено на разработку галоген-функционализированного NHC-Pd, способного на потенциальную иммобилизацию через реакции кросс-сочетания. В рамках работы предложен и апробирован трехстадийный подход: 1) дийод-функционализированной имидазолиевой соли (C2); 2) соответствующего NHC-Ag(C3); 3) и, наконец, целевого палладиевого комплекса (C4) через переметаллирование с выделением легко удаляемого побочного продукта (AgCl). Реализованная схема представлена на Рис. 1



**Рис. 1.** Получение дийодфункционализированного карбенового комплекса палладия(II)

Все новые полученные соединения полноценно охарактеризованы. Для целевого продукта получены данные рентгеноструктурного анализа. Подробности экспериментальной работы будут сообщены в докладе.

**Благодарности.** Работа выполнялась с использованием оборудования РЦ Научного парка СПбГУ: Магнитно-резонансные методы исследования, Рентгенодифракционные методы исследования.

Список использованной литературы:

- [1] Успехи химии, 2017, 86, 6, 459–473.
- [2] Chem. Rev. 2005, 105, 3978–4008.

## СИНТЕЗ ТЕТРАЗАМЕЩЁННОГО ПИРИДИНА ИЗ ИЗОКСАЗОЛА

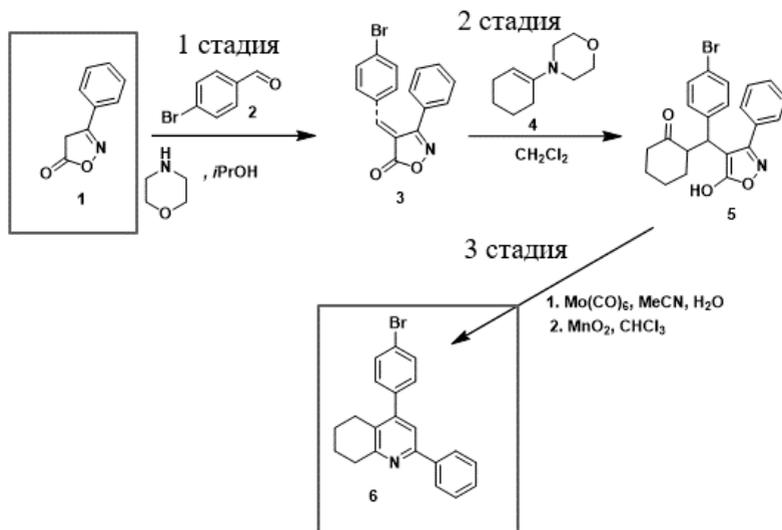
Макаренко А.С.

11 класс МБОУ «СОШ №3» г. Пикалёво, ГБУ ДО Центр «Интеллект»,  
Руководитель: к.х.н. Галенко Е.Е, ассистент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Пиридин, шестичленное азотсодержащее ароматическое соединение, является одним из важнейших представителей гетероциклических систем, фрагмент которого входит в различные важные вещества, применяемые в медицине, технике и агрохимии. Существует множество различных способов получения замещенных пиридинов, однако каждый из них имеет ограничения. Поэтому развитие новых методов получения ранее неизученных производных данного гетероцикла для дальнейших исследований является актуальной синтетической задачей.

Цель работы: получить тетразамещённый производный пиридин из изоксазола.

Синтез проводился в три стадии: первый этап – это конденсация Кнёвенагеля в присутствии катализатора – морфолина в изопропиловом спирте (выход 72%). После происходила реакция сопряжённого присоединения по Михаэлю, после чего была проведена экстракция вещества, выход конечной стадии составил 52%. Строение полученного соединения установлена на основе данных комплекса физико-химических методов анализа ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$  спектроскопия ЯМР).



Результаты работы:

1. Синтезирован тетразамещённый пиридин из изоксазола.
2. Установлено, что синтезированное вещество и его аналоги могут быть использованы в качестве лигандов для биологических люминисцентных маркеров, а также в фармацевтике или сельском хозяйстве.

Список используемой литературы:

- [1] Stivanin, M.L., Duarte, M., Sartori, C., Capreti, N.M.R., Angolini, C.F.F., Jurberg, I.D. An Aminocatalyzed Michael Addition/Iron-Mediated Decarboxylative Cyclization Sequence for the Preparation of 2,3,4,6-Tetrasubstituted Pyridines: Scope and Mechanistic Insights. *J. Org. Chem.*, 2017, 10319-10330.

## ИЗУЧЕНИЕ ЛИГАНДНЫХ СВОЙСТВ ОКСИМОВ И ОЦЕНКА КОНСТАНТ СВЯЗЫВАНИЯ ОБРАЗУЮЩИХСЯ КОМПЛЕКСОВ

Низамов Р.Р.

10 класс, ГБОУ №509

Руководитель: Байгозин Д.В., педагог ХимЦентра при Президентском ФМЛ №239, руководитель образовательного центра MEL Science Club Санкт-Петербург

Оксимы – это органические соединения, являющиеся *N*-гидрокси имидами  $R_2C=N-OH$ . Данные вещества содержат два атома с неподелёнными парами электронов, поэтому теоретически могут выступать как бидентатные лиганды по отношению к переходным металлам, образуя хелатные комплексы. На практике комплексы чаще всего бывают с монодентатными оксимами.

В ходе работы проверяются данные гипотезы и выполняются следующие задачи:

1) Синтез исходных оксимов с различными стерическими условиями: как незатруднённых, так и затруднённых. Синтез проводится из карбонильных соединений (при необходимости также синтезируемых) и гидроксилamina;

2) Получение комплексов с Co(II), Cu(II), Ni(II), V(III), Cr(III) и другими переходными металлами. Синтез проводится путём сливания растворов, содержащих стехиометрические количества исходной соли металла и оксима с последующей кристаллизацией из растворов при медленном упаривании;

3) Снятие спектров исходных солей и получившихся комплексов;

4) Оценка констант связывания путём использования данных спектров.

Поскольку работа ещё выполняется, то ниже будет приведён список задач, необходимых к выполнению в долгосрочной перспективе:

5) Поиск или разработка методов определения дентатности лиганда;

6) Определение дентатности оксимов в полученных комплексах.

В ходе выполнения работы были синтезированы ацетоноксим, оксим бензохинона и 3,4-диметоксибензальдоксим. Методом идентификации являлась тонкослойная хроматография.

Получены комплексы ацетоноксиима с Co(II), Cu(II), Ni(II). Каждый синтез делался по 2 раза: с соотношением, рассчитанным из предположения, что оксим монодентатен и бидентатен соответственно.

Были произведены снятия спектров на фотоколориметре КФК-3. Спектры снимались с исходного и конечного вещества в одинаковых

диапазонах концентраций. После этого один спектр накладывался на другой, и производилась идентификация новых пиков, а также сравнение интенсивности старых пиков друг с другом. На основании полученных данных оценивался порядок константы связывания путём расчёта соотношения оптических плотностей двух пиков на одной длине волны.

В качестве промежуточного результата работы показана возможность оценки порядка Ксв. Данные по Ксв полученных комплексов могут быть использованы при дальнейшей работе с этими соединениями, например, при определении дентатности оксима.

Список использованной литературы:

[1] Суховерская А.В., Малюта Н.Г., Чурилова Н.Н., Дымова О.В. Синтез комплексных соединений никеля (II) с оксимами 3,5-дизамещённых-4-изоксазолонов в качестве лигандов.

[2] Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов т.2.

## КАТАЛИЗИРУЕМОЕ МЕДЬЮ АЗИД-АЛКИНОВОЕ ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ

Никитин К.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

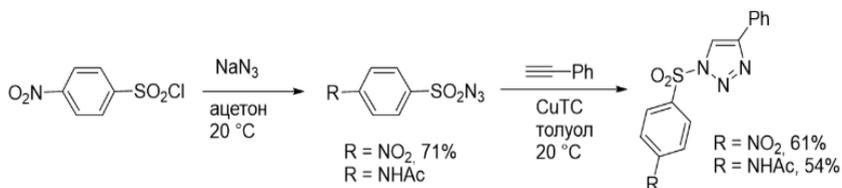
Руководители: к.х.н. Ростовский Н.В., доцент Института химии СПбГУ,

Стрельникова Ю.О., аспирант Института химии СПбГУ

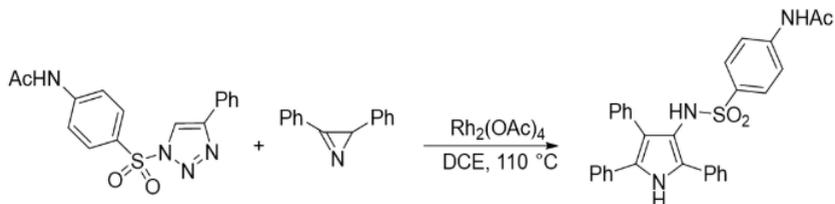
Санкт-Петербург

Клик-химия является новым и перспективным направлением органической химии [1]. Концепция клик-химии включает в себя легко осуществимые реакции, позволяющие получать продукт с высоким выходом в мягких условиях и с минимальным количеством побочных продуктов. Такой реакцией является реакция катализируемого медью азид-алкинового циклоприсоединения, которая уже сейчас находит широкое применение в различных областях химии.

В данной работе с помощью катализируемого медью азид-алкинового циклоприсоединения нами были получены два сульфонил-замещенных 1*H*-1,2,3-триазола. В качестве катализатора была использована соль одновалентной меди тиофен-2-карбоновой кислоты (CuTC).



Полученные 1-сульфонил-1,2,3-триазолы обладают необычным свойством: хотя и являются ароматическими гетероциклами, при нагревании они существуют в равновесии с иминодиазо-формой. Это свойство сульфонилтриазолов было продемонстрировано нами на примере реакций полученных триазолов с 2,3-дифенил-2*H*-азирином, протекающих по следующей схеме:



В ходе реакции триазол превращался в иминодиазо-форму, которая претерпевала отщепление молекулы азота и реагировала с 2*H*-азирином. Катализатором процесса являлся тетраацетат диродия. Продукт реакции, замещенный пиррол, был выделен и охарактеризован спектральными методами. Он имеет в своем составе 4-аминофенилсульфонамидный фрагмент (аналог стрептоцида), поэтому представляет интерес для изучения антибактериальной активности.

Список использованной литературы:

[1] Kolb H. C., Finn M. G., Sharpless K. B. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2001, vol. 40, 2004–2021.

## РЕАКЦИИ 1,3-ДИПОЛЯРНОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ НИТРОНОВ В СИНТЕЗЕ СПИРОИЗОКСАЗОЛИДИНОВ

Рейкина М.М.

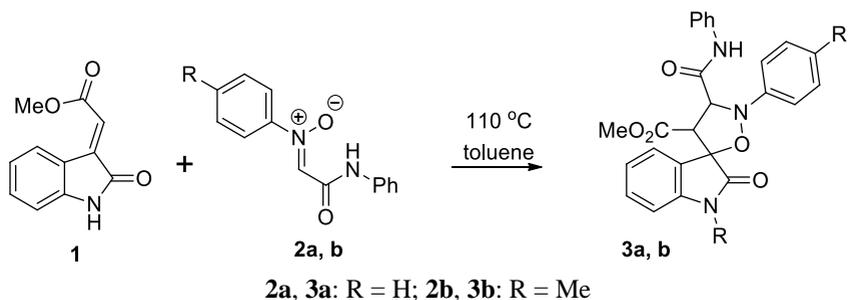
11 класс, АНОО «СЧШ», г. Сосновый бор, Ленинградская область,

ГБУ ДО Центр «Интеллект»

Руководитель: к.х.н. Ефремова М.М., ассистент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Одним из наиболее простых методов синтеза изоксазолидинов являются реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения. Данные реакции благодаря высокой эффективности и селективности представляют повышенный интерес как метод синтеза N,O-содержащих гетероциклических соединений, проявляющих широкий спектр фармакологических свойств, в частности, противовирусную, противоопухолевую и антибактериальную активности. Сегодня особый интерес для изучения биологических свойств представляют спироизоксазолидины.

В рамках данного научно-исследовательского проекта была поставлена цель синтезировать исходный дипольрофил и нитрон, также провести реакцию 1,3-диполярного циклоприсоединения с C-фенилкарбамоилнитронами и изучить региоселективность этой реакции.



**Рис. 1.** Схема синтеза и структурные формулы полученных продуктов

Исходные соединения были синтезированы по стандартным методикам. Далее, был проведен синтез спироизоксазолидинов. Было установлено, что реакция проходит с образованием преимущественно 5-спироизоксазолидинов **3**. Для выделения и очистки продуктов был использован метод колоночной хроматографии на силикагеле. Полученные соединения охарактеризованы с помощью спектроскопии ЯМР.

*Работа выполнена с использованием оборудования ресурсного центра СПбГУ «Магнитно-резонансные методы исследования».*

Список использованной литературы:

[1] P.S. Teterina, M.M. Efremova, E.V. Sirotkina, A.S. Novikov, O.V. Khoroshilova, A.P. Molchanov Tetrahedron Letters, 2019, 60, 151063

**СЕКЦИЯ**  
**ВЕЩЕСТВА И МАТЕРИАЛЫ**

**СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
СОЛЬВАТОВ СОЛЕЙ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С  
ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ**

Баранов Д.А.,<sup>1</sup> Жосан И.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МБОУ «Лицей №8», 11 класс, г. Сосновый Бор, <sup>2</sup>ГБОУ СОШ №197  
Руководитель: к.х.н. Богачев Н.А., ассистент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Исследования в области направленного синтеза соединений, и прогнозирование их свойств являются актуальным направлением экспериментальной химии. В частности, синтез кристаллосольватов, как продуктов взаимодействия соли и растворителя, является интересным направлением исследований в области координационной химии и химии растворов, как с прикладной точки зрения, так и фундаментальной. Перспектива создания катализаторов из данных кристаллосольватов для использования их в органическом синтезе обуславливает актуальность данных исследований. Целью данной работы как продолжения целого ряда исследований Лаборатории химии растворов СПбГУ в данном направлении является синтез и определение термической устойчивости кристаллосольватов, выделяемых из тройных систем галогенид d-элемента –кислороддонорный растворитель (1,4 диоксан (DX), диметилсульфоксид (DMSO), *N,N*-диметилформамид (DMF), *N,N*-диметилацетамид (DMA)). В качестве солевых компонентов выбраны хлориды, бромиды и иодиды меди, никеля, кобальта, кадмия и цинка.

В работе поставлены следующие задачи:

- 1) синтезировать кристаллосольваты из смесей растворитель-соль методом изотермического насыщения;
- 2) определить термическую устойчивость кристаллосольватов методом термогравиметрического анализа;
- 3) провести анализ связи термической устойчивости сольватов разного состава и строения со свойствами растворителей и солевых компонентов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, проект № 18-33-00636 с использованием оборудования Научного парка СПбГУ и ресурсного центра «Термогравиметрические и калориметрические методы исследования».

## ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Береснева У.А., Блинов А.В.

5 класс, МОУ «Щегловская СОШ»

Руководитель: учитель химии и биологии Зяблов А.М.

МОУ «Щегловская СОШ»

п. Щеглово, Ленинградская обл.

Эфирные масла – это летучие масла, которые извлекаются из ароматических растений. Они содержатся в различных частях растения: цветах, корнях, листьях, плодах, семенах, соцветиях. Эфирные масла обладают антисептическими, бактерицидными и противовирусными свойствами. Большинство эфирных масел состоит из сотен компонентов, содержащихся в разных количествах — от нескольких десятков процентов до тысячных или даже миллионных частей. Количество различных органических и неорганических веществ, входящих в состав эфирных масел, варьирует от 100 до 500 и более. Эфирные масла применяются в косметологии и медицине. Используют для ароматических ванн, массажа, ингаляции и компрессов. С помощью эфирных масел делают аромалампы, аромакамни, ароматические свечи. Применяют для обогащения косметики. Лечебные свойства: Масло туи ценится в первую очередь противовоспалительным, антибактериальным, противовирусным, противогрибковым действием. Обладает сосудосуживающим действием, способным восстанавливать носовое дыхание при насморке. Обладает ранозаживляющими, кровоостанавливающими и обезболивающими свойствами. Обладая иммуностимулирующим действием, масло укрепляет защитные силы организма, способствует скорейшему выздоровлению при инфекционных заболеваниях. Тонизирующие свойства туи позволяют бороться с тревогой, раздражительностью, усталостью. Восстанавливают умственную и физическую активность. В ходе проделанной работы можно сделать следующие выводы:

Изучая литературу об эфирных маслах, проводя опыты по их выделению из хвои, мы узнали много нового и интересного.

Эфирные масла – бесценный дар природы - являются высококонцентрированными веществами и обращаться с ними следует очень аккуратно, использовать их экономно.

- Практически нет эфирного масла, о котором можно было бы сказать, что состав его до конца изучен.

- Эфирные масла находят широкое применение в медицинской, косметической, пищевой, мыловаренной, фармацевтической, ликёроводочной промышленности и в быту.

- Хвойные эфирные масла имеют характерный запах, эфирное масло ели, сосны, кедра, туи различаются по запаху.

Список использованной литературы:

[1] Химическая энциклопедия – Терпены.

[2] Гроссе, Э., Вайсмантель, Х. Химия для любознательных – М.: Дрофа, 2000.

[3] Новиков О.Н. Технология производства эфирных.

[4] Солдатченко С.С., Кащенко Г.Ф., Пидяев А.В. Ароматерапия, «Профилактика и лечение заболеваний эфирными маслами», издание второе.

## **СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОХРОМИЗМА СОЕДИНЕНИЙ ОДНОВАЛЕНТНОЙ МЕДИ**

Виноградова Е.М.

11 класс, ЛНМО БиоТоп, Адмиралтейский район, Санкт-Петербург.

Руководитель: учитель химии, аспирант СПбГУ Снегуров П.А., ЛНМО

БиоТоп

Санкт-Петербург

### **Постановка задачи и цели.**

Соединения, обладающие термохромизмом, то есть способные обратимо изменять цвет при изменении температуры, могут использоваться в качестве компонентов термочувствительных красок. Многие соединения меняют цвет при весьма высоких температурах. Например, широко известный с точки зрения термохромизма оксид цинка меняет цвет при температурах выше 500 °С. Зачастую требуются краски, температура изменения цвета которых намного ближе к комнатной.

Наиболее известными неорганическими соединениями, проявляющими термохромизм при относительно невысоких температурах, являются тетраиодомеркураты меди(I) и серебра, изменяющие цвет при нагревании до 65 °С и 45 °С соответственно [1,2]. Их использование, однако, сильно ограничено вследствие содержания высокотоксичной ртути.

В литературе описан термохромизм хлорида меди(I), меняющего окраску с белой на синюю при нагревании до 178 °С [3].

В рамках данного научного проекта была поставлена **задача** синтезировать ряд соединений одновалентной меди и проверить их способность к термохромизму.

**Цель:** синтезировать ряд соединений одновалентной меди и проверить их способность к термохромизму.

**Актуальность:** термохромизм стал частью жизни человека и активно используется во многих сферах. Это могут быть и украшения, и градусники, и терморегуляторы в промышленности.

**Новизна:** термохромизм соединений одновалентной меди малоизучен. Наиболее известны тетраидомеркурат меди(I) и хлорид меди(I), описанные выше.

#### **Методы.**

С использованием известных методик [2,3] из водного раствора были получены осадки CuI, CuBr, CuH и CuCNS. Полученные твёрдые вещества были промыты спиртом и высушены в темноте.

Навески по 10-15мг соединений меди(I) медленно нагревались и охлаждались при ограничении доступа воздуха. Наблюдения за изменением окраски производились на белом фоне.

#### **Основные результаты.**

Получены гидрид, бромид, иодид и роданид меди(I). Исследовано их поведение при нагревании. Обнаружено, что гидрид и роданид меди не обладают термохромизмом, являются термически нестабильными соединениями и быстро разлагаются даже при несильном нагревании, при этом все наблюдаемые изменения окраски являются необратимыми. Иодид и бромид меди, наоборот, термически стабильны и плавятся без разложения. В ходе их нагревания наблюдается обратимое изменение окраски с белого на жёлтый (для бромида) или с телесно-белого на коричневатый (для иодида) при температурах около 200 °С. Если нагревание осуществлять в присутствии воздуха происходит необратимое изменение окраски на чёрную вследствие окисления кислородом.

#### **Закключение.**

В ходе выполнения научного проекта был обнаружен термохромизм двух соединений меди(I). Температуры, при которых происходит изменение окраски много превышают 100 °С, что ограничивает перспективную возможность применения соответствующих соединений в качестве термочувствительных красителей.

Список использованной литературы:

[1] Inorg. Chem. 1987, 26, 9, 1387-1391.

[2] Руководство по неорганическому синтезу: в 6 т. / под ред. Г. Брауэра. Т.4. – М.: «Мир», 1985.

- [3] Неорганическая химия: в 3 т. / под ред. Ю.Д. Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.2. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.
- [4] Степанов Б. И., Введение в химию и технологию органических красителей, 3 изд., М., 1984. С. И. Попов.
- [5] Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. — М.: Мир, 1980. — 344 с.

## **СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ И КИНЕТИКИ РОСТА БАРЬЕРНЫХ ОКСИДНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ (Ti, Fe, Cu)**

Волобуева В., Плешаков Г., Дмитриенко А., Якимов М., Котченко А.,  
Яйлоян Е.

10 класс, МБОУ «Лицей №10», г. Белгород; 10 класс, СОГБОУИ "Лицей  
имени Кирилла и Мефодия", г. Смоленск; 11 класс, МОЦРО №117 г. Омск;

10 класс, МАОУ"ОЛ"АМТЭК", г. Череповец; 10 класс, Лицей №5 им.

Ю.А. Гагарина, г. Волгоград; 10 класс, г. Москва

Руководитель: к.х.н. Курапова О.Ю., доцент Института химии СПбГУ,  
Санкт-Петербург

Образовательный центр "Сириус"(г. Сочи)

В настоящее время металлы: Ti, Fe, Cu, покрытые оксидными различной толщины, применяются во многих отраслях промышленности: в качестве современных материалов для имплантатов, в авиастроении, для создания барьерных, антибликовых и декоративных покрытий и т.д. Оксидные покрытия на их поверхности получают в результате химической, электрохимической реакции или с помощью физических методов нанесения (осаждение из газовой фазы). Но тем не менее, существует ряд нерешённых вопросов, связанных с необходимостью улучшения физико-химических свойств покрытий, а также улучшения механических характеристик. Проведение систематического исследования образования оксидных пленок, включающего расчет зависимости энергии Гиббса образования оксидов в зависимости от температуры, с учетом фазовых переходов и конкурентного роста других оксидных форм, а также сравнение с экспериментальными данными дает возможность выбирать оптимальные условия синтеза новых материалов с желаемыми физико-химическими свойствами.

Таким образом, **целью данной работы** стал синтез оксидных пленок методом высокотемпературного окисления на поверхности Ti, Cu, Fe, изучение термодинамики и кинетики их роста.

Для проведения высокотемпературного окисления металлическую пластину полировали шкурками различной зернистости до появления металлического блеска, промывали дистиллированной водой и сушили. Затем измеряли площадь поверхности пластины и взвешивали ее на аналитических весах. Подготовленную пластину помещали в муфельную печь, предварительно разогретую до 500-1000 °С, и выдерживали 0.5-3.5 часа, затем вынимали и остужали. Для определения массы образовавшегося оксида и степени окисленности использовали весовой метод. Микроструктуру оксидных пленок исследовали методами оптической и сканирующей электронной микроскопии (Hitachi S-3400N). Для определения кристаллической модификации оксидов использовали метод рентгеноструктурного анализа (РСА, Shimadzu XRD-6000) и метод рамановской спектроскопии.

С помощью термодинамического расчета было показано, что во всех рассмотренных системах ( $Ti - Ti_xO_y$ ,  $Fe - Fe_xO_y$ ,  $Cu - Cu_xO_y$ ) в интервале температур 27-727 °С окисление происходит самопроизвольно, а наиболее термодинамически выгодным является образование  $TiO_2$ ,  $Fe_2O_3$  и  $CuO$  из простых веществ. Окисление металлов является кинетически замедленным процессом вследствие высокой энергии активации. Методами РСА и рамановской спектроскопии было установлено, что в системе  $Ti - Ti_xO_y$  при 500 °С образуется  $TiO_2$  анатаз. При повышении температуры до 700 °С имеет место конкурентное образование рутила и нестехиометрического оксида, а при 900 °С образуется стабильная форма  $TiO_2$  - рутил. Методом рамановской спектроскопии было показано, что при 1000 °С в системе  $Fe - Fe_xO_y$  образуется  $\alpha-Fe_2O_3$ , что согласуется с результатами термодинамического расчета. Для системы  $Cu - Cu_xO$  данные РСА показывают, что при 700 °С образуется метастабильный  $Cu_2O$ , что не согласуется с термодинамическими расчетами, образование  $Cu_2O$  объясняется замедленной кинетикой реакции меди с кислородом. Данные СЭМ были получены с использованием оборудования ресурсного парка СПбГУ в ресурсном центре «Геомодель». Данные Рамановской спектроскопии были получены с использованием оборудования образовательного центра «Сириус».

## БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНА И СОЛЕЙ АЛЬГИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Галкин Е.С.

10 класс, ГБОУ лицей №533, ХимЦентр при Президентском ФМЛ №239  
Руководитель: Байгозин Д.В., Педагог ХимЦентра при Президентском ФМЛ №239, Руководитель образовательного центра MEL Science Club Санкт-Петербург

В 21 веке вопрос о биодegradации используемых материалов стоит особенно остро, ведь, например, органические высокомолекулярные синтетические отходы, могут разлагаться до 1000 лет, параллельно загрязняя воздух, воду, почву.

Создание материалов, которые могут стать достойной альтернативой неразлагаемым пластмассам — актуальная проблема, решение которой очень важно для современной химии и человечества в целом.

Именно поэтому цель этой работы- создание прототипа материала, который будет быстро разлагаться и как можно меньше будет загрязнять окружающую среду.

Поставленные задачи:

- 1) изготовление материала при различных условиях (различные соотношения веществ, концентрации, температура)
- 2) Наблюдение за скоростью разложения в различных условиях (различная влажность почвы, обогащение почвенными микроорганизмами, доступ воздуха)
- 3) Отслеживание состояния почвы в процессе разложения материала

Протокол экспериментов:

№ эксперимента	Доп. обогащение почвы гумусом	Объем добавленной воды, мл	Ограниченный доступ воздуха	Время наблюдений	Состояние на данный момент времени
1	нет	0	нет	1 месяц	изменений нет
2	нет	100	нет	1 месяц	разлагается очень медленно, изменения в массе очень малы

3	нет	100	да	1 месяц	разлагается медленно, изменения незначительны, потеря около 2% массы (0,02 г)
4	да; 20 граммов	100	нет	3 недели	изменения значительны, потеря около 35% массы (0,35 г)
5	да; 20 граммов	120	нет	3 недели	изменения значительны, потеря около 40% массы (0,4 г)
6*	да; 25 граммов	100	да	3 недели	изменения очень значительны, потеря около 70% массы (0,7 г)

\*примечание, из образца количество ионов  $\text{Cu}^{2+}$  уменьшено посредством обработки 50% раствором уксусной кислоты

Из данных таблицы можно понять, что полученный материал намного быстрее разлагается во влажных почвах, обогащенных микроорганизмами.

Список использованной литературы:

- [1] Кочетков Н.К. и др. Химия углеводов. - М.: Химия. – 1967. - 672 с.  
 [2] Кольман Я., Рем К.- Г. Наглядная биохимия. – М.: Мир, 2000. -469 с.

## **БЕСФЕРМЕНТНЫЕ МИКРОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ИРИДИЯ, ЗОЛОТА И ПЛАТИНЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ**

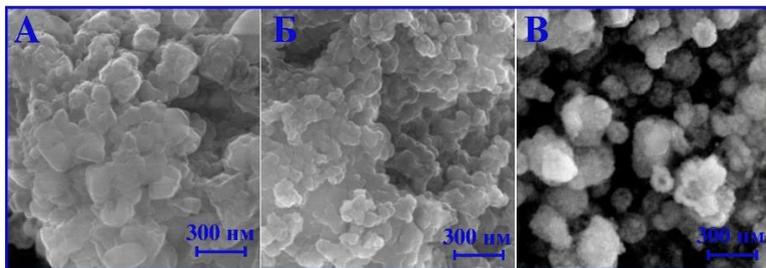
Гришанкина А.Э.

10 класс, ГБОУ Лицей №369

Руководители: к.х.н. Тумкин И.И., старший преподаватель Института химии СПбГУ, к.х.н. Панов М.С., научный сотрудник Института химии СПбГУ

Санкт-Петербург

В связи с множеством недостатков, существующих ферментных сенсорных устройств для определения глюкозы, создание новых дешевых бесферментных сенсоров, предназначенных для прямого определения биологически важных маркеров заболеваний (например, сахарного диабета) и обладающих лучшей чувствительностью и селективностью, является актуальной проблемой современной науки и медицины [1]. Особый интерес представляют сенсорно-активные материалы на основе различных биметаллических нано- и микроструктур [2]. Для реализации поставленной задачи нами был использован метод лазерно-индуцированного осаждения металлов из раствора (ЛОМР) [3]. Этот метод позволяет получать микроосадки, которые можно применять в качестве бесферментных электрохимических сенсоров. В рамках этой работы нами были получены иридиево-золотые (Ir-Au) и иридиево-платиновые (Ir-Pt) микроосадки (Рис. 1) на поверхности стеклокерамики под воздействием лазерного излучения на длине волны 532 нм из растворов, содержащих соли соответствующих металлов. Морфология поверхности, элементный и фазовый состав полученных материалов были изучены с помощью электронной микроскопии, энергодисперсионного и рентгенофазового анализа, соответственно. Вольтамперометрические методы использовались для определения пределов обнаружения и чувствительности, а также для изучения селективности образцов по отношению к D-глюкозе в присутствии ряда мешающих аналитов (пероксид водорода, аскорбиновая кислота, 4-ацетамидофенол, мочевиная кислота). Полученные материалы и предложенный способ их синтеза являются перспективными для разработки и производства новых компактных и недорогих сенсорных устройств для биохимического анализа крови человека, осуществляемого как в лабораторных, так и домашних условиях.



**Рис.1.** Электронные микрографии (А) Ir, (Б) Ir-Au и (В) Ir-Pt.

Список использованной литературы:

- [1] Hwang, D.-W., Lee, S., Seo, M., Chung, T.D., 2018. *Analytica Chimica Acta* 1033, 1–34.
- [2] Panov, M.S., Ermakov, S.S., Tumkin, I.I., Khairullina, E.M., Skripkin, M.Yu., Mereshchenko, A.S., Ryazantsev, M.N., Kochemirovsky, V.A., 2017. *Talanta* 167, 201–207.
- [3] Kochemirovsky, V.A., Skripkin, M.Yu., Tveryanovich, Yu.S., Mereshchenko, A.S., Gorbunov, A.O., Panov, M.S., Tumkin, I.I., Safonov, S.V., 2015. *Russian Chemical Reviews* 84 (10), 1059–1075.

## **СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЛЮМИНОФОРОВ**

Данилова Н.А., Черновский Н.Д.

9, 10 класс, Лицей №130 им. академика М.А. Лаврентьева

Руководитель: к.х.н. Дубинин Ю.В., научный сотрудник Института

катализа СО РАН

г. Новосибирск

В настоящее время люминофоры являются актуальными материалами, которые находят своё применение в лазерах, аналитической химии, медицинской диагностики, светодиодах. Области их применения всё более и более расширяются за счёт их люминесцентных свойств. Наибольшее распространение имеют люминофоры органического происхождения, однако существуют вещества неорганической природы, проявляющиеся аналогичные свойства. Цель нашей работы – синтез неорганических люминофоров путем твердофазного синтеза и их исследование. Для достижения данной цели мы поставили следующие

задачи: 1) Анализ литературных данных с целью выявления доступных для синтеза в школьной лаборатории люминофоров; 2) Синтез выбранных неорганических люминофоров; 3) Исследование физических, химических и люминесцентных свойств полученных материалов; 4) Анализ их возможных способов применения.

В ходе обзора литературы были выбраны неорганические люминофоры состава:  $ZnS:AgCl$ ,  $ZnS/CdS:Cu^{2+}$ ,  $BaS:Pb$ ,  $CaSO_4:Mn$ ,  $CaSO_4:Bi$ . Их люминесцентные свойства исследовались с помощью УФ-излучения, видимого света, электрического тока. Полученные данные интенсивности света в мВ для каждого люминофора фиксировались и сравнивались с фоновым значением.

На основании результатов, полученных в ходе проведения исследования, были определены основные свойства исследованных образцов, а также выбраны наиболее перспективные люминофоры для дальнейшего исследования и применения на практике.

## **ФОТОЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ ПЛАТИНЫ(II) С ИЗОЦИАНИДНЫМИ ЛИГАНДАМИ**

Иншаков Е.А.

11 класс МОБУ «Сертоловская средняя общеобразовательная школа №1»,  
ГБУ ДО «Центр «Интеллект»

Руководители: к.х.н. Кинжалов М.А., доцент Института химии СПбГУ,  
Соколова Э.В., студент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Люминесценция – это нетепловое свечение вещества, происходящее после поглощения им энергии возбуждения. Люминесценция может возникать под действием света, рентгеновского и электромагнитного излучений, при протекании химической реакции и при механическом воздействии [1]. Явление люминесценции активно используется в создании источников света, дисплеев электронной аппаратуры и в других областях.

Ряд комплексов переходных металлов проявляет фотолюминесцентные свойства, так как наличие металла способствует эффективной интеркомбинационной конверсии между синглетным и триплетным состояниями и открывает путь для излучательной релаксации из последнего (эффект тяжёлого атома). В настоящее время фотолюминесцирующие комплексы платины(II) находят широкое применение в качестве фотокатализаторов, люминесцирующих меток,

биосенсоров на кислород и в фотодинамической терапии онкологических заболеваний [2].

Цель работы: синтез новых изоцианидных комплексов платины(II), способных к люминесценции и изучение их фотофизических свойств.

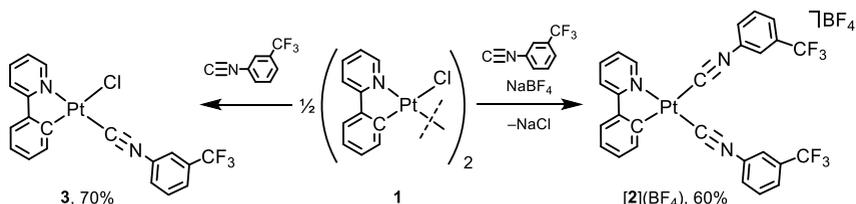


Рисунок 1. Схема синтеза комплексов  $[\text{2}](\text{BF}_4)$  и **3**.

Комплекс  $[\text{2}](\text{BF}_4)$  синтезирован взаимодействием  $[\text{Pt}(\mu\text{-Cl})(\text{ppy})_2]$  с 4 эквивалентами изоцианида в присутствии десятикратного избытка  $\text{NaBF}_4$  в  $\text{MeCN}$  (выход 60%). Комплекс **3** синтезирован взаимодействием  $[\text{Pt}(\mu\text{-Cl})(\text{ppy})_2]$  с двукратным избытком изоцианида в  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  (выход 70%). Все реакции проводились при комнатной температуре. Строение полученных соединений установлено на основе данных комплекса физико-химических методов анализа (HR-MS ESI<sup>+</sup>, ИК спектроскопия,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$  спектроскопия ЯМР) и метода РСА. Соединения  $[\text{2}](\text{BF}_4)$  и **3** люминесцируют в сине-зелёной области в диапазоне от 485 до 523 нм, квантовый выход 1.5% и 1.2% для комплексов  $[\text{2}](\text{BF}_4)$  и **3** соответственно.

### Результаты работы:

1. Раскрыто понятие люминесценции.
2. Синтезированы новые циклометаллированные комплексы платины(II) и установлена их структура в растворе и твёрдой фазе.
3. Установлено, что полученные комплексы люминесцируют в твёрдой фазе в зелёной части видимой области спектра.

*Исследование проведено при поддержке РФФИ (18-33-20073) и с использованием оборудования ресурсных центров СПбГУ «Магнитно-резонансные методы исследований», «Рентгенодифракционные методы исследования», «Методы анализа состава вещества» и «Образовательный центр по направлению химия».*

Список использованной литературы:

- [1] Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. Москва: Техносфера, 2007.
- [2] K. Li et. al // Chem. Sci. 2016. V. 7. P. 1653–1673.

## **КОВАЛЕНТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ИМИДАЗОЛИЕВОГО КАТИОНА КАК СПОСОБ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДА КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗА**

Корсакова В.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ,

Руководители: Кравченко А.В., аспирант Института химии СПбГУ, д.х.н.

Карцова А.А., профессор Института химии СПбГУ

Санкт-Петербург

Активно развивающийся метод капиллярного электрофореза (КЭ) привлекает исследователей благодаря своей экспрессности и высокой эффективности, но при этом имеет и ряд ограничений, одно из которых – сорбция основных аналитов на стенках капилляра. Для решения этой проблемы предложены динамические и ковалентные покрытия. В настоящее время предпочтение отдается последним. Они стабильны, обеспечивают по сравнению с динамическими покрытиями высокую воспроизводимость электрофоретических анализов и могут совмещаться с масс-спектрометрическим детектированием. В литературе описаны различные типы модификаторов и пути формирования таких покрытий. Нами в качестве таких перспективных модификаторов предложены имидазолиевые ионные жидкости (ИЖ).

Проведенные в нашей лаборатории предварительные эксперименты показали, что ковалентные покрытия на основе имидазолиевого катиона хорошо зарекомендовали себя при разделении нейромедиаторов – биогенных аминов [1]. Целью данного исследования явилась оптимизация синтеза ковалентных покрытий кварцевого капилляра на основе имидазолиевого катиона и выявление его аналитических возможностей при электрофоретическом определении аналитов различной природы, что может быть востребовано при решении задач клинической медицины и в области криминалистики.

Синтез покрытия включал травление стенок капилляра щелочью, силанизацию и последующую функционализацию имидазолом и 1-бромалканом. Значительное увеличение эффективности за счет предотвращения сорбции положительно заряженных аналитов на стенках капилляра уже позволил существенно снизить пределы обнаружения биогенных аминов, поэтому интересным представлялась и проверка возможности таких покрытий при определении других аналитов (например, водорастворимых витаминов в пищевых продуктах и фармпрепаратах; красителей – компонентов шариковых авторучек ручек и т.п.), что

XLIV Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии позволило бы расширить арсенал задач, решаемых методом капиллярного электрофореза.

Список использованной литературы:

[1] E. Kolobova, A. Kartsova, A. Kravchenko, E. Bessonova, Imidazolium ionic liquids as dynamic and covalent modifiers of electrophoretic systems for determination of catecholamines, *Talanta*, 2018, V. 188, pp 183-191.

## **ЛИГНИН. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

Культенко В.П.

10 класс, ГБОУ СОШ №547

Руководитель: Антипова Т.Е., учитель химии ГБОУ СОШ №547  
Санкт-Петербург

Лигнин (*lignum* – от лат. «дерево») – природный полимер.

Лигнины образуются в растениях в процессе лигнификации. Окончание лигнификации совпадает с прекращением жизни клетки, поэтому принято считать, что лигнин является необратимым конечным продуктом метаболизма в растениях.

Актуальность работы в том, что лигнин применяется во многих областях деятельности человека: сельскохозяйственная деятельность (удобрения), как компонент в производстве резиновых смесей, строительной и металлургической промышленности, в производстве кирпича, медицине, кулинарии и даже в атомной энергетике.

Объект – лигнин.

Предмет – свойства лигнина

Цель – анализ свойств и область применения лигнина в промышленном производстве и атомной энергетике.

Задачи:

- изучить строение и химические свойства лигнина;
- проанализировать методы получения полимерных продуктов на основе лигнина;
- обобщить информацию об использовании в промышленном производстве лигнина;
- рассмотреть вариант использования лигнина в атомной энергетике при очистке жидких радиоактивных отходов;

– обосновать необходимость использования виноградной косточки (лигниносодержащего продукта) как доступного источника получения природного сорбента.

Гипотеза. Природный лигнин (виноградная косточка) доступный биополимер для очистки, его использование в жидких радиоактивных отходах будет не менее эффективно, чем использование современных препаратов.

Методы исследования. Методы при написании работы исключительно теоретические: анализ, обобщение, сравнение, гипотетический, дедукция и аналогия.

На основании аналитических экспериментов и модельных расчётов, лигнин представляет собой продукт энзиматической дегидротивной полимеризации и является составной частью земной растительности. Исходными «мономерами» единицами этого процесса являются *n*-кумарильный, кониферильный и синаповый спирты, показанные на схеме (см. рисунок 1).

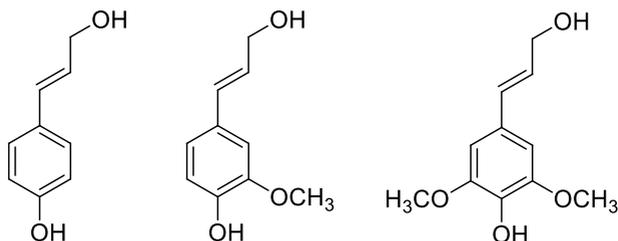


Рисунок 1. Структурные формулы *n*-кумарильного, кониферильного и синапового спиртов.

Целенаправленная модификация лигнина с целью получения эффективного ионообменного материала, который можно использовать для переработки радиоактивных отходов и очистки технологических сред от радионуклидов.

Это связано, прежде всего, с тем, что ионы тяжелых металлов являются стабильными и стойкими загрязнителями окружающей среды, поскольку они не разлагаются и не разрушаются.

Сорбционные технологии, традиционно используемые для извлечения тяжелых металлов из водных растворов, являются достаточно эффективными.

Список использованной литературы:

- [1] Ерофеев В.А., Черкашина Н. И., Культенко Э. А. Физико-химическая модель взаимодействия препаратов лигнина в процессах очистки ЖРО\Экология и развитие общества. 2015, № 2(13) – 23-28 с.;
- [2] ООО «Фолиокс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://folioks.uaprom.net/a121671-sorbenty-folioks.html>\\ дата обращения 15.01.2020;
- [3] Н.И. Черкашина, А.С. Черкашин, И.И. Марончук. Очистка сточных вод от ионов металлов сорбентами из природных материалов на основе лигнина\Новый университет. Научный журнал. 2015, №11-12 (45-46) – 51-58 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЕЛЬ-МАГНЕТИТА

Кутузов Я.А., Кабриц В.Ю.

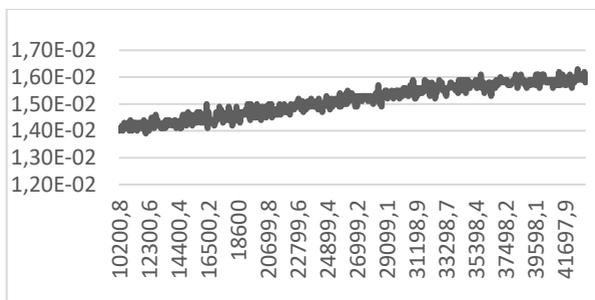
11 класс, ГБОУ «Президентский физико-математический лицей №239»,  
Лаборатория «Растворная химия передовых материалов и технологий»,  
ИТМО

Руководитель: к.х.н. Дроздов А.С., Лаборатория «Растворная химия  
передовых материалов и технологий», ИТМО  
Санкт-Петербург

В настоящее время особый интерес представляют соединения, обладающие, с одной стороны, высокой сорбционной емкостью по отношению к лекарственным соединениям, с другой стороны, безопасные для окружающей среды. Одним из соединений, которые подходят под эти критерии, является гель-магнетит, получаемый из коллоидного раствора наночастиц  $Fe_3O_4$ .

Уникальность метода заключается в том, что исходный коллоидный раствор представляет из себя частицы  $Fe_3O_4$ , образующие стабильный золь без ПАВ, а также имеет нейтральный pH.

В ходе работы были изучены сорбционные свойства гель-магнетита по отношению к сульфаниламиду в системе гель-магнетит – метанол. Было выявлено, что гель-магнетит обладает очень высокой сорбционной емкостью, а также была проведена серия экспериментов по десорбции сульфаниламида в метанол, было выявлено, что скорость десорбции невероятно мала (около  $4.66 \cdot 10^{-8}$  мг/с):



Из полученных данных десорбции был сделан вывод о том, что гелированный магнетит является адсорбентом с высокой сорбционной емкостью и высокой способностью к связыванию сульфаниламида. На данный момент проводятся исследования сорбционных свойств гелированного магнетита, подвергнутого термической обработке с целью удаления органических растворителей. Планируются исследования адсорбции высушенным магнетитом различных соединений (сульфаниламид, нефтяные фракции)

Исследования проводились методом УВ-спектрофотометрии.

[1] Дроздов А.С и др. (2016) A universal magnetic ferrofluid: Nanomagnetite stable hydrosol with no added dispersants and at neutral pH // Journal of Colloid and Interface Science, 307-312

## ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЯНОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

Миних А.А.

11 класс, ГБОУ Школа №1514

Руководитель: Латышева О.В., учитель химии ГБОУ Школа №1514  
г. Москва

Нефть – это природная жидкость, состоящая из сложной смеси углеводов. Она обладает таким важным свойством, как горючесть, вследствие чего можно считать нефть одним из важнейших энергетических ресурсов. Мировая потребность в энергии чаще всего удовлетворяется за счет полезных ископаемых. Компании топливно-энергетического комплекса наносят значительный вред окружающей среде. Одной из главных экологических проблем является образование разливов нефти.

Аварии случаются как во время природных катаклизмов: ураганы, землетрясения и шторм, так и во время повреждений скважин, подводных трубопроводов [1]. Разработка метода и технологий по решению этой проблемы является актуальной во всем мире. Об этом говорит большое количество уже изученных методов ликвидации последствий разливов нефти.

Интересными способами из существующих методов являются сорбционные способы очистки, самыми перспективными можно считать материалы на природной основе [2-3]. С другой стороны, сейчас уделяется внимание рациональному обращению с природными отходами. В России очень развита рыбная промышленность, в том числе разведение и переработка крабового мяса, раков и креветок [4]. Панцири этих животных состоят из хитина, из которого получают многофункциональный полимер – хитозан. Он способен к сорбции тяжелых металлов и нефтепродуктов. Благодаря этому можно предположить, что хитозан может стать сырьем для создания сорбирующих материалов для сбора нефти.

Была поставлена главная задача: разработать способ получения вещества на основе хитозана, обладающего сорбирующими свойствами. В работе был рассмотрен хитозан частоты 99,5% и нефть Чутырского месторождения.

Синтез образца состоял из нескольких этапов. Его синтезировали в специальном аппарате. Образец хитозана помещали в реакционную колбу и перемешивали с раствором уксусной кислоты концентрацией 1% для активации аминогруппы  $NH_2$  на структурном звене хитозана и для превращения ее в реакционноспособный радикал  $NH_3^+$ . После образования мутной, белой смеси к ней добавляли концентрированную ортофосфорную кислоту для образования фосфороксидных мостиков. Последний реагент, использованный в синтезе, - октадециламин, его добавляли для повышения гидрофобности продукта. Далее смесь промывали водой до возникновения нейтральной среды, отфильтровывали и высушивали. Образец СФХ (хитозан сшитый фосфатонами) является мелкодисперстным порошком белого цвета, но он не обладает пористостью и развитой удельной поверхностью. СВЧ излучение позволило ускорить химические реакции и увеличить площадь удельной поверхности.

Было получено два вещества: СФХ и СВЧ-СФХ, и были оценены их свойства, как адсорбентов нефти на твердой и водной поверхностях. В два стакана, наполненных водой, добавляли нефть, а затем образцы СФХ и СВЧ-СФХ. Был сделан вывод, что СВЧ-СФХ обладает большей нефтеемкостью, а, следовательно, и основными параметрами адсорбентов. Также СВЧ-СФХ показал высокие результаты в качестве адсорбента на твердой поверхности.

Было проведено фитотестирование для определения класса опасности образцов СВЧ-СФЧ до и после обработки нефтью. Для этого изготовили 8 растворов экстрактов загрязняющего вещества (СВЧ-СФХ с и без нефти) разных концентраций. На пропитанные экстрактом, фильтры помещались зерна овса. Их оставляли на неделю при комнатной температуре. Потом они были изъяты для проведения фитоэффекта и подсчета корешков. В результате проведения исследования чистому образцу был присвоен четвертый класс опасности, а обработанному третий класс опасности. Эти результаты говорят о том, что данное сорбирующее вещество наносит минимальный вред окружающей среде.

Данное исследование может быть использовано в решении глобальной проблемы образования разливов нефти, что усугубляет экологическое состояние планеты. Вещество, полученное в работе, обладает не только сорбирующими свойствами, но оно также получено из хитозана, то есть природного материала, что является актуальной задачей в экологии и химии.

Список использованной литературы:

- [1] Торопов Е. Е. Ликвидация разливов нефти подо льдом в удаленных арктических акваториях, Экология /Торопов Е. Е., Шабалин А. А., Мохов О.А. //Арктика: экология и экономика – 2018. - № 4 (32)
- [2] Климов Е. С., Бузаева М. В. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод: УлГТУ, 2011. – 201 с.
- [3] Корельский В. Методические аспекты развития рыбного хозяйства / В. Корельский // Экономист. – 2002. – № 4. – С. 64 – 68.
- [4] Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформротех», 2011. – 96 с.

## **ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ СОСТАВА $[Ln(en)_x][Fe(CN)_6]$**

Мишин А., Пуськов Г.

10 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: Крапивин М. А., преподаватель химии Академической гимназии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Одним из наиболее перспективных применений двойных комплексных солей (ДКС) является их термическое разложение. При термическом разложении ДКС в атмосфере воздуха получают смешанные

оксидные системы. Продукты термоллиза могут находить применение в различных областях, например, в катализе или в газовых датчиках.

Основным преимуществом данного метода является строгая стехиометричность полученных оксидов, так как соотношение количеств металлов четко задается структурой соли. Также, комбинация различных редкоземельных металлов в оксидных системах может увеличить их активность в каталитическом синтезе конкретных веществ.

На данный момент синтез многокомпонентных оксидов, содержащих в своем составе редкоземельные металлы и железо, из двойных комплексных солей мало изучен и практически не описан в литературе.

В данной работе проводилось изучение соединений состава  $[\text{Ln}(\text{en})_x][\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , где en – это 1,2-диаминоэтан. Нами были синтезированы ДКС на основе иттрия и неодима. Полученные соединения были качественно и количественно охарактеризованы.

Качественная характеристика проводилась с помощью методов ИК-спектроскопии и рентгенофлуоресцентного анализа. Количественная – с помощью кислотно-основного титрования и рентгенофлуоресцентного анализа. На основании полученных данных, можно предполагать, что в полученных образцах отношение количеств РЗЭ и 1,2-диаминоэтана составляет 1:4.

Проведен качественный анализ продуктов термоллиза полученных соединений, который подтверждает наличие в них РЗЭ и железа.

## **СОЗДАНИЕ МИЦЕЛЛ И КОАЦЕРВАТНЫХ КАПЕЛЬ В РАСТВОРАХ**

Низамов Р.Р.

10 класс, ГБОУ №509 Красносельского района Санкт-Петербурга  
Руководитель: Байгозин Д.В., педагог ХимЦентра при Президентском ФМЛ №239, руководитель образовательного центра MEL Science Club Санкт-Петербург

Над проблемой того, как до начала эволюции могла зародиться жизнь, трудились множество учёных. Стоял вопрос о том, каким образом сформировалась “первая” клетка.

На помощь учёным тех времён пришла гипотеза Опарина-Холдейна, объясняющая зарождение первой клетки с позиций коллоидной химии.

Согласно этой гипотезе, сначала образовались сгустки капель белков и жиров, в которых запустились простейшие процессы обмена веществ и

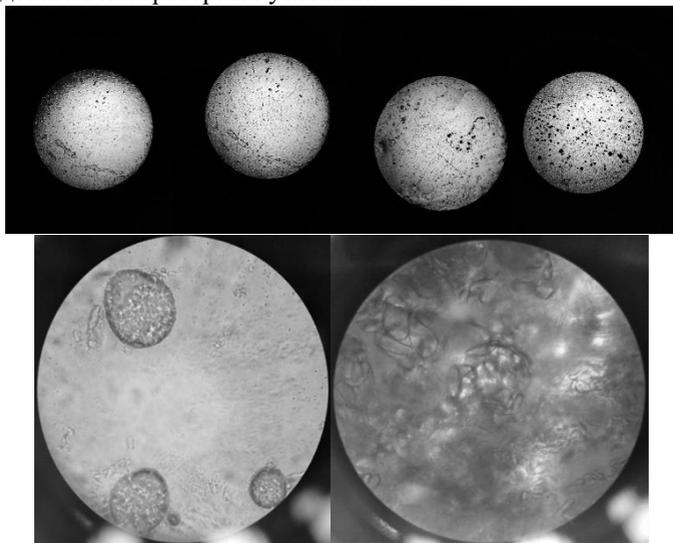
энергии. Эти сгустки, имевшие чёткие границы, ещё не обладали всеми признаками живого. Они-то и получили название коацерватов.

Коацерватные капли уже имеют липидный слой. Потому в лаборатории их можно создать растворением ионогенных ПАВ в жирах. Образуются коацерваты жиров, содержащие частицы ПАВ (последние также образуют мицеллы - своеобразные конструкции из молекул ПАВ, характер и строение которых зависит от природы растворителя). На фото ниже представлены снимки из микроскопа коацерватов и мицелл с разницей во времени (слева направо - увеличение времени стояния).

Белковые коацерваты получены не были ввиду большой трудоёмкости этого процесса, связанной с частичной денатурацией белка в щелочной среде, создаваемой ПАВом.

Также были получены шаровидные сгустки, напоминающие коацерваты при концентрировании ДНК, выделенной из банана (крайнее правое фото)

Таким образом, в ходе работы было показано, что коацервация - процесс сравнительно быстрый (значительное количество коацерватов образуется спустя 3-4 суток после начала процесса) и возможный к воспроизведению в лабораторных условиях.



Список использованной литературы:

- [1] Л.Р. Пальтиель, Г.С. Зенин, Н.Ф. Вольнец. Коллоидная химия.
- [2] Серебровская К.Б. Коацерваты и протоплазма.

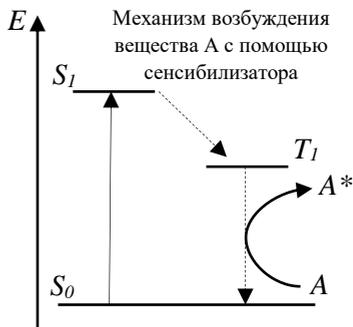
## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СМЕШАННЫХ ТЕРЕФТАЛАТОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Носов В.Г.

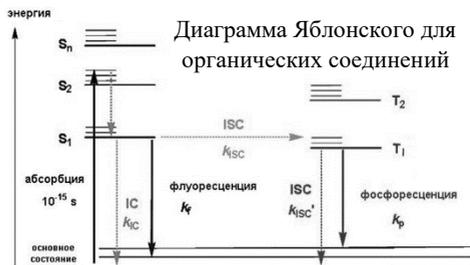
11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: д.х.н. Мерещенко А.С., доцент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Фотолюминесценцией называется явление свечения в результате поглощения света. В современном мире материалы, проявляющие фотолюминесценцию (люминофоры) широко используются в науке, технике и медицине. Многие соединения редкоземельных металлов обладают выраженными люминесцентными свойствами, однако вследствие того, что f-f электронные переходы характеризуются низкими коэффициентами экстинкции, возбуждение их напрямую часто затруднительно. Одним из решений данной проблемы является использование сенсibilизатора, хорошо поглощающего свет, с дальнейшим переносом энергии на ион редкоземельного металла (механизм представлен на диаграмме Яблонского).



Данная работа посвящена синтезу смешанных терефталатов (ТФА) оптически неактивных гадолиния (III) и лютеция (III), легированных ионами европия (III) и тербия (III) и исследования их строения и люминесцентных свойств с

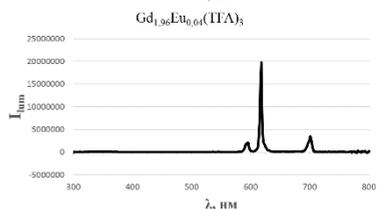
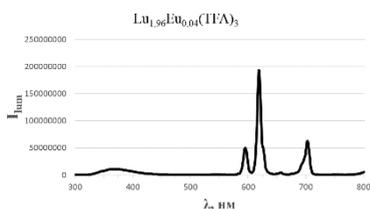
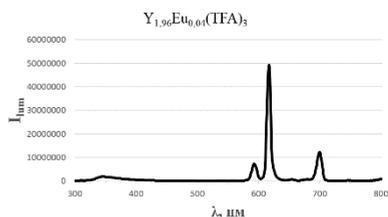
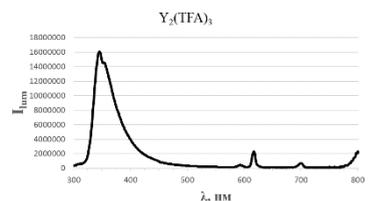


использованием современных физико-химических методов анализа, таких как рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, рентгеновская энергодисперсионная спектроскопия (EDX), колебательная (ИК и КР) спектроскопия, спектроскопия ядерно-магнитного резонанса. Соли

терефталевой кислоты интенсивно поглощают ультрафиолетовый свет, переводя терефталат-анион в синглетное возбужденное состояние, которое затем претерпевает интеркомбинационную конверсию в триплетное состояние за счет наличия тяжелого иона гадолиния(III) или лютеция(III). Возбуждение ионов европия(III) или тербия(III) происходит через перенос энергии из триплетного состояния терефталат-аниона в f-f возбужденное электронное состояние данных ионов с последующей люминесценцией. Таким образом, полученные соединения обладают интенсивной люминесценцией

На данный момент уже получены некоторые смешанные терефталаты состава  $\text{Eu}_{0,04}\text{M}_{1,96}(\text{TFA})_3$  ( $\text{M} = \text{Lu}, \text{Y}, \text{Gd}$ ), для сравнения приведены спектры люминесценции для терефталата иттрия. Во всех спектрах смешанных терефталатов наблюдается характерное для европия (III) красное свечение (полоса около 700 нм.).

Структуры и состав полученных соединений были установлены с помощью EDX и РФА.



## СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АНТИСТОКСОВЫХ ЛЮМИНОФОРОВ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АНТИСТОКСОВЫХ ЛЮМИНОФОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Олейник А.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: д.х.н. Мерещенко А.С., доцент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Для большинства материалов, проявляющих люминесцентные свойства, выполняется правило Стокса: длина волны фотолюминесценции всегда больше длины волны света, возбудившего его. Такие вещества называют стоксовыми люминофорами. Однако есть класс веществ, для которых длина волны люминесценции меньше длины волны возбуждения, и говорят, что такие вещества проявляют антистоксовую люминесценцию. Данные вещества называют антистоксовыми люминофорами. Формально для них нарушается закон сохранения энергии, т.к. энергия испущенного кванта света больше, чем энергия поглощенного. Однако процесс генерации одного кванта света люминесценции требует поглощения как минимум двух квантов света возбуждения. Материалы, проявляющие антистоксовую люминесценцию, в настоящий момент активно используются в оптике, лазерной технике, приборах ночного видения, а также в биологии и медицине в качестве люминесцентных маркеров. Использование антистоксовых люминофоров в медицине основано на преобразовании инфракрасного света в свет видимого диапазона.

Данная работа посвящена гидротермальному синтезу нанокристаллических антистоксовых люминофоров состава  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}$  и  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}$  с последующим исследованием их свойств. По результатам работы успешно проведен синтез указанных материалов, исследован размер полученных частиц, проведен элементный анализ и изучены люминесцентные свойства. Показано, что при возбуждении длиной волны 980 нм в спектре люминесценции для материалов состава  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}$  наблюдалась интенсивная полоса люминесценции с максимумом на 470 нм, а для  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}$  - 520 и 540 нм. Исследована зависимость интенсивности антистоксовой люминесценции от содержания редкоземельных элементов: выявлено, что наилучшие люминесцентные свойства проявляют материалы состава  $\text{NaY}_{0,79}\text{Yb}_{0,2}\text{Tm}_{0,01}\text{F}_4$  и  $\text{NaY}_{0,78}\text{Yb}_{0,2}\text{Er}_{0,02}\text{F}_4$ . По данным сканирующей электронной микроскопии средний размер частиц составлял 700 нм. Также было изучено влияние pH и времени синтеза на морфологию и состав получаемых соединений.

Полученные материалы могут быть использованы для создания защитных элементов документов, для разработки новых стоматологических материалов и применены в качестве биометок.

Список использованной литературы:

- [1] Boyer, J.-C. Synthesis of Colloidal Upconverting  $\text{NaYF}_4: \text{Er}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$  and  $\text{Tm}^{3+}/\text{Yb}^{3+}$  monodisperse nanocrystals/ J.-C. Boyer, L.A. Cuccia, J.A. Capobianco// Nano Lett. – 2007. – V. 7(3). – P. 847–852
- [2] Yasyrkina, D.S. Dependence of quantum yield of up-conversion luminescence on the composition of fluorite-type solid solution  $\text{NaY}_{1-x-y}\text{Yb}_x\text{Er}_y\text{F}_4$  / D.S. Yasyrkina, S.V. Kuznetsov, A.V. Ryabova, D.V. Pominova, V.V. Voronov, R.P. Ermakov, P.P. Fedorov. // Nanosystems: physics, chemistry, mathematics. – 2013. - V.4(5). - P. 648-656.
- [3] Kramer, K.W. Hexagonal Sodium Yttrium Fluoride Based Green and Blue Emitting Upconversion Phosphors/ K.W. Kramer, D. Biner, G. Frei, H.U. Gudel, M.P. Hehlen, S.R. Luthi // Chem. Mater. 2004.V. 16. P. 1244-1251.
- [4] Ясыркина, Д.С. Разработка методов синтеза  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+} : \text{Er}^{3+}$  для биомедицинских исследований: дис. канд. техн. наук: 05.27.06 / Ясыркина Дарья Семеновна; [Место защиты: Ин-т общ. физики им. А.М. Прохорова РАН]. - Москва, 2014. - 140 с.: ил.
- [5] Сагайдачная Е.А. Перспективы применения апконверсионных частиц  $\text{NaYF}_4:\text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}$  // Изв. Сарат. Ун-та. Нов. сер. Сер. Физика. 2018. Т. 18, вып. 4, С. 253-274

## ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И КРАХМАЛА

Паклина Е.К.

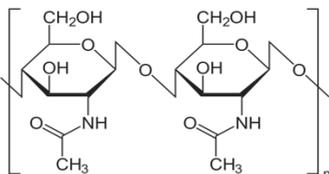
11 класс, ГБОУ №281, ХимЦентр при ФМЛ №239

Руководитель: Байгозин Д.В., педагог ХимЦентра при Президентском ФМЛ №239, руководитель образовательного центра MEL Science Club Санкт-Петербург

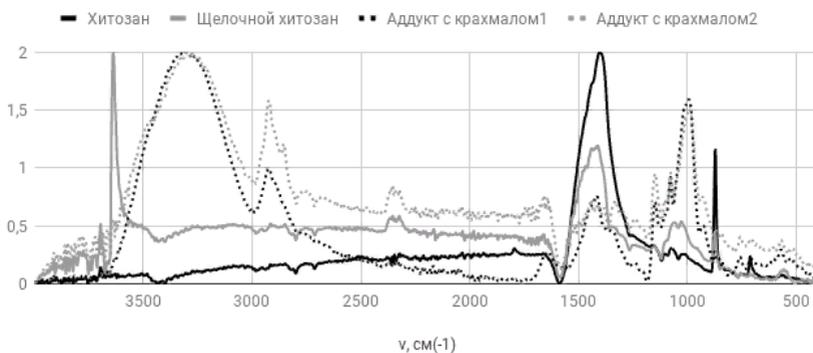
Почти все известные виды полимерных соединений и пластмасс производятся из каменного угля, природного газа и нефти. Следовательно, окружающие нас привычные вещи, такие как упаковочные и строительные материалы, элементы автомобилей, некоторые виды текстиля, детали электронных устройств изготавливаются из невозобновляемых ресурсов.

В работе рассмотрено получение биопленки из панцирей крабов. В результате получено 4 образца веществ, снят ИК-спектр и показана возможность создания перспективных материалов на основе обработанного хитина.

Хитин:



### ИК спектры продуктов



Список использованной литературы:

- [1] “Chitin Chemistry” George A.F. Roberts (1992)
- [2] “Хитин и хитозан” Скрыбин Л.Г. (2002)

## СОВРЕМЕННЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ

Примак А.А.

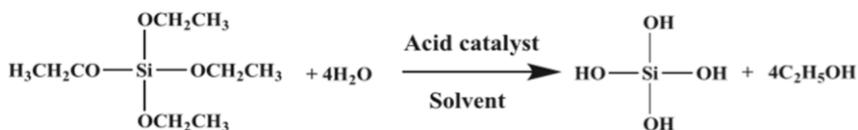
10 класс, ФГБОУ РО Лицей РГУПС

Руководитель: Светличный Д.А., преподаватель химии ЮНЦ РАН  
г. Ростов-на-Дону

В наше время нанотехнологии всё чаще применяются во многих отраслях повседневной жизни, от микроэлектроники и фармацевтики до различных умных материалов, имеющих уникальные физические и химические свойства. Среди большого разнообразия подобных веществ, можно выделить так называемые аэрогели, обладающие рекордно низкими плотностями и высокой теплоизолирующей способностью. Эти качества открывают массу возможностей по их применению как в быту, так и в научно-технической сфере в зависимости от того, какое вещество лежит в их основе [1, 2].

В целом, аэрогели это класс материалов, представляющих собой твёрдый пористый каркас, в котором жидкая составляющая привычных нам гелей, полностью заменена на газообразную фазу [3]. Такая замена значительно изменяет физико-химические свойства геля, делая его твёрдым и лёгким. Чаще всего аэрогели используют в качестве теплоизоляционного материала (при теплоизоляции домов, в некоторой одежде (Венторус, Lukla) однако теплоизоляцией его применения не ограничиваются.

С целью получения описанного материала и изучения его уникальных свойств, в качестве объекта исследования нами был выбран аэрогель на основе оксида кремния, в связи с доступностью исходных соединений и неплохими теплоизолирующими свойствами. Синтез был проведён в две стадии (Рис. 1). На первой стадии, путём кислотного гидролиза тетраэтоксисилана получали золь кремниевой кислоты, который затем подвергали поликонденсации с образованием полимерного геля.



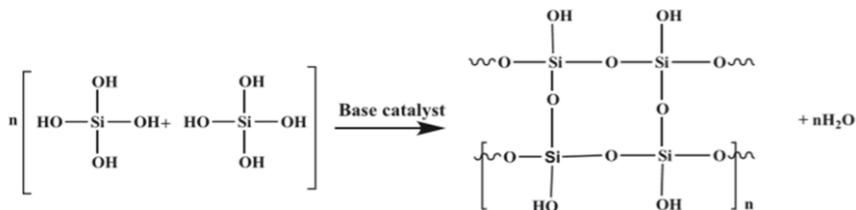


Рис. 1 Схема синтеза

Для удаления продуктов поликонденсации (воды) гель сперва промывался свежеполученным абсолютным этанолом, после чего подвергался сверхкритической сушке двуокисью углерода по разработанной нами методике, отличающейся большой простотой и доступностью. В итоге полученный аэрогель представлял из себя прозрачный (матовый) материал, обладающий присущими этому классу веществ свойствами [4], такими как низкая плотность (около  $0,03\text{г}/\text{см}^3$ ), рэлеевское рассеяние и крайне низкая теплопроводность.

Чтобы применить теплоизолирующие свойства на практике, мы изготовили бытовой термос для горячих и холодных напитков (Рис. 2), устроенный по принципу классического термоса, с заменой вакуумной прослойки на слой полученного аэрогеля. Испытания показали, что изготовленный сосуд не уступает по теплоизоляции классическим вакуумным решениям, однако значительно выигрывает у них по весу.



Рис. 2 Изготовленный теплоизолирующий сосуд (термос)

Список использованной литературы:

[1] Успехи физических наук, Том 161, Выпуски 7-9 / Гос. изд-во технико-

теорет. лит-ры, 2001/ с. 142

[2] Словарь нанотехнологических и связанных с нанотехнологиями терминов (СНТ), 2009/ с. 21.

[3] Физическая и коллоидная химия. Основные термины и определения: учебное пособие / Москва, изд. Проспект, 2016. / с 256.

[4] Марк Медовник / Из чего это сделано? Удивительные материалы, из которых построена..., 2019 / с.134.

## **БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПАКЕТЫ СУПЕРМАРКЕТОВ И ТЕХНОЛОГИИ D2W**

Смирнов А.А.

8 класс, МОБУ «СОШ «Муринский ЦО №1»

Руководитель: учитель химии Конев И.А., МОБУ «СОШ «Муринский ЦО №1»

г. Мурино, Ленинградская обл.

По данным Росприроднадзора, российские свалки занимают 4 миллиона гектаров.

Это равно площади Нидерландов или Швейцарии. Территория, занятая мусором, увеличивается на 400 тысяч гектаров ежегодно. По данным ООО «Инфомайн» ежегодно количество мусора увеличивается на 2,5-2,7 млн т в год. Если такие темпы сохранятся, то к 2050 году свалки займут 1% площади России, что влечет за собой немало экологических проблем [2].

Свыше 4 трлн. полиэтиленовых пакетов в год используется по всему миру. Только в США доля неразлагаемых отходов с каждым годом увеличивается почти на 12 млн. тонн. Экологическая ситуация в мире достигла критического масштаба. В равной степени загрязнены почвенные ресурсы и мировой океан [1].

В данном проекте речь пойдет о биоразлагаемых полимерах, которые стали активно появляться на рынках супермаркетов с призывом сохранить природу.

Но их «природное» происхождение и название с приставкой «био» не означает, что все они биоразлагаемые и безопасны для окружающей среды.

Целью проекта является;

Сравнение свойств синтетического полимера и биоразлагаемого природного полимера.

Радикальным решением проблемы полимерного мусора, по мнению большинства специалистов, является разработка, производство и применение широкой гаммы полимеров, способных при соответствующих условиях биодegradировать на безвредные для экологической среды компоненты.

Одним из самых распространенных биоразлагаемым полимером является полилактид (ПЛА) – полиэфир молочной кислоты. Так же наиболее часто применяют оксо-разлагаемую добавку d2w, которая является преимуществом для экологии [1].

Добавка d2w - это катализатор процесса окисления полимерного материала, в состав которого входят соли переходных металлов Fe или Ni. Как заверяет производитель, добавление всего 1 % этого катализатора к массе сырья позволяет добиться полного разложения полиэтилена в среднем за 3 года.

Нами была поставлена задача, выявить эту добавку в биоразлагаемых полимерах (пакетах), которыми активно пользуются покупатели в супермаркетах региона с помощью качественного химического анализа. Провести сорбцию водой на исследуемые образцы и гидролиз ПЛА [3].

Список использованной литературы:

- [1] Влияние среды на реакционную способность мономеров в синтезе полилактидов и сополимеров акрилонитрилатама, к.х.н, Шляхтин А. В., 2014, Москва
- [2] Сколько мусора производят россияне. Отбросы и общество.  
<https://journal.tinkoff.ru/garbage/>
- [3] Аналитическая химия. Учебник. Глубоков Ю.М. и др. Под ред. Ищенко А.А. \_СПО -М., 2017. – 464 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РОСТ И ОБРАЗОВАНИЕ ИЗ РАСТВОРА ОСНОВНОГО КАРБОНАТА МЕДИ («МАЛАХИТА»)

Смирнов А.Е.

9 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководители: Голышев А.А., преподаватель химии Академической гимназии СПбГУ, к.х.н. Богачёв Н.А., ассистент Института Химии СПбГУ Санкт-Петербург

Малахит – известный поделочный камень зелёного цвета, который ценится за многообразие форм, оттенков и узоров. В прошлом столетии человек научился создавать искусственный малахит, который имеет большое сходство с природным. Этот процесс требует соблюдения множества условий, и даже незначительное изменение какого-либо из них (температуры, концентрации реагентов и т.д.) ведёт к сильным изменениям продукта (его цвета, объёма, рисунка). Также в этом процессе используется концентрированный аммиак и длительное нагревание.

Проводились эксперименты с созданием «малахита» и в менее сложных условиях (в обычной лаборатории и даже дома). Для этого используют реакцию взаимодействия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с  $\text{CuSO}_4$ , где сначала образуется светло-бирюзовый осадок (условно соответствующий азуриту -  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ), со временем переходящий в зелёный («малахит»  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ) с уменьшением объёма. При всей известности этой реакции, факторы, влияющие на продукт, были исследованы лишь частично.

Поэтому целью нашей работы стало выявление наиболее значимых факторов, влияющих на образование «малахита», и его получение с максимально возможным размером частиц – следовательно, с более насыщенным цветом.

1. Была рассмотрена зависимость времени выпадения осадка и размера частиц от температуры в диапазоне от 5 °С до 80 °С. Оказалось, что при более низкой температуре скорость образования осадка ниже, а размер кристаллов выше. При этом переход осадка из «азурита» в «малахит» занимает несколько суток.

2. Нас заинтересовало изменение объёма осадка при переходе из гелевидного светло-бирюзового в зелёный. Был проведён эксперимент, определивший, что осадок при этом уменьшается примерно в 8-10 раз.

3. Было обнаружено, что при хранении голубого осадка в холодильнике, в нём образуются кристаллы фазы «малахита», которые

постепенно образуют концентрические зоны. Работа над этой частью ещё ведётся из-за низкой скорости перехода осадка.

4. В повседневной жизни часто используется пищевая сода ( $\text{NaHCO}_3$ ). Её также можно использовать в экспериментах, что, очевидно, будет влиять на процесс, хотя и приводит к образованию «малахита». Мы решили проводить большинство экспериментов парно – с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$ , с целью изучения разницы между двумя реактивами и выявления наиболее эффективного. Оказалось, что при использовании пищевой соды, на переход осадка в зелёный требуется больше времени, что позволяет нам говорить о большей эффективности именно этого реактива для получения больших по размеру частиц «малахита».

Таким образом, нами было продолжено исследование получения «малахита» при реакции медного купороса и карбоната или гидрокарбоната натрия в растворе. Выявлены основные способы влияния на протекание реакции и размер частиц продукта.

Список использованной литературы:

- [1] Precipitation of basic copper carbonates from cupric sulphate and sodium carbonate solutions. Andrew C., T. Hsu; J. appl. Chem., feb.1956, p. 84-88.
- [2] Preparation of synthetic malachiten. Reaction between Cupric Sulfate and Sodium Carbonate solutions. Parekh, Andrew, Hsu; Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev. 1968, 7, 3, 222-226.
- [3] Nucleation and Crystal Proliferation Kinetics: Amorphous-Crystal line Transformation of Basic Copper Carbonates. Andrew C., T. Hsu; AIChE journal, nov. 1971, p. 1311-1315.
- [4] Экспериментальная минералогия и генезис выращиваемого малахита. Диссертация на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. Шуйский А.В; Санкт-Петербург, 2015г.

## ИЗМЕНЧИВЫЕ КРИСТАЛЛЫ

Сосновский В.Б.,<sup>1</sup> Мирзаева С.Э.,<sup>2</sup> Романов К.Я.,<sup>3</sup> Паршина Е.К.,<sup>4</sup>  
Воронин Р.А.,<sup>5</sup> Никанорова О.В.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>10 класс ГБОУ СОШ №77 г. Санкт-Петербурга, <sup>2</sup>11 класс МАОУ «Лицей №28 им. академика Б.А. Королева» г. Нижнего Новгорода, <sup>3</sup>10 класс МБОУ Лицей №1 г. Невинномыска, <sup>4</sup>11 класс ГБОУ Лицей №369 г. Санкт-Петербурга, <sup>5</sup>10 класс МБОУ «Инженерный лицей №83» г. Уфы, <sup>6</sup>9 класс ГБОУ школа №1553 имени В.И. Вернадского г. Москвы.

Руководители: к.х.н. Скрипкин М. Ю., доцент Института химии СПбГУ, студент Института химии СПбГУ Булдаков А. В., Санкт-Петербург  
Образовательный Центр Сириус (г. Сочи)

Твердые вещества, претерпевающие при температурах близких к комнатной один или несколько фазовых переходов, представляют несомненный интерес для современного химического материаловедения, поскольку некоторые из этих фаз проявляют пьезо- или сегнетоэлектрические свойства, способны изменять свой цвет, теплоёмкость, проявлять ферромагнитные или даже сверхпроводниковые свойства. Целью представленной работы был синтез соединений, проявляющих фазовые переходы при температурах до 200 °С, определение их состава и оценка температур фазовых переходов полученных веществ.

В ходе работы было рассмотрено несколько типов веществ, обладающих невысокими температурами фазовых переходов:

1) «Классические» термоиндикаторы - тетраиодомеркураты  $M_2[HgI_4]$  ( $M = Ag, Cu(I)$ ), а также комплексные соли вида  $MX \cdot nMTA \cdot 10H_2O$  ( $M = Co, Ni$ ; НМТА- уротропин,  $X=Cl_2^{2-}, (NO_3)_2^{2-}, SO_4^{2-}$ ).

2) Галогенометаллаты алкиламмония,  $xNH_{4-n}R_nCl^+yMCl_2$  ( $X:Y = 1:1, 1:2, 2:1$ ;  $R = Et, H, Bn$ ;  $n = 1, 2, 3, 4$ ;  $M = Cu, Co, Ni$ ).

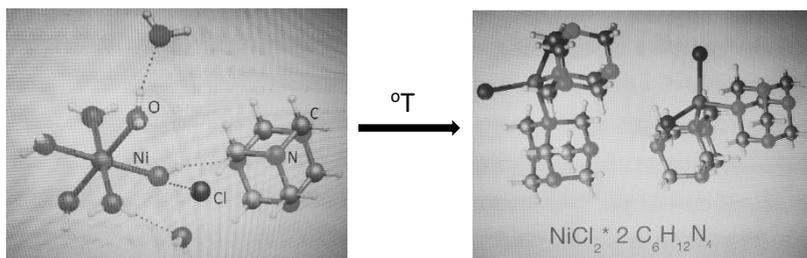


Рис.1. Структура гидратированного и дегидратированного уротропинового комплекса

Синтез проводился путем смешения растворов, содержащих стехиометрические количества реагентов, с последующим медленным испарением растворов до начала образования кристаллов. Состав полученных соединений устанавливался титриметрически (содержание ионов переходных металлов комплексонометрическим, а галогенид-ионов – меркуриметрическим методом), их фазовая однородность – методом РФА, температуры фазовых переходов с изменением цвета (термохромных переходов) определялись визуально, а все фазовые переходы методом ДСК. Также для установления структуры соединений использовались методы ИК, КР спектроскопии и, при наличии монокристаллов, РСА.

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1) Для комплексов с уротропином температура термохромных переходов растет в ряду  $\text{Cl}^- < \text{SO}_4^{2-} < \text{NO}_3^-$ , что коррелирует с устойчивостью ацидокомплексов ионов металлов в растворе;

2) Способность катиона алкиламмония образовывать водородные связи с комплексным анионом определяет количество и температуры фазовых переходов в исследованных соединениях: Самое большое число термохромных переходов зафиксировано у солей с катионом моноэтиламмония, а самые высокие температуры переходов у солей с катионом тетраэтиламмония.

3) При перекристаллизации из 1,4-диоксана может происходить изменение параметров кристаллической решетки соединения при неизменности его химического состава, вплоть до образования фазы, метастабильной при комнатной температуре.

---

Авторы данной работы благодарят образовательный центр «Сириус» (г.Сочи, Россия) за обеспечение необходимых условий работы и предоставленные оборудования и реактивов, а также Научный парк СПбГУ, ресурсные центры «Оптические и лазерные методы исследования», «Рентгенодифракционные методы исследования» и «Термогравиметрические и калориметрические методы исследования» за проведение анализа полученных в этой работе веществ.

**СИНТЕЗ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ МЕТОДОМ И АНАЛИЗ  
АНТИСТОКСОВОГО ЛЮМИНОФОРА СОСТАВА  
 $\text{NaY}_x\text{Lu}_y\text{F}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}$  и  $\text{NaY}_x\text{Lu}_y\text{F}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}$**

Фрейнкман О.В.

11 класс, МБОУ «Гатчинская СОШ №2»

Руководитель: д.х.н. Мерещенко А.С., доцент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Целью данной работы является синтез гидротермальным методом и анализ антистоксового люминофора состава  $\text{NaY}_x\text{Lu}_y\text{F}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}$  и  $\text{NaY}_x\text{Lu}_y\text{F}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}$ .

Люминесценция – это свечение атомов, молекул, ионов и других более сложных комплексов, возникающее в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное.

Антистоксовая люминесценция – фотолюминесценция, длина волны которой меньше, чем длина волны возбуждающего света  $\lambda_{\text{люм}} < \lambda_{\text{возб.}}$  ( т.е. фотолюминесценция, не подчиняющая правилу Стокса). Среди антистоксовых люминофоров, содержащих редкоземельные элементы, наибольшей интенсивностью люминесценции обладают материалы на основе фторидов, например  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}$  и  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}$ . Для материалов, содержащих иттербий-тулиевую или иттербий эрбиевую пару антистоксовая люминесценция образуется по механизму кооперативной люминесценции. Кванты света поглощаются сенсibilизатором (ионом  $\text{Yb}^{3+}$ ), а после, энергия резонансно передается другому иону ( $\text{Tm}^{3+}$  или  $\text{Er}^{3+}$ ), расположенному в соседнем узле кристаллической решетки, переводя его в первое возбужденное состояние. В случае пары  $\text{Yb}^{3+} - \text{Tm}^{3+}$  возбужденное состояние тулия(III) образуется в результате трех передач энергии от  $\text{Yb}^{3+}$  к  $\text{Tm}^{3+}$ , излучательные переходы  $^1\text{G}_4 \rightarrow ^2\text{H}_6$  и  $^1\text{G}_4 \rightarrow ^3\text{H}_4$  в ионе  $\text{Tm}^{3+}$  формирует антистоксовую люминесценцию в синей (480 нм) и красной (660 нм) областях спектра. В случае пары  $\text{Yb}^{3+} - \text{Er}^{3+}$  возбужденное состояние эрбия(III) образуется в результате двух передач энергии от  $\text{Yb}^{3+}$  к  $\text{Er}^{3+}$ , излучательные переходы  $^4\text{S}_{3/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$   $^4\text{F}_{9/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$  в ионе  $\text{Er}^{3+}$  формирует антистоксовую люминесценцию в зелёной (540 нм) и красной (660 нм) областях спектра.

Среди методов синтеза подобных материалов следует выделить сольватотермический метод, метод осаждения из водных растворов и гидротермальный метод. В нашем исследовании синтез проводился гидротермальным методом ввиду получения в результате синтеза более качественных частиц, обладающих люминесцентными свойствами.

Для анализа синтезированных частиц были использованы современные физико-химические методы:

- Сканирующая электронная микроскопия (SEM)
- Энергодисперсионный анализ (EDX)
- Спектроскопия люминесценции
- Рентгенофазовый анализ

В нашей работе также исследовалось влияние добавки оптически неактивного иона лютеция(III) на люминесценцию. Выяснилось, что небольшие добавки лютеция приводят к увеличению интенсивности люминесценции.

[1] Ясыркина Д.С. Разработка методов синтеза  $\text{NaYF}_4 : \text{Yb}^{3+} : \text{Er}^{3+}$  для биомедицинских исследований // дис.канд.техн.наук институт общей физики им. А.М.Прохорова, Москва, 2014

[2] Мерещенко А. С. «Синтез антистоксовых люминофоров на основе фторидов редкоземельных элементов» Методические указания по выполнению практической части проекта, Санкт-Петербург, 2019

**СЕКЦИЯ**  
**ХИМИЯ И МЕДИЦИНА**

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА И СВОЙСТВ  
АСПИРИНА РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ**

Бойко В.Д., Болгурцев М.Р  
10 класс, ГБОУ лицей №389 «ЦЭО»,  
Руководители: заведующий лабораторией химии окружающей среды  
Михайлова З.С., Власова Ж.Е., учитель химии  
Санкт-Петербург

Актуальность проблемы: Ацетилсалициловая кислота уже более 100 лет широко применяется как лекарственное средство – жаропонижающее, обезболивающее и противовоспалительное. Особенность ацетилсалициловой кислоты – это первое синтетическое лекарственное вещество. Человек испокон веков использовал лечебные растения, затем научился выделять из экстрактов растений лекарственные вещества в чистом виде, но первым лекарством, полного аналога которому не существует в природе, стала ацетилсалициловая кислота. Несомненно, что препараты, содержащие её, хотя бы раз в жизни принимал каждый человек.

**Проблема** заключается в том, что наряду с широким спектром применения и эффективностью данного препарата при различных заболеваниях, аспирин достаточно опасен. Существует достаточно большой список побочных эффектов аспирина на организм человека. Так стоит ли принимать лекарства, содержащие ацетилсалициловую кислоту? **Объект исследования:** лекарства, содержащие ацетилсалициловую кислоту: Аспирин в таблетках, производства Германии; Франции; России.

**Предмет исследования:** физико-химические свойства лекарств разных производителей, содержащие ацетилсалициловую кислоту

**Цель:** Исследовать физико-химические свойства аспирина различных производителей. **Задачи:** Изучить состав, свойства, провести анализ аспирина различных производителей на растворимость в воде, в этаноле; определить кислотность его растворов, содержание фенольных производных в растворах аспирина, сделать соответствующие выводы.

**Гипотеза:** свойства аспирина доказывают необходимость строго соблюдать рекомендации врача при его употреблении и в тоже время раскрывают всё новые возможности его применения в связи с высокой биологической активностью. [1]

**Методы:** Качественный и количественный химический анализ,

**Результаты эксперимента** показали, что аспирин Российского производства лучше растворяется в этаноле, чем в воде. Также эксперимент показал, что кислотность раствора аспирина Российского производителя выражена ярче, рН ниже, чем у аспирина других производителей. В результате, было выявлено, что при гидролизе российского аспирина образуется больше уксусной кислоты, чем фенолпроизводных А при гидролизе аспирина (Германия) и аспирина (Франция), наоборот, больше образуется фенолпроизводных, чем уксусной кислоты. На основании проведенных экспериментов были сделаны следующие **выводы:**

1. Аспирин российского производства плохо растворим в воде, раствор имеет ярко выраженную кислотную среду, что может привести к заболеваниям желудочно-кишечного тракта.

2. Аспирин (Германия) и аспирин (Франция) хорошо растворимы в воде, растворы не имеют повышенной кислотности, следовательно, опасность заболеваний желудочно-кишечного тракта снижена.

3. При гидролизе аспирина образуется фенолпроизводное соединение, которое является токсичным веществом для организма человека, поэтому заниматься самолечением и принимать аспирин любого производителя бесконтрольно не следует. Таким образом, наша гипотеза нашла подтверждение необходимости использования данного препарата по назначению врача и в строгом соответствии с инструкцией по применению.

**Заключение.** С внедрением в лечебную практику новых нестероидных противовоспалительных средств ныне используемые препараты, конечно, будут терять актуальность, но не аспирин с его уникальной сферой применения. Он заслуженно является лидером среди всех лекарственных препаратов. Ежегодно количество посвящённых аспирину публикаций в мире исчисляется тысячами. История аспирина необычайно поучительна тем, как новые идеи и новые подходы позволяют получить весьма важные результаты при очень старом объекте исследования.

Но в любом случае, при употреблении лекарства следует вспоминать следующее изречение Парацельса: **«Всё – яд, всё – лекарство; то и другое определяет доза»** [2].

Список использованной литературы:

- [1] А.И. Артеменко. Применение органических соединений. – М.: Дрофа, 2005.
- [2] М.Д. Машковский. Лекарственные средства. – М.: Медицина, 2001.
- [3] Я.А.Сигидин, Г.Я Шварц, А.П.Арзамасцев., С.С.Либерман. Лекарственная терапия воспалительного процесса. – М.: Медицина, 1988.

[4] Новые данные об аспирине. [Электронный ресурс]-Режим доступа: <https://yablor.ru/blogs/novie-dannie-ob-aspirine/6422985-21.01.2020>

[5] Новые научные открытие об аспирине. [Электронный ресурс]-Режим доступа: <https://helenamed.ru/new-scientific-discoveries-about-aspirin/-29.12.2019>

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО МАТЕРИАЛА ШУНГИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ЖЕЛЕЗА**

Васильев П.Н., Мосина Е.С.

10 класс, ГБОУ Лицей №389 «ЦЭО»

Руководители: заведующий лабораторией химии окружающей среды Михайлова З. С.; учитель химии Власова Ж.Е.

Санкт-Петербург

Проблема и актуальность. В настоящее время, мы часто употребляем не доброкачественные продукты, дышим грязным воздухом, пьем не качественную воду. Все эти факторы вызывают постоянное накопление токсинов в организме, что вредит нашему здоровью. О том, что существуют вещества, способные поглощать токсины и помогать, люди знали еще в начале нашей эры. Например, в древней Греции и Египте, как сорбент, использовали уголь, применяя его для обработки внешних ран. В последнее время появилось много информации о сорбционных методах очистки воды с помощью шунгита. Наше первое исследование было посвящено сравнению сорбционных свойств энтеросорбентов: активированного угля и полисорба МП. Мы решили продолжить знакомство с сорбционными свойствами различных веществ и материалов и исследовать эффективность использования шунгита как природного материала для очистки водопроводной воды от металлов: алюминия и железа. Дело в том, что водопроводная вода Санкт-Петербурга часто содержит соединения железа в количестве близком к ПДК. Мы решили проверить возможность очистить воду с помощью шунгита.

Объект нашего исследования: водопроводная вода

Предмет исследования: очистка воды от соединений железа с помощью природного материала шунгита

Цель работы: оценить эффективность использования природного материала шунгита для очистки воды от соединений железа.

Для достижения цели мы определили задачи:

Сделать обзор литературы по данной теме, изучить состав и свойства шунгита, определить содержание железа в водопроводной воде до и после очистки шунгитом, ознакомиться с методами качественного и количественного химического анализа, обсудить результаты, сделать выводы

Гипотеза: шунгит можно использовать для очистки воды от железа

Для выполнения исследования содержания железа в воде мы использовали следующие методы:

#### **Визуально-колориметрический метод**

Метод основан на способности катиона железа (II) в интервале pH 3-9 образовывать с орто - фенантролином комплексное оранжево-красное соединение. Предлагаемый метод определения железа соответствует ГОСТ 4011. Концентрацию железа в анализируемой воде определяют по окраске пробы, визуальную сравнивая её с окраской образцов на контрольной шкале.

**Колориметрический экспресс-метод** основан на использовании готовых тест-систем. Концентрацию железа в анализируемой воде определяют по окраске пробы, визуальную сравнивая её с окраской образцов на контрольной шкале.

#### **Фотоколориметрический метод**

В лабораторных условиях для повышения точности анализа определяют оптические плотности окрашенных проб с помощью фотоколориметра типа КФК-3. Концентрация общего железа в этом случае определяется по предварительно построенному калибровочному графику.

Мы использовали все методы и сделали выводы:

#### **Выводы и заключение.**

Концентрация железа через 30 минут уменьшается, а через 7 дней увеличивается. Следовательно, первоначально шунгит поглощает соединения железа, а через длительный срок, наоборот, насыщает воду соединениями железа, отдаёт железо обратно в раствор. Концентрация его повышается. Мы считаем, что использовать шунгит в качестве фильтра для водопроводной воды нецелесообразно. Таким образом, наша гипотеза не подтвердилась. По всей видимости, фильтры на основе шунгита имеет смысл применять для минерализации воды.

Список использованной литературы:

- [1] Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб. – СПб.: «Крисмас+, 2004. – 248 с.
- [2] Мосин О. В., Игнатов И. Состав и структурные свойства фуллеренсодержащего минерала шунгита // Нано и микросистемная техника. 2013. Т. 1. С. 32–40.

[3] Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2010 году, под редакцией Д. А. Голубева, Н.Д. Сорокина, Санкт-Петербург, 2010.

[4] «Норма железа в воде» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 15.12.2018.<http://rusbyr.ru/norma-zheleza-v-vode-pitevoj.html>

## **СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ АНТИБИОТИКОВ И ИНТЕРФЕРОН СОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ**

Кривоногова М.А.

9 класс, МОУ «Щегловская СОШ», ГБУ ДО Центр «Интеллект»

Руководитель: учитель химии и биологии Зяблов А.М.,

МОУ «Щегловская СОШ»

п. Щеглово, Ленинградская обл.

Антибиотик – это вещество, которое обладает способностью устранять или останавливать рост и размножение различных патогенных микроорганизмов. Это связано с тем, что антибиотики могут действовать как бактерициды или оказывать бактериостатическое действие. Антибиотики могут быть синтезированы в лаборатории или произведены живым организмом. Они обладают уровнем токсичности, который влияет на патогенные микроорганизмы, но не на организмы-хозяева, помимо каких-либо побочных реакций. В работе рассмотрены такие антибиотики как тетрациклин, пенициллин и интерферон лейкоцитарный. Интерферон лейкоцитарный человеческий (Interferon leukocytic human) – это комплекс белков, которых синтезируют лейкоциты донорской крови под влиянием вируса-индуктора интерферона.

Интерес представляет выявленное в последние годы антибактериальное действие интерферонов в отношении как грамположительных, так и грамотрицательных микроорганизмов. Антибактериальная активность интерферонов обусловлена повышением фагоцитарной активности, образованием иммуноглобулинов, усилением цитотоксичности естественных киллеров. Антибактериальное действие наблюдается через 10 минут после контакта интерферона с культурой микробов, и в зависимости от дозы возникает бактериостатический или бактерицидный эффект. Препараты ИФН повышают чувствительность бактерий к ряду антибиотиков.

Список использованной литературы:

- [1] Малеева Л.И., Сергеев В.В., Печеркина С.А., Кузнецов В.П. Влияние препарата интерферона на повышение чувствительности бактерий к антибиотикам // Антибиотики и химиотерапия. - 1988г.
- [2] Попов В.Ф., Попов О.В. Лекарственные формы интерферонов. Справочник врача. Москва, Триада-Х, 2002.
- [3] Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. Основы молекулярной биологии клетки. М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ**

Куликова В.В.

7 класс, МОУ «Щегловская СОШ»

Руководитель: учитель химии и биологии Зяблов А.М.,

МОУ «Щегловская СОШ»

п. Щеглово, Ленинградская обл.

Фитопрепараты имеют, как преимущества, так и недостатки в сравнении с лекарственными средствами на основе синтетических субстанций. К основным преимуществам лекарственных средств на основе растительного сырья относятся: широкий спектр действия, низкий уровень токсичности, доступность. Основные недостатки: отсутствие доказанного уровня эффективности с помощью клинических исследований для большинства «традиционных» и давно выпускаемых фитопрепаратов, трудность в стандартизации, непредсказуемость в побочных эффектах. При этом следует отметить, что некоторые биологически активные вещества, которые содержатся в лекарственных средствах растительного происхождения и препаратах на их основе, а также в биологически активных добавках (БАД), могут проявлять фотосенсибилизирующий эффект, гепатотоксичность, нефротоксичность, канцерогенность, а также провоцировать аллергические реакции и даже влиять на гормональный баланс.

Лекарственное растительное сырье и препараты на его основе продолжают играть важную роль в фармакотерапии. Примерно 25% лекарственных средств, зарегистрированных в РФ, являются препаратами на основе растительного сырья.

Список использованной литературы:

- [1] Шапира И.А. Лишайники: удивительные организмы м индикаторы состояния окружающей среды. - Санкт-Петербург: КРИСМАС+, 2003.
- [2] Шемякин М.М., Хохлов А.С. Химия антибиотиков. 3-е изд-е, перераб. и дополн., т.1, Изд-во АН СССР Ин-т химии природных соединений, 1961.
- [3] Булаев, В.М., Ших, Е.В., Сычев, Д.А. Безопасность и эффективность лекарственных растений: учеб.пос. – 2-е изд. Москва, Практическая медицина.
- [4] Афанасьева, Т.Г. Маркетинговый анализ ассортимента Российского рынка фитосредств // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. 2006.

## **ОТРАБОТКА ПОДХОДОВ К АНАЛИЗУ СОСТАВА ГУБНОЙ ПОМАДЫ НА ВЭЖХ**

Паршина Е.К.

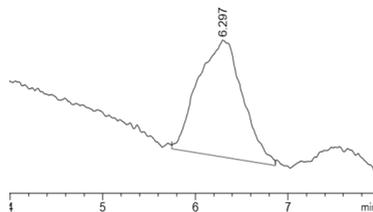
11 класс, ГБОУ Лицей №369, ХимЦентр при ФМЛ №239

Руководитель: Байгозин Д.В., педагог ХимЦентра при Президентском  
ФМЛ №239, руководитель образовательного центра MEL Science Club  
Санкт-Петербург

В современном мире губные помады, выпускаемые различными производителями, находят широкое применение в косметической области. В связи с этим появляется необходимость контролировать состав помады, выпускаемой на рынок, для предупреждения использования человеком продукта, имеющего в своем содержании компоненты, вредные для здоровья. Цель представленной работы – отработка подходов к анализу состава губной помады с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии.

В ходе работы были подобраны экстрагент для выделения основного компонента, а также элюент для исследования в хроматографической системе трех видов помад, выпускаемых различными производителями. Был проведен анализ состава трех исследуемых образцов при помощи жидкостного хроматографа Agilent 1260 (C18, система ацетонитрил - вода в соотношении 4:1).

Было выявлено, что наиболее пригодным для проведения жидкостной хроматографии с выбранными образцами является экстрагент состава этилацетат-гексан в соотношении 1:10.



Хроматограмма образца помады «Make up forever»

Список использованной литературы:

- [1] Ольшанова К.М.,Потапова М.А.,Практикум по хроматографическому анализу, «Высшая школа» (1970);
- [2] Фридман Р.А, Технология косметики, «Пищевая промышленность» (1964);
- [3] Вилламо Х., Косметическая химия, «Мир» (1990)

## **ОТРАБОТКА МЕТОДОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БАКТЕРИЙ *E. COLI* И ПРОВЕРКИ БАКТЕРИЦИДНОСТИ РАСТВОРОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Чебекова В.В.,<sup>1</sup> Цендина Е.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>11 класс, Академические классы, ХимЦентр при ФМЛ №239

<sup>2</sup>11 класс, ГБОУ СОШ №639, ХимЦентр при ФМЛ №239

Руководитель: Байгозин Д.В., педагог ХимЦентра при Президентском ФМЛ №239, руководитель образовательного центра MEL Science Club Санкт-Петербург

Вокруг нас живут, размножаются и погибают миллионы различных микроорганизмов, большая часть из которых не вредит жизни человека. Однако существуют и такие, которые представляют серьезную угрозу для людей. Бактерии, вирусы и грибок могут вызывать тяжелые заболевания, поэтому от них необходимо своевременно избавляться. Таким образом, для улучшения качества жизни и снижения риска возникновения болезней в современном мире нужны методы контроля численности микроорганизмов, уничтожения или, по крайней мере, сокращения количества болезнетворных микробов до приемлемого уровня. А также, по возможности, методы экспресс-анализа среды на их наличие.

Результаты исследований ясно показывают, как сплавы с некоторыми тяжелыми металлами подавляют бактерии. Так, например, растворенная медь и медные поверхности сдерживают рост непатогенных разновидностей *E. coli*.

Так как в образце содержалось достаточно большое количество исследуемых *E. coli*, посев проводился на плотные питательные среды (для получения изолированных колоний и определения чистоты культуры). Для посева были приготовлены разные виды сред для выявления среды наиболее подходящей для культивирования *E. coli*:

1. среда на основе пищевого агар-агара без добавок;
2. среда на основе пищевого агар-агара с добавлением кровяного бульона;
3. среда Эндо.

На средах 1. и 2. бактерии не выросли из-за отсутствия/недостатка питательных веществ, необходимых для их жизнедеятельности, а на плотной дифференциально-диагностической среде Эндо микроорганизм дал обильный рост при значительном помутнении среды. Кишечная палочка образовала плоские, темно-красные (вследствие расщепления лактозы, содержащейся в среде), с темным металлическим блеском, местами сливающиеся между собой колонии.

Чтобы сократить количество колоний, выросших на среде Эндо, был проведен эксперимент: были приготовлены растворы меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ) 0,10; 0,50; 0,75 [мг/л] ( $V$  раствора = 100[мл]), растворы готовили на стерильной водопроводной воде. Затем добавили суспензию *E. coli*, перемешали, и через определенные времена (5, 15, 30, 60) сделали посева на чашки. При посеве использовали питательную среду Эндо, инкубировали посева при  $37^\circ\text{C}$ , подсчет колоний осуществлялся через 24 часа. В итоге даже при самой низкой концентрации меди количество колоний существенно сократилось (при  $\text{C Cu}^{2+} = 117$  мкг/л и  $t=60$  мин % гибели бактерий составил 67%).

Отработан метод анализа бактерицидности жидкостей и проверен уровень бактерицидной концентрации ионов тяжелых металлов на примере меди.

Список использованной литературы:

- [1] А.П. Асташкина. Приготовление питательных сред и культивирование микроорганизмов. Изд-во: Томский политехнический университет (2015)
- [2] [Harold T. Michaels](#). Медные сплавы в борьбе против микроорганизмов. Plumbing Standarts № 4 (2004)

## **ФИТОНЦИДНЫЕ ВЕЩЕСТВА КАК АЛЬТЕРНАТИВА АНТИБИОТИКАМ В СОСТАВЕ БАКТЕРИЦИДНОГО МЫЛА**

Шевцова С.Д.

8 класс, МОУ «Щегловская СОШ», ГБУ ДО Центр «Интеллект»  
Руководитель: доц., к.б.н. Лебедев В.Н., учитель химии и биологии  
Зяблов А.М., ГБУ ДО Центр «Интеллект», МОУ «Щегловская СОШ»  
п. Щеглово, Ленинградская обл.

На коже человека, а также внутри ЖКТ находится много микроорганизмов, среди которых есть *E. coli*, которая считается возбудителем серьёзных заболеваний. Для ликвидации бактерий с поверхности кожи используют антибактериальные мыла с добавлением антибиотиков.

Стало интересно смогут ли водные вытяжки также как антибиотики справляться с развитием кишечной палочки. Для этого была сделана практическая работа.

Цель исследования. Сравнить и оценить бактерицидную активность отобранных видов антибиотиков и водных вытяжек растений на развитие кишечной палочки, использование водных вытяжек в качестве антибактериального мыла.

Список использованной литературы:

- [1] Арутюнова Э.К., Степанченко Е.С. Диско-диффузионный метод определения чувствительности к антибиотикам. Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации - Тверь. 2017.г.
- [2] Гущина Д.П. Эффективность использования мыла как антибактериального средства. Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина -Ульяновск. 2016.г.
- [3] Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: Учебник. 2004.

**СЕКЦИЯ**  
**ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ**

**КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В ВАНИЛИН**

Бородина О.А.

10 класс, МБОУ «Гимназия №3»

Руководитель: к.х.н. Дубинин Ю.В., научный сотрудник ИК СО РАН,  
г. Новосибирск

Объектом исследования в данной работе является древесина пяти различных пород дерева, распространенных в Новосибирске и Новосибирской области. Для работы была выбрана древесина сосны, тополя, осины, дуба и березы.

Цель работы: Проведение экспериментов по окислению образцов древесины с целью получения ванилина. Для выполнения обозначенной цели были поставлены следующие задачи: изучение литературы, связанной с тематикой работы, проведение экспериментов с разными видами дерева для выявления наиболее перспективной породы, приготовление катализаторов, проведение окисления древесины тополя в автоклаве, анализ полученных данных методом газовой хроматографии с масс-спектрометрией на содержание ванилина.

Работа построена на следующих источниках: научные статьи по теме исследования, учебники и монографии по химии и химической технологии, ресурсы сети интернет.

Исследование проводилось посредством проведения экспериментов в лаборатории каталитических процессов переработки возобновляемого сырья. Анализ методом ГХ-МС при помощи оборудования Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН.

По результатам работы были сделаны следующие выводы:

1. Проведены эксперименты по окислению образцов различных пород дерева. Выявлены наиболее перспективные образцы для дальнейшего исследования.

2. По результатам экспериментов прошлого (2018/2019 уч. года) была опубликована статья.

3. Синтезированы гетерогенные катализаторы окисления для проведения экспериментов по превращению древесины в ванилин в автоклаве.

4. Проведено исследование окисления лигнина древесины тополя в ванилин в автоклаве при  $T = 140-150^{\circ}\text{C}$  и давлении 3 атм.

5. Показано, что катализатор с содержанием оксида меди 10 масс. % демонстрирует большую эффективность.

6. Представлен дальнейший план работ.

7. Проведена технико-экономическая оценка процесса переработки древесины тополя в ванилин.

Список использованной литературы:

- [1] Коропачинская Наталья Валерьевна, «Каталитическое окисление лигнинов в ароматические альдегиды в присутствии оксида меди». Дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04: Красноярск, 2004, 120 с. РГБ ОД, 61:05-2/261
- [2] Кузнецов, Кузнецова, Данилов, Тарабанько, «Получение химических продуктов из древесины берёзы методами каталитического окисления и кислотного катализа». Химия в интересах устойчивого развития, 2005, Т. 13, С. 531-539.
- [3] Коропачинская Н.В., Тарабанько В.Е., Черняк М.Ю. Каталитическое окисление березовой древесины (*Betula pendula* Roth.) кислородом в сиреневый альдегид и ванилин. Химия растительного сырья. 2003. № 2. С. 9-13.
- [4] Р.З. Пен, А.В. Бывшев, И.Л. Шапиро, И.В. Мирошниченко, В.Е. Тарабанько, «Низкотемпературная окислительная делигнификация древесины». Химия растительного сырья. 2001. № 3. С. 11–15.
- [5] Лазурьевский Г.В., Терентьева И.В., Шамшурин А.А. Практические работы по химии природных соединений. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: 1966. — 335 с.

## **ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ МИКРОСТРУКТУР МЕДИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ ИЗ РАСТВОРА**

Гарин Д.А., Кандаков И.С.  
10 класс, ГБОУ СОШ №197

Руководитель: к.х.н. Тумкин И.И., старший преподаватель Института  
химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Развитие области создания и тестирования биосенсоров - одна из наиболее перспективных отраслей современной медицины. Анализы крови и иных жидкостей биологического происхождения, портативные глюкометры для больных сахарным диабетом - основа современной медицинской диагностики, необходимость в которой растет с каждым днем. Так, в качестве биосенсоров для анализа глюкозы могут выступать микроструктурированные осадки меди и других металлов. Для получения таких микроструктур был использован метод лазерно-индуцированного осаждения металлов из растворов.

LCLD (laser induced liquid phase deception) – лазерно-индуцированное осаждение металлов из растворов.

Метод LCLD – один из наиболее перспективных на данный момент и имеет несколько неоспоримых преимуществ перед иными методами получения проводящих структур на поверхности диэлектриков (LCVD, PLD, LIFT, LPDS): он позволяет осаждать высокопроводящие микроструктуры без предварительной подготовки, относительно дешевле в проведении, скорость получения готового продукта так же высока.

Суть метода заключается в следующем: лазерный луч фокусируется на границе раздела фаз (диэлектрик-раствор). В качестве диэлектрика в данной работе был использован стеклокерамический материал Ситалл. Ситалл расположен в кювете, находящейся на моторизированной подвижке. После фокусировки лазера с компьютера задаются параметры движения подвижки и запускается процесс синтеза микроструктуры. Таким образом, в ходе реакции, индуцируемой лазером, получается проводник нужной формы. Весь процесс контролируется при помощи web-камеры.

В данном исследовании методом LCLD были получены микроструктуры меди из раствора следующего состава: хлорид меди, гидроксид натрия, тартрат калия-натрия и сорбит (sorbitol). Активность полученных микроструктур в качестве биосенсоров на глюкозу была изучена методами циклической вольтамперометрии и амперометрии.

Список использованной литературы:

[1] В.А. Кочемировский, М.Ю. Скрипкин, Ю.С. Тверьянович, А.С. Мерещенко, А.О. Горбунов, М.С. Панов, И.И. Тумкин, С.В. Сафонов. Лазерно-индуцированное осаждение меди из водных и водно-органических растворов: состояние и перспективы исследований

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТАЛЛОМОВ ЛИШАЙНИКА ПАРМЕЛИЯ РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН НА СОДЕРЖАНИЕ И АНТИБИОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ УСНИНОВОЙ КИСЛОТЫ**

Гудеев М.О.

9 класс, МОУ «Щегловская СОШ», ГБУ ДО Центр «Интеллект»

Руководитель: учитель химии и биологии Зяблов А.М.,

МОУ «Щегловская СОШ»

п. Щеглово, Ленинградская обл.

Пармелия (лишайник) – многолетнее растение из семейства пармелиевых, представляет собой симбиоз двух организмов, один из которых относится к группе грибов, другой – к зеленым водорослям. Тело его носит название слоевища, состоит из кожисто-хрящевых, узких, ветвистых, желобоватых, голых лопастей зеленовато-серого цвета со стороны, обращенной к свету. Одно из самых главных веществ, входящих в лишайник является усниновая кислота. Усниновая кислота является одним из специфических лишайниковых веществ, которые образуются в процессе метаболизма и не встречаются в других группах организмов.

Усниновая кислота – желтое кристаллическое вещество с остовом дибензофурана обладает высокой активностью по отношению ко многим патогенным организмам вирусной, бактериальной и грибковой природы, благодаря своим свойствам используется в косметике, стоматологии и других областях медицины. Наибольшее внимание привлекло использование усниновой кислоты при лечении туберкулеза. Весьма интересным представляется применение усниновой кислоты против бактерий, устойчивых к действию традиционно используемых антибиотиков. Правовращающая (+) усниновая кислота оказалась активной в отношении мультирезистентного штамма *Mycobacterium aurum*, непатогенного микроорганизма, близкородственного возбудителя туберкулеза. В отношении энтерококков, устойчивых к ванкомицину, усниновая кислота была активна даже в небольших дозах. Кроме того, показано, что усниновая кислота снижает рост метициллин-устойчивых

штаммов *Staphylococcus aureus* и препятствует образованию биопленок и могут быть рекомендованы для больных муковисцидозом.

Список использованной литературы:

- [1] Шапира И.А. Лишайники: удивительные организмы и индикаторы состояния окружающей среды. - Санкт - Петербург: КРИСМАС+, 2003.
- [2] Шемякин М.М., Хохлов А.С. Химия антибиотиков. 3-е изд-е, перераб. и дополн., т.1, Изд-во АН СССР Ин-т химии природных соединений, 1961.
- [3] Михайлов И.Б. Что нужно знать каждому об антибиотиках. СПб, Изд-во «Диля», 2004.
- [4] Штро А.А. Исследование активности производных усниновой кислоты отношении вируса гриппа, - Санкт-Петербург, 2014

## ФОТОГРАФИЯ В КОЛИЧЕСТВЕННОМ АНАЛИЗЕ

Калинова А.Е.,<sup>1</sup> Прутян О.И.,<sup>2</sup> Ильбактин И.У.,<sup>3</sup> Гилемханов Р.Р.,<sup>3</sup>  
Остросаблин А.Н.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>11 класс, МАОУ «Физико-технический лицей №1», г. Саратов

<sup>2</sup>10 класс, МБОУ лицей №11, г. Челябинск

<sup>3</sup>10 класс, ГБОУ Республиканский инженерный лицей-интернат, г. Уфа,

<sup>4</sup>10 класс, МБОУ Школа №140, г. Нижний Новгород

Руководители: к.х.н. Пешкова М.А., доцент Института химии СПбГУ,

Калиничев А.В., аспирант Института химии СПбГУ,

Похвищева Н.В., магистрант Института химии СПбГУ

Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

Химические сенсоры широко используются в аналитической химии, медицине, экологическом мониторинге. Среди различных типов сенсоров особое место занимают ионоселективные оптоды — химические сенсоры, преобразующие информацию о содержании анализируемого иона в растворе в оптический сигнал. Оптоды позволяют проводить неразрушающий анализ, кроме того широкие возможности миниатюризации, низкие пределы обнаружения и высокая чувствительность обуславливают перспективность использования оптодов для решения множества аналитических задач. При этом оптические химические сенсоры не требуют никаких источников питания и легко изготавливаются.

Сенсор состоит из матрицы и растворенных в ней активных компонентов. Матрица представляет собой полимер и пластификатор —

растворитель для активных компонентов. Активные компоненты: хромоинофор ( $C$ ) — гидрофобный pH-индикатор, существующий в двух формах, протонированной и депротонированной, которые имеют разные максимумы поглощения света, т.е. разный цвет; ионофор ( $L$ ) — селективный лиганд, образующий заряженные комплексы с аналитом в полимерной фазе; ионная добавка ( $R$ ), которая компенсирует заряд протонированной формы хромоинофора и комплексов аналит-ионофор, обеспечивая тем самым электронейтральность полимерной фазы. В классической литературе [1], посвященной оптодам, описано уравнение отклика катион-селективного сенсора на основе нейтрального хромоинофора и нейтрального ионофора:

$$\frac{a_I}{a_H} = (K_{exch}^{IL})^{-1} \left( \frac{\alpha}{1-\alpha} \right) \frac{R_T - (1-\alpha)C_T}{L_T - (R_T - (1-\alpha)C_T)}$$

где  $K_{exch}^{IL}$  — константа ионного обмена,  $\alpha = [C]/C_T$  — доля депротонированной формы хромоинофора,  $C_T, L_T, R_T$  — брутто-концентрации хромоинофора, ионофора и ионной добавки в полимерной фазе соответственно. Данное уравнение позволяет проводить априорную оптимизацию состава сенсорной фазы для создания оптодов с заданными свойствами.

В данной работе были изготовлены жидкие сенсорные композиции из поли(винилхлорида), пластифицированного бис(2-этилгексил)себацатом, с добавлением колориметрических липофильных индикаторов. Данные композиции, представляющие собой гомогенный раствор, были использованы для создания тонких плёнок оптических сенсоров для анализа ионного состава водных сред. С помощью полуколичественного, с построением цветовой шкалы, и полностью количественного, с построением градуировочного графика, методов с целью установления количественного содержания ионов  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  были проанализированы следующие реальные образцы: вода Черного моря, смешанная человеческая слюна, медицинский препарат «Аква Марис» и минеральная питьевая вода «Боржоми». Полученные результаты хорошо коррелируют с литературными данными.

Список использованной литературы:

[1] K. Seiler, W. Simon *Anal. Chim. Acta*, **1992**, 266, 73–87.

## ГАЛОГЕННЫЕ СВЯЗИ В ТИОЦИАНАТАХ ДИАРИЛИОДОНИЯ

Кисслер Т.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководитель: к.х.н. Иванов Д.М., ассистент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

В настоящее время активно изучается такой тип межмолекулярных нековалентных взаимодействий, как галогенные связи (ГС). Их можно назвать аналогом водородных связей, в которых роль атома водорода играет атом галогена. Они находят широкое применение в материаловедении, катализе, а также в биохимии галогенсодержащих веществ.

В качестве акцепторов ГС могут выступать различные нуклеофилы, в том числе галогениды и псевдогалогениды. Типичный представитель последних – тиоцианат-анион  $\text{SCN}^-$ . ГС с участием этих анионов изучались в основном с нейтральными галогенсодержащими соединениями. Следует отметить, что S-нуклеофильный центр является более предпочтительным для образования ГС, однако в ряде случаев были зафиксированы взаимодействия и с N-нуклеофильным центром тиоцианата.

Примеры образования ГС тиоцианата с иодсодержащими катионами единичны, поэтому в рамках данного исследования были проведены синтез и кристаллизация ряда тиоцианатов диарилиодония  $[\text{Ar}_2\text{I}]\text{SCN}$ . В их структурах (Рис. 1) обнаружены три разных типа ассоциации анионов и катионов с образованием ГС. Предполагается, что способ ассоциации определяется формой диарилиодониевого катиона.

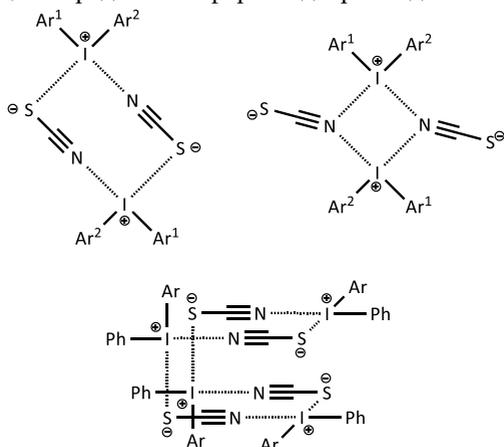


Рис. 1. Супрамолекулярные кластеры разных типов в кристаллах  $[\text{Ar}_2\text{I}]\text{SCN}$ .

Список использованной литературы:

- [1] Pure Appl. Chem. 2013, 85, 1711–1713
- [2] Heteroatom. Chem. 2006, 17, 449–459
- [3] Acta Cryst. 2017, B73, 203–209
- [4] J. Org. Chem. 2015, 80, 11, 5783–5788
- [5] J. Fluor. Chem. 2014, 163, 28–33
- [6] J. Org. Chem. 1978, 43, 2432–2435
- [7] Russ. Chem. Bull. 1984, 33, 2130–2135

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ВИДИМОГО СВЕТА ИНДИГО-ПРОИЗВОДНЫМИ

Кутузов Я.А.<sup>1</sup>, Золенко М. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>11 класс ГБОУ «Президентский ФМЛ №239», ХимЦентр

<sup>2</sup>11 класс, ГБОУ гимназия №526, ХимЦентр при Президентском ФМЛ №239

Руководитель: Байгозин Д.В., педагог ХимЦентра при Президентском ФМЛ №239, руководитель образовательного центра MEL Science Club Санкт-Петербург

Индиго и его производные известны человеку с давних времен. Сам индиго в древности добывали из природного сырья, в частности, из растений рода *Indigofera*. А пурпур, который является смесью индиго и 6,6'-диброминдиготина, был самым дорогим и ценным красителем Античности, так как такни, окрашенные им, не линяли. В конце XIX века были идентифицированы и синтезированы индиго, индигокармин и др.

К настоящему времени был спланирован и частично проведен синтез индиго, а также спланирован синтез бром- исульфо-индиго. Планируется изучение стадии окисления о-нитротолуола с дальнейшим выбором оптимального окислителя. Планируется изучение поглощения видимого света образцами с целью установления зависимости длины волны поглощаемого света в зависимости от заместителей.

Целевые продукты – индиго, 6,6'-диброминдиготин, сульфоиндиго:

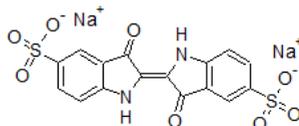
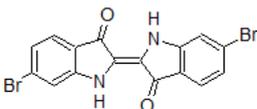
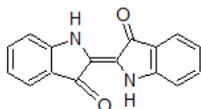
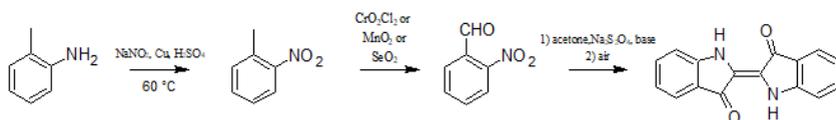


Схема синтеза индиго:



Список использованной литературы:

- [1] Фотоника молекул красителей и родственных орг. соединений. Теренин. А. Н., изд-во «Наука», Ленинград. отд., Л., 1967, 1-616
- [2] Перпаративная органическая химия, пер. с польского В.В. Шпанова и В.С. Володиной, под общей редакцией докт. хим. наук. Н.С. Вульфсона, Государственное научное-техническое издательство химической литературы, Москва, 1958

## МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИИ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ЗЕМЛИ

Лазорин Д.С.,<sup>1</sup> Байтемиров М.М.,<sup>2</sup> Карапузов В.В.,<sup>3</sup> Ерошкин А.А.,<sup>4</sup>  
Татарникова Д.А.,<sup>5</sup> Яковлев А.С.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>10 класс, МАОУ СОШ №47, г. Томск, <sup>2</sup>10 класс, МАОУ лицей №5, г. Долгопрудный, <sup>3</sup>9 класс, МОУ «Заволжская» СОШ им. П.П. Смирнова, п. Заволжский, <sup>4</sup>10 класс, МБОУ "Лицей №23", г. Озерск, <sup>5</sup>ГБОУ Школа №853, г. Москва, <sup>6</sup>9 класс, ГБОУ школа №1568, г. Москва  
Руководитель: к.х.н. Копаничук И.В., Сколтех, г. Москва  
Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

**Введение.** Методы Монте-Карло — группа численных методов для изучения случайных процессов. Суть метода заключается в следующем: процесс описывается математической моделью с использованием генератора случайных величин, модель многократно рассчитывается, на основе полученных данных вычисляются вероятностные характеристики рассматриваемого процесса. Метод Монте-Карло имеет своим истоком «игольный эксперимент» Буффона, поставленный тем в 1777 г. Эксперимент, заключался в бросании иглы на плоскость с равномерно расположенными параллельными линиями, чтобы оценить величину отношения длины окружности к длине ее диаметра. Опубликованное решение Буффона-Лапласа используется до сих пор и имеет огромное значение в прикладной статистике. Опубликованные статистические

результаты в 1899 году пивоваром Уильямом Госсетом — пример первого успешного применения моделирования в области управления промышленным процессом. Титан — спутник Сатурна. Был открыт Х. Гюйгенсом в 1655 году. Первые фотографии с Титана были получены телескопом “Хаббл” в 1990 году. На сделанных в инфракрасном спектре снимках были видны метановые облака. Аппарат Кассини находится на орбите Сатурна с 1.07.2004 г. Им были зарегистрированы озера, предположительно состоящие из метана.

**Целью проекта** является изучения случайных процессов моделирование метановых озер на поверхности Титана с помощью двух различных способов и сравнение полученных результатов. Первый способ – метод Монте-Карло, второй - метод молекулярной динамики, основанный на расчете траекторий и конечных координат с помощью законов классической механики и электростатики.

**Выводы.** Таким образом нами были получены следующие выводы: успешно смоделированные системы методом молекулярной динамики в программе LAMMPS, реализован метод Монте-Карло в NVT-ансамбле, рассчитана энергия и давления метана в различных условиях, получены параметры для термического уравнения состояния метана, которые сошлись с экспериментом, подтверждена возможность существования жидкого метана на поверхности Титана.

Список использованной литературы:

- [1] Аксенова Е.В., Кшевецкий М.С. Вычислительные методы исследования молекулярной динамики. — СПб.: СПбГУ, 2009.
- [2] Пиотровская Е.М., Бродская Е.Н. Метод Монте-Карло в статистической термодинамике и физической химии.
- [3] Френкель Д., Смит Б. Принципы компьютерного моделирования молекулярных систем. — Москва.: Научный мир, 2013.
- [4] Allen M.P., Tildesley D.J. Computer simulation of liquids. — Oxford: Clarendon Press, 1987.
- [5] Anderson H.L. Metropolis, Monte Carlo and the MANIAC. Los Alamos Science 1986. Vol. 14, pp. 96-108

## ОСАЖДЕНИЕ МЕДИ ИЗ ГЛУБОКИХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ЛАЗЕРНЫМ ПУЧКОМ

Лукконен А.В.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководители: к.х.н. Тумкин И.И., старший преподаватель Института химии СПбГУ, инженер Гордейчук Д.И.

Санкт-Петербург

Лазерное осаждение металлов из раствора (ЛОМР) – один из перспективных методов металлизации диэлектрических поверхностей. Существуют несколько разновидностей этого метода. Наиболее широко распространено осаждение металла из водных и водо-органических растворов солей. Он позволяет относительно дёшево создавать микро- и наноразмерные металлические структуры на поверхности диэлектрика. Медь, является одним из самых распространенных металлов для микроэлектроники, так как это наиболее дешёвый металл, обладающий хорошим восстановительным потенциалом и низким удельным сопротивлением. Метод ЛОМР используется для печати части микрочипов, процессоров. Также разработаны методики осаждения никеля, серебра, золота, палладия, платины, хрома и вольфрама. В качестве восстановителя, как правило, используется формальдегид, реже – многоатомные спирты.

Для создания наноразмерных металлических структур (< 6 нм) требуется чрезвычайная точность лазерного пучка. В точке фокуса пучка излучения реакция инициируется точечным повышением энергии системы, что сопровождается локальным нагреванием раствора. Использование воды как растворителя приводит к тому, что в фокусе лазерного пучка образуются пузырьки пара, которые расфокусируют пучок. Кроме того, осаждённый металл подвергается окислению и коррозии со стороны растворённого в воде кислорода, что губительно для металлических структур, а также не позволяет создавать гибкие микросхемы, одну из последних перспективных идей в техническом творчестве. Также формальдегид относится к первому классу опасности, что делает этот метод неэкологичным.

Следовательно, для дальнейшего развития отрасли микроэлектроники, а именно для уменьшения создаваемых наноструктур при соблюдении экологических норм, необходимо найти такой растворитель, при лазерном осаждении металла, компоненты которого не будет вступать в реакцию с осаждённым металлом. Этим параметрам, возможно, будут соответствовать глубокие эвтектические растворители (deep eutectic solvents, DESs, ГЭР).

### **Цель исследовательской работы**

Изучение медных микроструктур, полученных из систем на основе глубокого эвтектического растворителя путём окислительно-восстановительной реакции в фокусе пучка лазерного излучения, при различных мощностях лазерного излучения и времени облучения поверхности диэлектрика, а также концентрации ионов меди в ГЭР.

Проведено осаждение из системы ГЭР на основе холин хлорида и лимонной кислоты в соотношениях 1:1 и 1:2. В качестве источника соли меди использовался хлорид меди в различных концентрациях. Мощность лазерного излучения варьировалась в диапазоне 500-900 мВт. Скорость сканирования - от 10 до 100 мкм/с.

### **Список использованной литературы:**

- [1] Shishov, A., Gordeychuk, D., Logunov, L., Tumkin, I. High rate laser deposition of conductive copper microstructures from deep eutectic solvents // Chemical Communications // Volume 55, Issue 65, 2019, Pages 9626-9628
- [2] Kochemirovsky, V.A., Skripkin, M.Yu., Tveryanovich, Yu.S., Mereshchenko, A.S., Gorbunov, A.O., Panov, M.S., Tumkin, I.I., Safonov, S.V. Laser-induced copper deposition from aqueous and aqueous ± organic solutions: State of the art and prospects of research (Review) // Russian Chemical Reviews, 2015, 84 (10), pp. 1059-1075.
- [3] Emma L. Smith, Andrew P. Abbott, Karl S. Ryder «Deep Eutectic Solvents (DESS) and Their Applications»

## **СОЛЬВАТЫ СОЛЕЙ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ**

Снежкова Ю.В.<sup>1</sup>, Семушева А.Д.<sup>2</sup>, Васина Н.О.<sup>2</sup>, Рязанцев И.А.<sup>3</sup>,  
Кузнецова К.Д.<sup>4</sup>, Сарычев И.Е.<sup>5</sup>, Коркунова Е.А.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>10 кл., Академическая гимназия СПбГУ, г. Санкт-Петербург, <sup>2</sup>11 кл.,  
МАОУ СОШ №144, г. Красноярск, <sup>3</sup>9 кл., МАОУ Гимназия №16, г.  
Тюмень, <sup>4</sup>11 кл., МБОУ СОШ №15, г. Гусь-Хрустальный, <sup>5</sup>10 кл., МАОУ  
"ОЛ"АМТЭК", г. Череповец, <sup>6</sup>10 кл., МАОУ СОШ №91, г. Челябинск  
Руководители: к.х.н. Богачев Н.А., ассистент Института химии СПбГУ,  
Толмачев М.В. студент Института химии СПбГУ  
Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

Сольваты – продукты взаимодействия между частицами растворенного вещества и молекулами растворителя. Они находят широкое применение в качестве металлокомплексных катализаторов, более дешевых и легче синтезируемых, чем комплексы платиновых металлов, а также могут использоваться для синтеза биологически активных веществ и ферромагнитных материалов.

При планировании синтеза сольватов необходимо заранее знать их структуру и растворимость, но закономерностей, позволяющих, не проводя экспериментальной работы, предсказать строение сольвата, пока не выявлено.

Цель работы: определение влияния свойств компонентов двухкомпонентной системы соль d-элемента–кислороддонорный органический растворитель на состав и структуру кристаллизующихся в них сольватов.

Объектами нашего исследования являлись двухкомпонентные насыщенные растворы солей (галогенидов и сульфатов) марганца, кобальта, кадмия, меди(II), цинка в органических растворителях: *N,N*-диметилформамид (DMF), диметилсульфоксид (DMSO), 1,4-диоксан (DX), *N,N*-Диметилацетамид (DMA).

В ходе исследования впервые получены и структурно охарактеризованы 2 кристаллосольвата  $[\text{Zn}(\text{DMA})_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Zn}(\text{DMSO})_6][\text{Zn}(\text{DMSO})\text{Cl}_3]_2(\text{DMSO})_2$ ; проанализирована зависимость растворимости сольвата от его структуры, а также установлена связь между структурным мотивом сольвата (островной или полимерный) и мягкостью частиц солевого компонента.

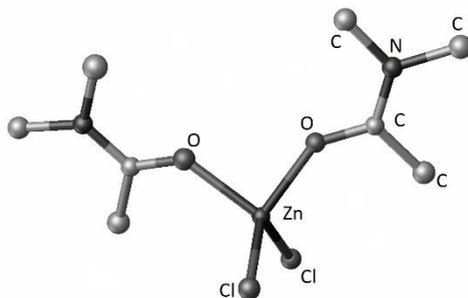


Рис. 1. Электронейтральный фрагмент кристаллической структуры сольвата  $[\text{Zn}(\text{DMA})_2\text{Cl}_2]$ . Атомы водорода убраны для наглядности.

Список использованной литературы:

- [1] Sipos G., Drinkel E. E., Dorta R. The emergence of sulfoxides as efficient ligands in transition metal catalysis // Chem. Soc. Rev., 2015, 44, 3834–3860;
- [2] Surendra Babu M. S., Krishna P. G., Reddy K. H., Philip G. H. Synthesis, characterization, electrochemical studies, DNA binding, and cleavage activity of mixed copper(II) oxime DMSO complexes // Journal Main Group Chemistry, 2009, 8, 2, 101–114;
- [3] Chen T., Hefter G., Marcus Y. Relationships Among Solvent Softness Scales // Journal of Solution Chemistry, 2000, 29, 3, 201-216; DOI: 10.1023/A:1005114615767
- [4] H. Suzuki, N. Fukushima, Shin-ichi Ishiguro, H. Masuda, H. Ohtaki, Acta Crystallographica, Section C: Crystallstructure Communications, 1991, 47, 1838

*Проект выполнен в рамках химической образовательной смены (1-24 ноября 2019) на базе образовательного центра «Сириус»*

**ВЛИЯНИЕ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА СЕЛЕКТИВНОЕ  
РАЗДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ АНАЛИТОВ  
(ФЕНОЛОВ И ПОЛИФЕНОЛОВ; ВОДО- И ЖИРОРАСТВОРИМЫХ  
ВИТАМИНОВ) МЕТОДОМ МИКРОЭМУЛЬСИОННОЙ  
ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОЙ ХРОМАТОГРАФИИ**

Чиобану Е.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководители: студент Института химии Москвичев Д.; д.х.н. Карцова  
А.А., профессор Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Микроэмульсионная электрокинетическая хроматография (МЭЭКХ) – модификация метода капиллярного электрофореза с использованием в качестве фонового электролита микроэмульсии. Достоинствами МЭЭКХ является высокая эффективность и селективность разделения, а также возможность анализа как заряженных, так и нейтральных аналитов за счет сочетания электрофоретического и хроматографического механизмов. Важным фактором, влияющим на электрофоретическое разделение аналитов, является состав микроэмульсии, а именно: природа буферного раствора, *масла* (гидрофобной составляющей МЭ), поверхностно-активного вещества (ПАВ), и со-ПАВ. В специальных экспериментах нами было установлено, что в качестве всех трех органических компонентов

могут выступать ионные жидкости различного строения. Ионные жидкости (ИЖ) - это соли с температурой плавления ниже 100 °С, состоящие из объемного органического катиона, и органического или неорганического аниона.

В работе исследованы особенности электрофоретического разделения полифенолов с применением ИЖ (1-цетил-3-метилимидазолия хлорид) в качестве ПАВ и в роли *масла* (1-бутил-3-метилимидазолия тетрафторборат). При поиске оптимальных условий варьировали состав микроэмульсии: природа буферного раствора, концентрация *масла*, ПАВ и со-ПАВ. Лучшие результаты достигнуты при следующем составе микроэмульсии: 0,7% (м/о)  $C_4MImBF_4$ , 0,8% (м/о) додецилсульфат натрия, 1,6% (о/о) бутанол-1, 5 мМ фосфатный буферный раствор, pH=7. Выбранный состав оказался универсальным и для разделения аналитов другой природы: витаминов, фенольных экотоксикантов. и смеси витаминов.

Таким образом,

- расширены аналитические возможности метода микроэмульсионной электрокинетической хроматографии и получены новые данные относительно использования ионных жидкостей в методах разделения;

- достигнутые результаты могут быть востребованы при решении экологических и медико-биологических задач.

**СЕКЦИЯ**  
**ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕКОТОРЫХ ПРОДУКТОВ  
ПИТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО  
ТИТРОВАНИЯ**

Голубева Т.Д., Кукушкина В.М.  
5 класс, МОУ «Щегловская СОШ»  
Руководитель: учитель химии и биологии Зяблов А. М.,  
МОУ «Щегловская СОШ»  
п. Щеглово, Ленинградская обл.

Основным процессом обмена веществ в живой природе является питание. «Мы то, что мы едим!» - говорили древние мудрецы. Поэтому вопрос о качестве пищи возник, наверное, с тех времен, когда только еще начался натуральный обмен продуктами и позже зародилась торговля.

В современном мире актуальность анализа пищи только еще больше возросла. Это связано не только с экологической обстановкой на территориях, где выращивается сельскохозяйственная продукция, применением удобрений, ядохимикатов, воздействием других загрязняющих факторов на сельхозпродукцию, но и с применением в пищевой промышленности различных консервантов, красителей, ароматизаторов.

Основной задачей нашей работы было изучение методов определения количества веществ в продуктах питания, по которым можно оценить их качество. В ходе работы нами было выяснено: метод кислотно-основного титрования приемлем для определения количества кислот в разных продуктах питания, изучение аналитических методик экспертизы позволяет нам судить о качестве продуктов питания и их безопасности, изучение свойств, состава продуктов питания позволяет оценивать их пищевую ценность и экологичность.

Список использованной литературы:

- [1] ГОСТ 3624-92, ГОСТ 26809-86.
- [2] Гусева К.Е., Проскурина И.К. Разработка химического эксперимента с экологическим содержанием. Химия в школе, 2002.
- [3] Власова З.А. Биология. Справочник школьника. М.1993г

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАЙНЫХ ЛИСТЬЕВ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК

Громько Е.С.<sup>1</sup>, Кулигина А.М.<sup>2</sup>, Шачнева К.Н.<sup>3</sup>, Водопетова М.А.<sup>4</sup>,  
Овчаренко И.В.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ школа «Интеллектуал» г. Москва, <sup>2</sup>МАОУ лицей №44 г. Липецк,

<sup>3</sup>МАОУ СШ №59 г. Липецк, <sup>4</sup>ГБОУ лицей №1568 г. Москва,

<sup>5</sup>МБОУ лицей №23 г. Озерск

Руководители: к.х.н. Савинов С.С., старший преподаватель Института химии СПбГУ, Пикалова Т.М., студент Института химии СПбГУ, Санкт-Петербург

Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

Жители нашей планеты очень любят чай. По своей популярности он уступает лишь воде. Россия входит в число стран, где человек потребляет примерно 1,5 кг чайных листьев. В связи с этим мы можем утверждать, что изучение состава и свойств чая является очень актуальным в наше время.

Целью нашей работы являлось определение таких характеристик двух образцов чаев как влажность, зольность и содержание Са, Mn, Zn, Pb.

Для нашего анализа мы выбрали два образца чая произведенные на Мацестинской фабрике. Один зеленый и один зеленый с жасмином.

Результаты работы представлены в таблицах.

Таблица 1. Результаты определения влажности и зольности

Образец	$\omega(\text{H}_2\text{O})$ , %	$\omega(\text{зола})$ , %
Зеленый	$6,8 \pm 0,3$	$5,66 \pm 0,08$
Жасмин	$6,9 \pm 0,6$	$5,46 \pm 0,20$
Предельное значение, %	<10	4,0 - 8,0

Таблица 2. Результаты определения металлов

Проба	Са, мкг/г	Zn, мкг/г	Mn, мкг/г	Pb, мкг/г
Зеленый	$(46 \pm 4) \cdot 10^2$	$30 \pm 4$	$(7,5 \pm 1,3) \cdot 10^2$	<5
Жасмин	$(26 \pm 3) \cdot 10^2$	$21,5 \pm 1,7$	$(11,2 \pm 1,5) \cdot 10^2$	<5

В процессе работы были сделаны следующие выводы:

- значения влажности и зольности анализируемых образцов чайных листьев соответствуют ГОСТ 32574-2013

XLIV Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии

- содержание Pb не превышает гигиенических требований СанПиН 2.3.2.1078-01

- содержания Zn, Mn и Ca удовлетворительно согласуются с литературными данными

- выявлено значимое различие в содержании элементов в двух марках исследуемого

## ВЛИЯНИЕ АЛЬГИНАТНЫХ КАПСУЛ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

Екатериночкин П.Д.

10 класс, лицей №281, Санкт-Петербург

Руководитель: Байгозин Д.В., педагог ХимЦентра при Президентском ФМЛ №239, руководитель образовательного центра MEL Science Club Санкт-Петербург

Из-за перенаселения планета не способна обеспечить всех достаточным количеством пропитания. Большая часть еды создается растениями, настоящая работа нацелена на отработку методов увеличения прорастаемости семян.

Прорастание и последующее развитие растений зависит от трех факторов:

- 1) Качество семян
- 2) Наличие патогенов в среде
- 3) Наличие минеральных веществ в почве

В своей работе рассмотрены 2й и 3й пункты, так как на пункт номер 1 мы повлиять не в силах. Используются семена баклажана, кресс салата, лука, тыквы, перца, гороха и фасоли. Семена обработаны альгинатными капсулами (основа альгинат-натрия, сульфат меди, а также растворимые соединения азота, фосфора и калия).

Получаемые капсулы из альгината натрия и медного купороса вымачиваются в растворах солей.

Наименования растений	Добавки	Контрольная группа	Группа с добавлением капсул
Кресс салат	Без добавок	44/50	49/50
Баклажан	0,1% $\text{NH}_4\text{NO}_3$	2/7	2/7 ускоренное развитие

Лук	0,18% $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 1,7% $\text{KH}_2\text{PO}_4$	0/34	0/34
Горох	0,12% $\text{CaHPO}_4$ ; 0,1% $\text{KCl}$ 0,06% $\text{NH}_4\text{NO}_3$	16/16	16/16 ускоренное развитие
Перец	0,38% $\text{CaHPO}_4$ ; 0,1% $\text{NH}_4\text{NO}_3$	9/15	15/15
Фасоль	1,8% $(\text{NH}_4)_2\text{KPO}_4$	4/5 ускоренное развитие	3/5
Тыква	0,4% $\text{KNO}_3$ , 0,35% $\text{CaHPO}_4$	7/7	7/7 ускоренное развитие

В результате работы было показано то, что умеренное содержание минеральных удобрений в альгинатных капсулах положительно влияет на рост и развитие растений.

Выводы по пункту номер 2 – медный купорос в составе капсул проявляет противогрибковые и противомикробные свойства.

Выводы по пункту номер 3 – альгинатные капсулы имеют полупроницаемую мембрану, которая позволяет свободно проходить минеральным веществам из капсулы в среду прорастания семян, способствуя увеличению уровня плодородия почвы.

Список использованной литературы:

- [1] Химия элементов. Гринвуд Н.Н., Эрншо А.
- [2] Генкель П.А. Физиология растений: Учебное пособие по факультативному курсу для 9 классов. Москва, Просвещение, 1985
- [3] Трайтак Д.И. Книга для чтения по ботанике \ Сост. Д.И. Трайтак – Москва, Просвещение, 1978
- [4] Вахмистров Д.Б. Растения без почвы. – Москва, 1965.
- [5] Сайт о вредителях [www.agrocounsel.ru](http://www.agrocounsel.ru)
- [6] Экология в экспериментах: учебное пособие 10-11 кл. Авторы ЕИ. Федорос, Г.А. Нечаева.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КИТАЙСКОГО ЧАЯ

Исмагилова В.А.

10 класс, ГБОУ Лицей №281

Руководители: Давыденко Л.В., учитель химии ГБОУ Лицей №281,  
Тимофеева Л.Г., педагог дополнительного образования  
ЭБЦ «Крестовский остров»  
Санкт-Петербург

Чай – продукт универсальный. Его пьют, чтобы проснуться, взбодриться. Пьют дома, в гостях, на работе и в кафе. В них вам на выбор предоставят как простой чай, так и самый элитный. На развес и фасованный. В бумажной и картонной упаковке. В стеклянной и жестяной банке. Прессованный, рассыпчатый, связанный. Название имеет интересную этимологию, так как образовалось от одноименного города Пуэр, расположенного на юго-западе Китая.

**Цель работы** – определить на сколько качественны чаи, привезенные к нам из Китая. А для того, чтобы осуществить эту цель нужно выполнить определенные **задачи**:

- Изучить историю появления чая и его распространение по всему миру.
- Сравнить пуэры разных видов и марок между собой.
- Изучить полезные свойства чая для организма.
- Определить в лабораторных условиях ряд качественных характеристик чая.
- Провести анализ органолептических показаний: вкус, крепость, цвет настоя, прозрачность и аромат.

**Объект исследования:** китайские пуэры.

**Предмет исследования:** биохимические и физико-химические показатели.

Сейчас набирает популярность здоровый образ жизни. Пуэр помогает следовать ему, ведь он имеет большое количество полезных свойств, а также может служить хорошей альтернативой привычному нам чаю в пакетиках или заварному. В Китае его считают лекарством от всех болезней. Он способствует пищеварению, нормализует обмен веществ, снижает повышенное давление, уменьшает содержание холестерина в крови, улучшает состояние кожи, снижает риск онкологических заболеваний и выводит токсины.

Существует два основных вида пуэра: это Шэн пуэр (сырой) и Шу пуэр (ферментированный).

**Образцы, взятые для анализа:** Шен пуэр 1 (Менсун), Шен пуэр 2 (Jin Yuchang), Шу пуэр «Золотые почки», чай пуэр «Бан Жан Вей».

Сравнительный анализ проводился по российским ГОСТам листового чая. В исследовательской работе были использованы методики для определения влажности, зольности, кислотности среды, содержания аскорбиновой кислоты, экстрактивных веществ, пищевой соды, жженого сахара. Также чай определяли на содержание кофеина и танина.

Китайские чаи, купленные в Санкт-Петербурге, прошли проверку и не содержат вредных веществ. Выяснилось то, что цена является главным показателем качества. Так как самые дорогие образцы показали более яркие вкусовые качества и содержание в них полезных веществ больше в отличии от более бюджетных версий.

1. После проведения исследований взятых на анализ китайских чаев по ГОСТам РФ не было выявлено грубых нарушений качества и фальсификации сырья, они все пригодны к употреблению.

2. Все экземпляры соответствуют китайскому государственному стандарту GB/T22111-2008.

3. По органолептическим показателям было выявлено, что от самого дорого до самого дешевого вкус, цвет и аромат ослабевают.

4. После исследования на физико-химические показатели обнаружено, что наибольшее содержание танина и экстрактивных веществ содержится в чаях Шен пуэр 2 и в красном пуэре Дянь Хун Цзинь Я «Золотые почки», что свидетельствует о высоком качестве напитков. В экземпляре чай Шен пуэр 1 провинции Юньнань присутствует наибольшее содержание аскорбиновой кислоты.

Список использованной литературы:

[1] ГОСТ 32572-2013 Чай. Органолептический анализ.

[2] ГОСТ ISO 1575-2013 Чай. Метод определения общего содержания золы.

[3] ГОСТ Р ИСО 9768-2011 Чай. Метод определения водорастворимых экстрактивных веществ.

[4] ГОСТ Р ИСО 7513-2012 Чай растворимый. Метод определения массовой доли влаги.

[5] ГОСТ 19885-74 Чай. Методы определения содержания танина и кофеина.

## ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ АНТИОКСИДАНТОВ – КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ЧАЯ

Тюленева А.,<sup>1</sup> Шпагина А.,<sup>1</sup> Зубова Е.,<sup>2</sup> Николаева Е.,<sup>3</sup> Титов А.,<sup>4</sup>  
Фомичева М.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>9 класс, ГБОУ «Школа в Капотне», г. Москва, <sup>2</sup>9 класс, ГБОУ СОШ №77,  
Санкт-Петербург, <sup>3</sup>10 класс, МБОУ Лицей №130 им. академика М.А.  
Лаврентьева, г. Новосибирск, <sup>4</sup>10 класс, МБОУ «Экономический лицей», г.  
Новосибирск, <sup>5</sup>11 класс, АГ СПбГУ, Санкт-Петербург

Руководители: к.х.н. Бессонова Е.А., доцент Института химии СПбГУ,  
аспирант Института химии СПбГУ Кравченко А.В., Санкт-Петербург  
Образовательный центр «Сириус» (г. Сочи)

С древних времен чай считается одним из самых полезных и популярных напитков: он занимает второе место в мире по популярности после воды. После его употребления улучшается настроение и память, повышается активность – как умственная, так и физическая. Он имеет сложный химический состав. Основные компоненты чая – алкалоиды и полифенольные соединения. Интерес к изучению полифенолов вызван их высокой антиоксидантной активностью, благодаря которой они способны снижать риск развития атеросклероза, онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний, а также возникновения различных мутаций.

Содержание полифенолов в чае и кофе служит одним из критериев для аналитического контроля качества этих напитков. Однако применяемые методы оценки качества чая предусматривают определение лишь интегральных показателей, что недостаточно информативно. Необходимо научное обоснование нового способа аналитического контроля качества чая с использованием хроматографических методов определения химического состава разных сортов чая. Перспективным подходом является получение характеристических профилей компонентов пробы с последующей их хемометрической обработкой для выявления критериев идентификации и качества анализируемых образцов.

Таким образом, *цель проекта* – разработка экспрессного варианта определения полифенолов в образцах чая методом ВЭТСХ и получение хроматографических профилей антиоксидантов в селекционных сортах чая.

В ходе проекта изучены состав чая и технология его производства на примере чайной фабрики «Мацеста» (г. Сочи), освоен метод тонкослойной хроматографии, выбраны условия разделения восьми полифенолов и кофеина. Выявлены факторы, влияющие на параметры удерживания аналитов и разработана схема подготовки образцов чая к хроматографическому анализу. Количественное определение полифенолов

XLIV Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии

проводили методом видеоденситометрии. Пределы обнаружения для катехинов составили 0,2-0,5 мг/мл, для кофеина – 0,1 мг/мл.

С помощью разработанной методики получены хроматографические профили селекционных чаев, предоставленных ФГБНУ Всероссийским научно-исследовательским институтом цветоводства и субтропических культур. В селекционных образцах содержание полифенолов оказалось существенно выше по сравнению с образцами пакетированного чая, что свидетельствует о его высоком качестве. Проведена их хемометрическая обработка методом главных компонент. Анализ графика счетов позволил выявить доминирующие аналиты (эпикатехин галлат, эпигаллокатехин и эпикатехин), определяющие различие между образцами чая. Таким образом, показана перспективность применения такого подхода.

*Проект выполнен в ходе проектной химической смены (1-23 ноября 2019 г) в Образовательном центре «Сириус» (г. Сочи).*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОВАРЕННОЙ СОЛИ В РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ АРГЕНТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Христофорова Я.А.

8 класс, МОУ «Щегловская СОШ», ГБУ ДО Центр «Интеллект»

Руководитель: учитель химии и биологии Зяблов А.М.,

МОУ «Щегловская СОШ»

п. Щеглово, Ленинградская обл.

Качество продуктов питания является важным элементом здоровья и жизни человека. Одним из продуктов питания является рыба и рыбные продукты. В рыбе содержатся, хорошо усваиваемые нашим организмом аминокислоты, микроэлементы. Во многих регионах мира рыба является основным источником питания. Продукция предприятий поступает в торговую сеть и далее на стол жителей области. Наше исследование мы провели по установлению качества соленой, вяленой рыбы, поступающей в торговую сеть.

Ионизированный хлор играет большую роль в поддержании кислотно-щелочного равновесия и баланса воды в организме. Целью работы являлось изучение метода анализа продуктов питания, приобрести навыки работы с растворами аналитической точности параметров, освоить методы работы в аналитической химии, определить качество рыбной продукции по содержанию хлорида натрия.

Актуальность нашей работы состоит в безопасности и экологии продуктов питания, изучение методов аналитической химии.

Мы выбрали метод Мора, то есть метод прямого титрования. Сущность метода. Растворимость  $\text{AgCl}$  значительно меньше, чем растворимость  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Поэтому если постепенно добавлять раствор  $\text{AgNO}_3$  к раствору, содержащему  $\text{Cl}^-$  и  $\text{CrO}_4^{2-}$ , то полное осаждение  $\text{AgCl}$  достигается раньше, чем  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ . Это означает, что вначале образуется труднорастворимая соль хлорида серебра и только после окончания этой реакции, следующая порция ионов серебра вступает в реакцию с хромат ионом, образуется хромат серебра, придающий раствору кирпично-красное окрашивание -  $2 \text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} = \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \downarrow$

Сделаны окончательные выводы: изучение аналитических методик экспертизы позволяет нам судить о качестве продуктов питания и их безопасности, изучение свойств, состава продуктов питания позволяет оценивать их пищевую ценность и экологичность.

Список использованной литературы:

[1] ГОСТ 1551-93, ГОСТ 13929 – 68.

[2] «Руководство к практическим занятиям по методам санитарно-гигиенических исследований», Л.Г. Подунова.

[3] Учебник «Химия 8 класс», «Химия 9 класс», Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. 2014 г.

## **ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНОГО СОСТАВА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЗЕЛЕННОГО ЧАЯ (ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ)**

Фомичева М.

11 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Руководители: д.х.н. Карцова А.А., профессор Института химии СПбГУ,

студент Института химии СПбГУ Деев Влад

Санкт-Петербург

В настоящее время большое внимание уделяется анализу различных веществ природного происхождения. Одним из основных классов соединений, входящих в состав растений, являются полифенолы, проявляющие антиоксидантную, противораковую и антибактерицидную активность. Такой широко распространенный напиток, как зеленый чай,

характеризуются высоким содержанием данного класса соединений. Суммарное содержание полифенолов, а также их соотношение зависят от сорта растения, времени сбора и хранения чайных листьев, их технологической обработки, условий и региона произрастания, а также некоторых других факторов. Именно поэтому, содержание полифенолов в чае служит одним из критериев для аналитического контроля качества.

Действующий в настоящее время в Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 14502-1-2010 описывает методику спектрофотометрического определения лишь суммарного содержания полифенолов в чайных листьях, что не является достаточно информативным. Для анализа отдельных компонентов широкое распространение приобретают хроматографические (ОФ ВЭЖХ и ВЭТСХ) и электрофоретические (КЗЭ, МЭКХ) методы.

В литературе наряду с покомпонентным анализом образцов описано исследование характеристических профилей. Понятие «профиля» включает изменение концентраций аналитов и их соотношений, наличие или отсутствие определенных соединений. Анализом всей совокупности низкомолекулярных веществ (метаболитов) в биологических системах занимается молодая и активно развивающаяся наука метаболомика. Среди ключевых задач можно выделить получение и изучение метаболических профилей, уникальных химических «отпечатков пальцев», специфичных для процессов, протекающих в живых клетках.

В работе методами высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ- и масс-спектрометрическим детектированием и хроматографии в тонком слое (ТСХ) с денситометрическим детектированием определены полифенольные антиоксиданты в различных селекционных образцах зеленого чая, предоставленных Научно-исследовательским институтом цветоводства и субтропических культур РАН (г. Сочи). Проведена хемометрическая обработка полученных характеристических хроматографических профилей с целью классификации анализируемых объектов и выявления доминирующих биомаркеров качества зеленого чая.

**СЕКЦИЯ**  
**ИСТОРИЯ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**КИСЛОРОД НА ЗЕМЛЕ И ВО ВСЕЛЕННОЙ**

Гусаров Ф.

11 класс, Рижская средняя школа №65  
Руководитель: доктор инж. наук Бирюков В.Я.  
Латвия

На Земле кислород является самым распространённым элементом – более 47%.

Кислород состоит из трёх стабильных изотопов. Самый лёгкий изотоп  $O^{16}$ , самый распространённый, составляет 99,759%,  $O^{17}$ - 0,037%,  $O^{18}$ - 0,204%

В атмосфере он составляет 20,95% по объёму. Озоновый слой стратосферы ( $O_3$ ) выполняет важнейшую экологическую функцию, задерживая ультрафиолетовое излучение Солнца. Кислород входит в состав углекислого газа (0,0335%).

В гидросфере в виде воды он составляет 85,7%.

В литосфере содержит до 46% по массе в основном в форме диоксида кремния. Большая часть металлов в виде оксидов содержится в бокситах, глинах, железняках и т.д.

Кислород активно участвует в геохимических процессах, способствует миграции элементов, образованию месторождений полезных ископаемых.

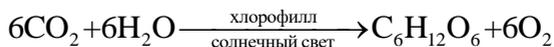
Основа современной теплоэнергетики - окисление (горение) полезных ископаемых. Горение жидких топлив и горючего газа происходит в результате реакции окисления углеводов кислородом.

В процессе жизнедеятельности людей в атмосферу все больше попадает  $CO_2$ , однако, по сравнению с планетарными процессами эта доля невелика, т.к. извержение одного вулкана может выбросить в атмосферу больше углекислого газа, чем все тепловые электростанции мира за год.

Биологическая роль кислорода: входит в состав всех живых, организмов, и растений, обязательный компонент ДНК. Содержание в человеческом организме – 43 кг, в мышечной ткани 16%, в костях 28,5%. Человек вдыхает в сутки 20-30 м<sup>3</sup> воздуха. Потребность покоящегося человека в кислороде составляет 25 л/кг. Снижение содержания кислорода

в воздухе до 14% сопровождается явлениями кислородной недостаточности, а снижение до 9% опасно для жизни.

Практически весь свободный кислород возник и сохраняется, благодаря растениям, выделяющим его в процессе фотосинтеза:



Во вселенной кислород занимает третье место, вслед за водородом и гелием. Значительное количество кислорода нарабатывается в массивных звёздах, масса которых в 2-9,2 раза превышает массу Солнца. Когда температура в центральной части звезды, содержащей гелий, превысит  $10^8$  К, включается реакция горения гелия. В результате “тройного”  $\alpha$ -процесса образуется изотоп  $\text{C}^{12}$  в возбуждённом состоянии:  $\text{He}^4 + \text{He}^4 + \text{He}^4 \rightarrow \text{C}^{12} + \gamma$ , при накоплении ядер  $\text{C}^{12}$  они начинают вступать во взаимодействие с  $\text{He}^4$  с образованием ядер  $\text{O}^{16}$   
 $\text{C}^{12} + \text{He}^4 \rightarrow \text{O}^{16} + \gamma$  ( $Q=7,16$  МэВ)

## ОСТОРОЖНО, СИНТЕТИЧЕСКИЕ КРАСИТЕЛИ!

Драскова П.А.,<sup>1</sup> Яшкина В.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>11 класс, <sup>2</sup>10 класс, ГБОУ Гимназия №426,

Руководители: учитель химии Полякова С.В.,

к.х.н. Бессонова Е.А., доцент Института химии СПбГУ  
Санкт-Петербург

Синтетические красители широко применяются в пищевой промышленности при производстве напитков, сладостей, лекарственных препаратов, пищевых добавок для придания, усиления или восстановления окраски. В России разрешено к применению около 60 красителей. Они обладают значительными технологическими преимуществами по сравнению с натуральными: дают яркие, легко воспроизводимые цвета, устойчивы к свету, действию окислителей и восстановителей, изменениям pH и менее чувствительны к условиям технологической переработки и хранения. Однако, синтетические красители могут обладать канцерогенными, мутагенными и аллергенными свойствами. Среди синтетических красителей практически нет безвредных. Таким образом, контроль содержания синтетических красителей в пищевых продуктах крайне важен, а разработка методов их идентификации и определения стала

в последнее время одной из актуальных тем. Эта задача может быть решена методами жидкостной хроматографии.

*Цель работы:* исследование зависимости между химическим строением и окраской органических соединений и определение синтетических пищевых красителей в безалкогольных напитках методами жидкостной хроматографии.

Для выполнения цели были поставлены следующие *задачи:* изучить физико-химические основы цветности, хромофорно-ауксохромную и современную электронную теорию цветности, рассмотреть совместное действие поляризующих заместителей, изучить основы методов жидкостной хроматографии (обращенно-фазовая высокоэффективная жидкостная хроматография (ОФ ВЭЖХ) и тонкослойная хроматография (ВЭТСХ)), оптимизировать условия хроматографического разделения пищевых синтетических красителей, отработать схему пробоподготовки напитков и провести анализ реальных объектов в выбранных условиях, сравнить методы ВЭЖХ и ВЭТСХ для определения красителей.

Сущность цвета давно интересует химиков. В ходе исследовательской работы рассмотрены ранние теории цветности органических соединений, которые привели к созданию принятой в настоящее время современной электронной теории цветности органических соединений. Изучение процессов поглощения световых лучей видимой и ближних ультрафиолетовой и инфракрасной областей спектра органическими соединениями является предметом теории цветности органических соединений. В работе обсуждаются закономерности поглощения светового излучения; влияние на цвет вещества электронных переходов ( $\delta$ - $\delta'$ ,  $\pi$ - $\pi'$ ,  $\pi$ - $\pi'$  переходы в сопряженных системах,  $\pi$ - $\pi'$ -переходы в ароматических ядрах), электронодонорных и электронакцепторных заместителей в сопряженных системах.

В качестве аналитов были выбраны синтетические пищевые красители из группы азо-, триарилметановых и индиго-красителей. Это разрешенные красители, используемые в пищевой промышленности (E102; E110, E122, E124, E151, E133, E142, E132), а также запрещенные – амарант (E-123), эритрозин (E127) и красный 2G (E128).

Изучены возможности методов ВЭТСХ и ОФ ВЭЖХ для определения синтетических пищевых красителей. Метод ВЭТСХ имеет ряд преимуществ – экспрессность, небольшой объем растворителей, одновременный анализ нескольких образцов, низкая стоимость оборудования. В ходе исследования выявлены факторы, влияющие на разделение аналитов в ВЭТСХ, такие как, природа и соотношение растворителей (пропанол-2, этилацетат, бутанол, этанол, ацетон), pH подвижной фазы (2.5, 6.2, 10.0), содержание воды. Лучшие результаты по

селективности и эффективности разделения и были получены в системе растворителей: бутанол-изопропанол-аммиак-вода. Количественное определение красителей в ТСХ проводили с помощью метода планшетной денситометрии. Однако, пределы обнаружения аналитов составили 10-15 мкг/мл, что недостаточно для их определения в безалкогольных напитках. В работе предложен вариант твердофазной экстракции красителей на полиамидном сорбенте.

Альтернативный метод определения красителей – высокоэффективная жидкостная хроматография. Выбраны условия одновременного разделения 11 красителей методом обращенно-фазовой ВЭЖХ со УФ-детектированием. Пределы обнаружения составили 0,01-0,05 мкг/мл. Таким образом, для определения красителей в напитках методом ВЭЖХ не требуется дополнительного концентрирования.

В выбранных условиях проведен анализ безалкогольных напитков методами ТСХ и ОФ ВЭЖХ. В лимонаде «Барбарис» и «Тархун» обнаружены синтетические пищевые красители E124, E102 и E133. Установлено превышение рекомендованной дозировки синтетического красителя E124. Сравнительный анализ методов ВЭТСХ и ВЭЖХ показал, что они позволяют идентифицировать и количественно определять синтетические красители в напитках, однако в случае ТСХ необходима дополнительная стадия концентрирования красителей.

## **ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ ЛОКОНОВ**

Князева Е.А., Смекалова Д.А.

2-ой курс, Колледж Петербургской моды,

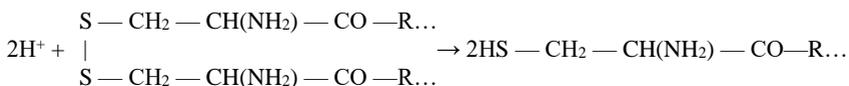
Руководители: Костенко М.Г., Куракина М.А., преподаватели КППМ  
Санкт-Петербург

На что в первую очередь обращают внимание при знакомстве с новым человеком? Конечно, на его внешность: черты лица, прическу, одежду, а также на манеру поведения. Именно это влияет на то, какое впечатление произведет человек. Нам всем неприятно смотреть на непричесанные или неухоженные волосы. Зато красивая прическа, блестящие и здоровые волосы нравятся всем. На какие только жертвы не шли женщины ради привлекательной внешности несколько столетий назад. Но времена меняются, и прогресс движется вперед. А надежным помощником в этом движении является химия. И красивые, блестящие,

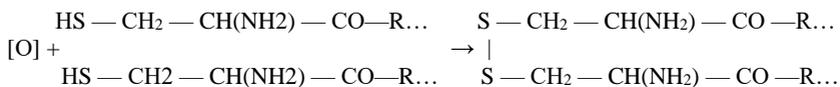
сильные и ухоженные волосы уже не мечта, а реальность для каждой женщины.

**Цель:** изучить принцип и методику химической завивки.

**Задачи:** провести анкетирование по предпочтению форм волос и опыту химической завивки; осуществить информационный поиск по проблеме; изучить строение волос; рассмотреть виды химической завивки; установить методику и рекомендации по химической завивке волос, осуществить химическую завивку волос на практике. Человеческие волосы состоят из нерастворимого в воде белка кератина. В составе кератина есть цистеин – одна из множества аминокислот, связанных в молекулу белка пептидными связями. Цистеин содержит атомы серы, связанные между собой сульфидными связями (мостиками). При действии препаратов для химической завивки его дисульфидные мостики распадаются, в результате чего волосы становятся податливыми. Основные этапы процесса химической завивки – раскисление, накручивание и фиксация. Химическое воздействие на волосы раскислителя – тиогликолевой кислоты  $\text{HS}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ :



Для восстановления упругости волос производят окисление слабым раствором пероксида водорода или готовым фиксажем:



Однако вследствие гидролиза аминокислот кератина при действии на них препаратами для химической завивки некоторая часть вещества волоса переходит в раствор, что влечет за собой уменьшение их массы. Следовательно, при действии на волосы препаратов для химической завивки происходят как обратимые, так и необратимые процессы. К обратимым процессам следует отнести разрыв и восстановление связи S - S кератина волос, к необратимым - уменьшение массы волос вследствие гидролиза аминокислот кератина. Главный принцип в работе парикмахера, как и у врача – не навреди. А без образования в области химии, без знаний о свойствах веществ это практически невозможно.

## **СРАВНЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ТОРГОВОЙ СЕТИ И УЧЕБНЫХ ПОСОБИЯХ**

Лысова А.А.

11 класс, ГБОУ СОШ №252

Руководитель: Михеева О.С., учитель химии ГБОУ СОШ №252  
Санкт-Петербург

В 8 классе в учебную программу вводится новая дисциплина химия. С первых уроков мы стали использовать периодическую систему химических элементов. Я обратила внимание, что периодическая система, находящаяся в кабинете химии, отличается от периодической системы, расположенной на форзаце учебника химии. Так же в кабинете на стенах располагаются еще три, отличающихся друг друга таблицы химических элементов. Меня заинтересовал вопрос, почему таблицы химических элементов разные.

Цель работы: собрать коллекцию различных форм периодических систем, сравнить таблицы химических элементов, встречающихся в торговой сети и в учебных пособиях.

Задачи:

- Изучить теоретический материал о периодическом законе и периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева;
- Сравнить таблицы химических элементов, представленных в учебных пособиях;
- Сравнить таблицы химических элементов, поступивших в торговую сеть;
- Изучить информацию, представленную в различных таблицах химических элементов;
- Создание коллекции периодических систем с информационным описанием.

Методы исследования: сравнение, анализ, обобщение.

Практическая значимость: выполняя данное исследование, я углубила свои знания по химии и создала информационный продукт.

Продукт проекта: коллекция периодических систем с кратким их описанием. Данная коллекция может стать дидактическим пособием для учащихся и экспонатом для кабинета химии.

Периодическая система химических элементов – это графическое отображение периодического закона. Нет точных данных обо всех когда-либо опубликованных графических вариантах этой фундаментальной закономерности, но количество их велико. Наиболее распространены

короткопериодная и длиннопериодная формы периодических таблиц. IUPAC в 1996 году утвердил длиннопериодную форму таблицы с 18 группами химических элементов.

В процессе выполнения работы были проанализированы периодические системы:

- опубликованные в учебниках химии 8-11 классов (авторы: О.С. Gabriелян; Г.Е. Рудзитис и Ф.Г. Фельдман; Н.Е. Кузнецова, И.М. Титова, Н.Н. Гара).
- приобретенные в розничной сети (9 образцов). Размер А5 и меньше.
- крупноформатные таблицы (4 образца), приобретенные в Российской Федерации и за границей. Данные таблицы являются наглядным пособием в кабинете химии.

Проанализировав информацию, представленную в ПСХЭ, выяснили, что ряд сведений обязательно содержится в таблицах. К таким данным относятся: порядковый номер, химический знак, название химического элемента и относительная атомная масса, номера периодов. В большинстве учебников представлена короткая форма таблицы, только в одном (автор Г.Е. Рудзитис, 11 класс) – длинная. Номера групп везде от I до VIII с указанием подгрупп А и В. Дополнительные сведения: принадлежность элементов к металлам или неметаллам, формулы высших оксидов и летучих водородных соединений. Реже встречается информация об электронной конфигурации последнего слоя, еще реже – о распределении электронов по слоям.

Среди 9 образцов, приобретенных в розничной сети, встречаются периодические системы, имеющие дополнительные сведения о простых веществах (1), радиоактивности элементов (1), электроотрицательности (2), характерных степенях окисления элементов и характере их соединений (основный, амфотерный, кислотный) (2), в одной из таблиц имеется относительный размер орбитального радиуса элемента. Формы таблиц короткопериодные (6) и длиннопериодные (2), круглая (1).

Таблицы крупных форматов (стендовые) разные по наполняемости сведениями. Наиболее информативной является таблица, приобретенная в 2006 году в Германии. В ней, кроме стандартных сведений, имеется ряд следующих данных: существующие изотопы, их массовая доля и радиоактивность; плотность простого вещества  $\text{г/см}^3$  при 20 °С; температура плавления простого вещества; агрегатное состояние простого вещества при 20 °С; электронная конфигурация; степени окисления элементов в соединениях; атомный радиус; ковалентный радиус; окислительно-восстановительные потенциалы; название элемента на английском языке; электроотрицательность; ионный радиус элемента; радиус Ван-дер-Ваальса; массовая доля элемента в земной коре; значение элемента для биологических видов.

## ХИМИЧЕСКИЙ КОНСТРУКТОР

Майданская А., Пермякова Е.

9 класс, МОУ Гимназия

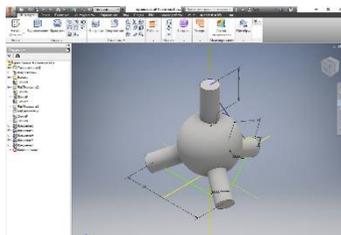
Руководители: Авдеева И. В., учитель химии

Головань О.Д., студент МГТУ им. Н.Э. Баумана

МОУ Гимназия,

г. Фрязино

**Актуальность:** Сегодня, несмотря на многообразие форм представления информации школьникам для успешного усвоения программы (в том числе по химии) необходима предметная визуализация. Именно для этого нами было решено сделать "Химический конструктор".



**Цель:** создание набора для моделирования молекул и кристаллических решеток на уроках химии с помощью autodesk inventor и 3д принтера.

**Задачи:**

- 1) Выяснить, какие существуют методы представления информации;
- 2) Изучить строение атома с химической точки зрения;
- 3) Построить математическую модель связей в атоме;
- 4) Построить 3D модели необходимых соединений;
- 5) Распечатать на 3D-принтере модели соединений;
- 6) Презентовать конструктор на уроке химии и проверить эффективность изучения строения молекул наглядно.

В первой главе проектной работы рассматриваются и сравниваются различные методы представления информации [1]: готовые уроки химии в системе МЭШ и РЭШ, обычные школьные презентации и интерактивный учебник. Был сделан вывод о том, что удобнее всего проводить уроки с наглядными моделями. Поскольку посредством таких инструментов осуществляется визуальное и тактильное запоминание информации.

Для того, чтобы воплотить "Химический конструктор" в жизнь необходимо было в первую очередь составить химическую (1) [2] (изучить принципы расположения орбиталей в атоме) и математическую [3] (все эти расположения описать на языке математики) модели, чему и посвящена вторая глава работы.

В третьей главе рассматриваются нюансы и принципы построения всех моделей в среде autodesk inventor (2) [4]. Также описаны особенности печати нашего конструктора на 3д принтере.

В итоге был реализован междисциплинарный проект, который объединил в себе химию, математику и информатику. А также был создан методический материал для работы на уроках по химии. Этот комплект способствует лучшему пониманию и представлению строения молекулы и кристаллической решетки, так как происходит переход из схематического, двухмерного пространства, в трехмерное. В дальнейшем планируется доработка и совершенствование конструктора, а также изготовление индивидуальных наборов для каждого ученика в классе.

Список использованной литературы:

[1] Запомнить все. Усвоение знаний без скуки и зубрежки | Браун Питер, Редигер Генри

[2] Робертс Дж. Основы органической химии 1. Под редакцией Несмеянова А.Н. — М.: Мир, 1978. — 843 с.

[3] Ерёмин В. В. Математика в химии. — 2-е изд., испр. — М.: МЦНМО, 2016. — 64 с. ISBN 978-5-4439-0923-3

[4] Построение моделей и создание чертежей деталей в системе Autodesk Inventor | Алиева Надежда Павловна, Журбенко Павел Александрович

Интернет-ресурсы:

[1] <http://booksonchemistry.com/> - книги по химии

[2] <https://www.autodesk.ru/> - сайт ПО Autodesk Inventor

## **ВЗГЛЯД СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ НА ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

Михалева Д.Б., Васина Т.М.

8 класс, ГБОУ Лицей №226

Руководитель: Давыденко Л. В., учитель химии ГБОУ Лицей №226  
Санкт-Петербург

Химические элементы. Что это? "Не все поймут, но многие вспомнят" — именно так обычно воспринимают Периодическую систему химических элементов Д. И. Менделеева. Мы предлагаем новый взгляд на химические элементы — взгляд современных школьников. Мы считаем, что современные люди обязаны знать все про них, так как из них буквально состоим мы и наш мир. Крайне важно узнать, чем отличается взгляд на них

современных школьников от взгляда других людей — именно поэтому мы, ученики, собрали всю, на наш взгляд, самую важную и нужную информацию в одном месте и создали нашу работу. А чтобы воспринимать информацию про химические элементы было интереснее и продуктивнее, мы не просто собрали факты, а *создали инновационную современную энциклопедию*, в которой объединили все самые продуктивные методы восприятия информации. Работу можно использовать по-разному — и как материал для игр, и как энциклопедию; также она будет полезна учителям в качестве пособия. Чтобы визуализировать информацию, мы отобрали самые интересные учебные фильмы. Все знают, что современные школьники без ума от мемов. Мы решили, что мемы — очень познавательный и нескучный метод восприятия информации, поэтому нашу работу также можно использовать в качестве сборника смешных мемов на химическую тему.

***Цель нашей работы*** — донести до каждого из людей с помощью современных видов донесения информации — ребусов, мемов и интересных фактов — информацию по химии и передать старшему поколению и всем желающим наш взгляд, взгляд современных школьников, на химические элементы — на этот неизведанный и загадочный мир.

***Задачи работы:***

- Выполнить литературный обзор имеющихся данных про химические элементы.
- Подобрать картинки, соответствующие каждому химическому элементу.
- Создать мемы и ребусы к каждому химическому элементу.
- Придумать загадки к химическим элементам.
- Подобрать учебные фильмы для каждого химического элемента.

Мы нашли все данные про химические элементы, внимательно все изучили и выполнили литературный анализ имеющихся данных по химическим элементам, подобрали самые интересные картинки, соответствующие каждому элементу, создали мемы и ребусы, придумали загадки и подобрали самые интересные учебные фильмы про каждый из элементов.

Как пример, ребус, мем, загадка и учебный видеофильм про уран.



 1 = y



*Самый опасный радиоактивный химический элемент, вращающийся  
вокруг Солнца (Уран)*

*Учебный фильм про уран:*



**«У КАЖДОГО БЫЛА СВОЯ ВОЙНА...»**

Паршева А.А.

10 класс, ГБОУ Гимназия №426

Руководитель: Полякова С.В., учитель химии ГБОУ, Гимназия №426  
Санкт-Петербург

На протяжении пяти тысяч лет письменной истории человечества только 292 года прошли на Земле без войн; остальные 47 веков сохранили память о 16 тысячах больших и малых войн. Среди них самой кровопролитной была Вторая мировая война (1939-1945 гг.).

Жестокая и страшная война унесла более 26 миллионов жизней. А ведь их могло быть гораздо больше, если бы не ученые-химики, создавшие более ста новых лечебных препаратов, спасших десятки тысяч солдат от таких опасных заболеваний, как газовая гангрена, столбняк, менингит, гнойные инфекции. К войне советская химико-фармацевтическая промышленность оказалась не готовой. Ситуация с поставками медикаментов и медицинского оборудования стала постепенно выправляться лишь во втором квартале 1942 года. К этому времени начали вводиться в строй первые эвакуированные предприятия. В целом в 1942 году в кратчайшие сроки на Урале и в Сибири на базе вывезенных с Украины, из Белоруссии, Москвы и Ленинграда заводов была создана так называемая восточная группа предприятий химико-фармацевтической промышленности.

*Цель работы:* исследование роли ученых-химиков в медицинской практике в военное время.

В работе были изучены открытие и применение новых медицинских препаратов и лекарств, рассмотрены свойства и действие этих веществ на организм человека, оценена роль военной медицины в победе в Великой отечественной войне.

Многие ученые-химики создавали лекарственные препараты, необходимые для лечения раненых. Так, полимер винилбутилового спирта, полученный М. Ф. Шостаковским, — густая вязкая жидкость — оказался хорошим средством для заживления ран, он использовался в госпиталях под названием — *«бальзам Шостаковского»*. Академик А. В. Палладий синтезировал средства для остановки кровотечения. Учеными Московского университета был синтезирован фермент тромбон — препарат для свертывания крови. На фронте и в тылу широкое распространение получил метод местного обезболивания, разработанный А.В. Вишневым - он применялся в 85-90% случаев. В это же время для лечения длительно незаживающих ран И.Я. Постовским была предложена комбинация сульфамидных препаратов с бентонитовой глиной — средство, используемое и сегодня в медицине, так называемая *«паста Постовского»*.

В СССР первый пенициллин был получен З.В. Ермольевой в 1942 году. В годы войны пенициллин применялся для лечения осложнённых инфицированных ран. «Рождение» пенициллина послужило импульсом для создания других антибиотиков.

Учёные Ленинграда разработали и изготовили более 60 новых лечебных препаратов, в 1944 году освоили метод переливания плазмы, создали новые растворы для консервации крови, в лаборатории аналитической химии было создано производство наркотозного эфира.

В строй возвратились 72.3% раненых и 90.6% больных. Число раненых и больных, возвращенных в строй медицинской службой за все годы войны, составляет около 17 млн. человек. Становится очевидным, что победа была одержана в значительной степени солдатами и офицерами, возвращенными в строй медицинской службой.

Ответом на главный вопрос нашего проекта: «Действительно ли, что любая война, помимо разрушений, несёт в себе и созидательную функцию?» стали наши исследования, которые подтвердили: да, война – это страшная разрушительная сила, но война заставила и созидать.

На сегодняшний день фармацевтика - одно из приоритетных направлений развития промышленной политики государства. В ходе исследовательской работы изучены методы, используемые для подтверждения подлинности лекарственных соединений, и проведен качественный химический анализ лекарственных средств на неорганические ионы и некоторые функциональные группы органических соединений.

## **ХИМИЯ. ВОЙНА. ПОБЕДА**

Романцева П.А.

9 класс, ГБОУ Лицей №226,

Руководитель: Давыденко Л.В., учитель химии ГБОУ Лицей №226  
Санкт-Петербург

В истории нашего Отечества есть немало событий, которые несут в себе такой заряд драматизма, такой накал патриотических чувств, что прикосновение к ним обжигает и поныне. Особое место среди них занимает Великая Отечественная Война, 75-летие Победы в которой готовится отметить вся наша страна, все прогрессивные люди Земли.

Учёные-химики принимали самое активное участие в обеспечении победы над фашистской Германией. Они разрабатывали новые способы производства взрывчатых веществ, топлива для реактивных снарядов, высокооктановых бензинов, каучуков, броневой стали, лёгких сплавов для авиации, лекарственных препаратов.

Объём производства химической продукции к концу войны приблизился к довоенному уровню: в 1945 году он составил 92% от показателей 1940 года.

**Цель работы:** рассмотрение и изучение открытий ученых химиков в период ВОВ, а также использование их на практике для достижения успехов в войне.

**Задачи работы:**

- узнать краткую историю ученых и их изобретений;
- рассмотреть открытия химиков, которые внесли вклад в победу над врагами;
- узнать факты о деятельности ученых в период войны, выполнить видеоролик, посвященный достижениям химиков в Великой Отечественной войне.

**Александр Евгеньевич Ферман** - организовывал поиски стратегического минерального сырья, разрабатывая методы его скорейшей переработки для неотложных нужд страны.

В период Великой Отечественной войны под руководством **М.М. Дубинина** была организована ускоренная подготовка химиков для Наркомата обороны. Дубининым детально исследованы различные методы получения активированных углей, проведены многочисленные работы по адсорбционным свойствам угля и адсорбционным процессам в шихте.

**Ю.Г. Мамедалиев** выполнил работу по синтезу толуола. **Петр Леонидович Капица** придумал устройство для получения в неограниченном количестве жидкого кислорода из воздуха. В организации советского металлургического производства огромная роль принадлежит **П.П. Бардину, А.А. Байкову, М.А. Павлову** и другим учёным, усилиями которых была разработана теория металлургических процессов, создана новая металлургическая база на северо-западе нашей страны

Сегодня невозможно представить нашу жизнь без антибиотиков, помогающих бороться с инфекционными заболеваниями. **Зинаида Ермольева**, заметившая, что плесень способна убивать бактерии, положила начало новому развитию в России. Именно она в 1941 смогла синтезировать данный препарат, открытый в 1928 году Александром Флемингом - шотландским учёным. Открытие пенициллина означало новую эру - эру антибиотиков. Пенициллин по-прежнему считается одним из малотоксичных биологически активных веществ.

Война была смертельным противоборством производств, экономики и науки. Поэтому вместе с солдатами 1945 года победила и наша наука, наши ученые-химики, которые по сей день свою деятельность направляют на защиту своей Родины. В результате моей работы, я пришла к выводу, что без ряда важнейших открытий во время Великой Отечественной Войны, победа досталась бы нам еще большим трудом. Был сделан прорыв в областях авиаконструирования, органических катализаторов, нефтехимии была развита химическая кинетика.

Список использованной литературы:

- [1] М.Р. Курляндский. СССР в годы Великой Отечественной войны. М., «Высшая школа», 1970
- [2] Г.Л. Соболев. Ученые Ленинграда в годы Великой Отечественной войны. М., «Наука» 1966.
- [3] П.В. Гусенков, Г.В. Уваров «Химия и жизнь» 1967
- [4] М.П. Лукьянов. Краткая история химической промышленности СССР. М., Издательство АН СССР
- [5] А.А. Байков. Собрание трудов. 1952.

## И ЛЕКАРСТВО, И ВЗРЫВЧАТКА (ИЗ КРИМИНАЛЬНОЙ ХИМИИ)

Фомиченко Д.С.

10 класс, ГБОУ лицей №150

Руководитель: учитель химии Армер И.Я., ГБОУ лицей №150  
Санкт-Петербург

За всю историю человечества множество открытий – это серендипные открытия, то есть приведших к непредсказуемым результатам. При исследовательских работах иногда действительно трудно предсказать финальный результат эксперимента.

Во времена алхимиков единственной целью было получение философского камня или эликсира жизни. Вот именно такой «эликсир жизни» и получил Питер Вульф в 1771 году. Этот продукт был получен при обработке индиго азотной кислотой, этот продукт был способен окрашивать шерсть и шелк в желтый цвет, за что и получил название желтое индиго. Полученное вещество оказалось довольно сильной кислотой, разъедающей металлы и имеющее довольно горький вкус. В дальнейшем это вещество получило название - **пикриновая кислота**. К тому же эта кислота оказалась антисептиком, обладающим обезболивающим действием и способствующим заживлению ран. Но уже в 70-е годы 19 века о пикриновой кислоте стало известно, как о веществе, проявляющим строптивый характер и способным к детонации. И уже в конце 19 века на её основе был разработан взрывчатый состав, названный **мелинитом**.

Второе взрывчатое вещество, о котором идёт речь в работе – **нитроглицерин**. Это вещество в первую очередь использовалось как сердечное лекарство людьми, которые страдали стенокардией или другими заболеваниями, связанными со спазмами в сосудах.

На протяжении нескольких лет нитроглицерин никак не могли приспособить к практическим задачам, пока Альфред Нобель, интересовавшийся химией взрывчатых веществ, не обратил на него внимание. Автор открытия (итальянский ученый – Асканью Собrero) долго скрывал свойства открытого вещества, которые вызвали у него опасения: взрываться при нагревании, при ударе, сотрясении и даже при длительном хранении.

Но нитроглицерин, впитавшийся в абсорбент потерял высокую чувствительность, но сохранил способность взрываться, под действием детонатора, раннее разработанного Нобелем. Продукт, полученный таким образом, получил название – **динамит**, за что Нобель получил патент.

В 1875 году Нобель попробовал смешать нитроглицерин с частично проницанной целлюлозой, такая нитроцеллюлоза растворяется в смеси спирта с эфиром, образуя вязкий прозрачный раствор — коллодий. После испарения из коллодия растворителя остается прозрачная пленка, не растворимая в воде, применяемая в медицине.

Поскольку понятно, что мы не могли получить ни пикриновую кислоту, ни нитроглицерин в школьной лаборатории, то мы в экспериментальной части работы описываем процесс получения нами нитроцеллюлозы.

## СЕРЕНДИПНЫЕ ОТКРЫТИЯ

Чаврина В.О.

10 класс, ГБОУ лицей №150

Руководитель: учитель химии Армер И.Я., ГБОУ лицей №150  
Санкт-Петербург

Данная тема, указанная в названии работы, была выбрана не случайно. Впервые встретившись с этим понятием, я не смогла найти у окружающих объяснения этому термину. На данный момент я могу поделиться своими знаниями с участниками конференции. Впервые о серендипности было упомянуто в 1754 году английским писателем как «очень выразительное слово, характеризующее открытие, совершенное без преднамеренных действий». Эту способность к непреднамеренным открытиям, которые рождаются в результате случайных наблюдений, называют серендипностью (serendipity). Термин, происходящий из английского языка, обозначает способность, делая глубокие выводы из

случайных наблюдений, находить то, чего не искал намеренно. С этим названием связана интересная легенда, рассказанная в работе.

Сегодня популяризация химических открытий находится в менее выгодном положении, чем популяризация знаний в области физики, астрономии. Поэтому целью своей работы я обозначила именно популяризацию открытий в области химии.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. Подобрать литературный материал для написания теоретической части.
2. Ознакомиться с понятием серендипности.
3. Ознакомиться с основными открытиями 17-20 века.
4. Ознакомиться с методами анализа.
5. Провести опыты, которые привели к открытиям ученых прошлых лет.
6. Сделать выводы.
7. Преобразовать свою работу в пособие по научным открытиям.

Работа начинается с рассказа о серендипных открытиях XVII века, сделанных еще алхимиками - Хеннигом Брандом и Робертом Бойлем, об открытии первого синтетического красителя - мовеина, о получении резины Чарльзом Гудьером и так далее.

С 1901 года за лучшие достижения в различных областях науки стали вручаться нобелевские премии. Среди 175 лауреатов этой престижной награды есть немало ученых, которые подчеркивали роль случая в совершенных ими открытиях – это и открытие пенициллина, и открытие полимерных проводников, и всем известного фуллерена.

В экспериментальной части работы мы попробовали повторить некоторые из этих опытов, проведение которых было возможно в условиях школьной лаборатории. Нами были получены индикаторы из ряда растений, образцы тринитроцеллюлозы, был проведен опыт по вулканизации и получены образцы резины и опыт по адсорбции. Также подробно описана технология проведения опытов и ход работы.

Только наблюдательность и любознательность позволили этим ученым видеть то, что другие могли бы и упустить. Любознательный ученый имеет больше шансов совершить серендипное открытие, нежели его целеустремленный коллега. Поистине, это величайший талант, которым может обладать настоящий исследователь, испытывающий азарт, когда встречается с чем-то необычным, кажущимся на первый взгляд непонятным.

На мой взгляд данная работа будет интересна слушателям, так как исходя из собственных наблюдений я могу отметить, что о данном понятии имеет представление малое количество людей.

## СОДЕРЖАНИЕ

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ	3
СПОНСОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ	4
Карцова А.А. XLIV ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ	5
<u>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</u>	
Дыгай Ф.П. СОЗДАНИЕ ГАЗОВЫХ СЕНСОРОВ ИЗ ОКСИДА ОЛОВА И ОКСИДА МОЛИБДЕНА ПУТЕМ ЛАЗЕРНОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ РАСТВОРА	7
Закиева Р.Р., Крылов Д.В., Соллертинская В.Е., Талашова Е.Е., Чумачкова Е.Я. ФАЛЬСИФИКАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА	9
Калинин Н.С. ВЫДЕЛЕНИЕ ТРИТЕРПЕНОИДОВ АЛЬНИНКАНОНА И ТАРАКСЕРОНА ИЗ КОРЫ ОЛЬХИ <i>ALNASTER FRUTICOSUS (L.)</i> (ОЛЬХОВНИК КУСТАРНИКОВЫЙ)	11
Киско А. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЛАЗЕРНОЙ РЕСТАВРАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЖИВОПИСИ	13
Кропина В. НОВЫЕ ПОДХОДЫ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭСТРОГЕНОВ В ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТАХ НА ОСНОВЕ МИКРОЭКСТРАКЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ	15
Неделько Н. М., Кипелкин Е.В., Саратовской Н.С., Жеглов Д.А., Казумова А.Б., Захаров К.В. СИНТЕЗ АНТИСТОКСОВЫХ ЛЮМИНОФОРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СВЕТЯЩИХСЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТЫ ДОКУМЕНТОВ	16

Никорич Я. Cu <sup>2+</sup> -КООРДИНАЦИОННЫЙ КАПИЛЛЯРНЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМИНОКИСЛОТ В КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СРЕДАХ	17
--	----

ХИМИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Алексеева А.С. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ ФЕРРАТОВ (VI) ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ	19
--	----

Апухтина А.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ И ПОЧВЫ, ИМЕЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К МОУ «ЩЕГЛОВСКАЯ СОШ»	21
---	----

Воропаева Т.В. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ДОЗИРОВАНИЕ МЕДИ ДЛЯ СТЕРИЛИЗАЦИИ БАССЕЙНОВ	22
--	----

Давыдов М.О., Рябых В.Р., Руссу К.В. ПРОЕКТ «ПУТЬ ВОДЫ ОТ НЕВЫ ДО ФИНСКОГО ЗАЛИВА» (ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ ГОРОДА)	23
---	----

Козляева М.Н., Ножкина А.С. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОСФОРА В ВОДЕ ВОДОЁМОВ ПАРКА ЕКАТЕРИНГОФ. 2018–2019 ГОДЫ	26
--	----

Кузнецов Е.А., Колесников Д.А., Аввакумова В.А., Ларионова А.С, Белякова С.И. ИССЛЕДОВАНИЕ КРУГОВОРОТА АЗОТА В ПРИРОДЕ	28
--	----

Лазаретова А.И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ РАЗНЫХ РАЙОНОВ САНКТ ПЕТЕРБУРГА	29
---	----

Мотовичёва П. К. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И НАПИТКОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ TDS, pH и ОВП	30
---	----

Тушнова А.И., Козляева М.Н. 32  
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ ТЯЖЁЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ

Шаллиева В.В. 34  
ФЕРАТ (VI) НАТРИЯ – «ЗЕЛЕНЫЙ» РЕАГЕНТ ДЛЯ  
БЕЗОПАСНОЙ ВОДЫ

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Баськова Я.О., Завьялов А.В., Бородин О.А. 37  
ПРОТОЧНЫЙ МИКРОРЕАКТОРНЫЙ СИНТЕЗ: ПУТЬ К  
АВТОМАТИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Булатова Т., Бурганова А., Зарипов Д., Иншаков Е., Медведев М.,  
Медведева М. 38  
СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ АЗОКРАСИТЕЛЕЙ

Журавлев А. 40  
СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ЦИКЛОМЕТАЛЛИРОВАННЫХ  
КОМПЛЕКСОВ ИРИДИЯ(III) С ИЗОЦИАНИДНЫМИ ЛИГАНДАМИ

Захаров Т. 42  
СИНТЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ПРОИЗВОДНОГО  
2*H*-АЗИРИН-2-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Лучкин Г. 43  
УДОБНЫЙ ПОДХОД К СИНТЕЗУ ДИИОД-  
ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО КАРБЕНОВОГО КОМПЛЕКСА  
ПАЛЛАДИЯ(II) ЧЕРЕЗ КАРБЕН-ТРАНСФЕР АГЕНТЫ

Макаренко А.С. 44  
СИНТЕЗ ТЕТРАЗАМЕЩЁННОГО ПИРИДИНА ИЗ ИЗОКСАЗОЛА

Низамов Р.Р. 46  
ИЗУЧЕНИЕ ЛИГАНДНЫХ СВОЙСТВ ОКСИМОВ И ОЦЕНКА  
КОНСТАНТ СВЯЗЫВАНИЯ ОБРАЗУЮЩИХСЯ КОМПЛЕКСОВ

Никитин К. 47  
КАТАЛИЗИРУЕМОЕ МЕДЬЮ АЗИД-АЛКИНОВОЕ  
ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ

Рейкина М.М. 49  
РЕАКЦИИ 1,3-ДИПОЛЯРНОГО ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЯ  
НИТРОНОВ В СИНТЕЗЕ СПИРОИЗОКСАЗОЛИДИНОВ

ВЕЩЕСТВА И МАТЕРИАЛЫ

Баранов Д.А., Жосан И.А. 51  
СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
СОЛБВАТОВ СОЛЕЙ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С  
ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

Береснева У.А., Блинов А.В. 52  
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ  
ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Виноградова Е.М. 53  
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОХРОМИЗМА СОЕДИНЕНИЙ  
ОДНОВАЛЕНТНОЙ МЕДИ

Волобуева В., Плешаков Г., Дмитриенко А., Якимов М., Котченко А.,  
Яйлоян Е. 55  
СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ И КИНЕТИКИ РОСТА  
БАРЬЕРНЫХ ОКСИДНЫХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ  
РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ (Ti, Fe, Cu)

Галкин Е.С. 57  
БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ВОЛОКНА И  
СОЛЕЙ АЛЬГИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Гришанкина А.Э. 59  
БЕСФЕРМЕНТНЫЕ МИКРОСЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ИРИДИЯ,  
ЗОЛОТА И ПЛАТИНЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ

Данилова Н.А., Черновский Н.Д. 60  
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ  
ЛЮМИНОФОРОВ

Иншаков Е.А. ФОТОЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИЕ КОМПЛЕКСЫ ПЛАТИНЫ(II) С ИЗОЦИАНИДНЫМИ ЛИГАНДАМИ	61
Корсакова В. КОВАЛЕНТНЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ИМИДАЗОЛИЕВОГО КАТИОНА КАК СПОСОБ РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДА КАПИЛЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОФЕРЕЗА	63
Культенко В.П. ЛИГНИН. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ	64
Кутузов Я.А., Кабриц В.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГЕЛЬ-МАГНЕТИТА	66
Миних А.А. ПОЛУЧЕНИЕ НЕФТЯНОГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА	67
Мишин А., Пуськов Г. ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ СОСТАВА $[Ln(en)_x][Fe(CN)_6]$	69
Низамов Р.Р. СОЗДАНИЕ МИЦЕЛЛ И КОАЦЕРВАТНЫХ КАПЕЛЬ В РАСТВОРАХ	70
Носов В.Г. СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СМЕШАННЫХ ТЕРЕФТАЛАТОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ	72
Олейник А. СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АНТИСТОКСОВЫХ ЛЮМИНОФОРОВ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ АНТИСТОКСОВЫХ ЛЮМИНОФОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	74
Паклина Е.К. ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И КРАХМАЛА	75

Примак А.А. СОВРЕМЕННЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ	77
Смирнов А.А. БИОРАЗЛАГАЕМЫЕ ПАКЕТЫ СУПЕРМАРКЕТОВ И ТЕХНОЛОГИИ D2W	79
Смирнов А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РОСТ И ОБРАЗОВАНИЕ ИЗ РАСТВОРА ОСНОВНОГО КАРБОНАТА МЕДИ («МАЛАХИТА»)	81
Сосновский В.Б., Мирзаева С.Э., Романов К.Я., Паршина Е.К., Воронин Р.А., Никанорова О.В. ИЗМЕНЧИВЫЕ КРИСТАЛЛЫ	83
Фрейнкман О.В. СИНТЕЗ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫМ МЕТОДОМ И АНАЛИЗ АНТИСТОКСОВОГО ЛЮМИНОФОРА СОСТАВА $NaY_xLu_yF_4: Yb^{3+},$ $Tm^{3+}$ И $NaY_xLu_yF_4: Yb^{3+}, Tm^{3+}$	85

ХИМИЯ И МЕДИЦИНА

Бойко В.Д., Болгурцев М.Р. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОСТАВА И СВОЙСТВ АСПИРИНА РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ	87
Васильев П.Н., Мосина Е.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНОГО МАТЕРИАЛА ШУНГИТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ ЖЕЛЕЗА	89
Кривоногова М.А. СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ АНТИБИОТИКОВ И ИНТЕРФЕРОН СОДЕРЖАЩИХ ПРЕПАРАТОВ	91
Куликова В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ	92

Паршина Е.К. ОТРАБОТКА ПОДХОДОВ К АНАЛИЗУ СОСТАВА ГУБНОЙ ПОМАДЫ НА ВЭЖХ	93
Чебекова В.В., Цендина Е.А. ОТРАБОТКА МЕТОДОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БАКТЕРИЙ E.COLI И ПРОВЕРКИ БАКТЕРИЦИДНОСТИ РАСТВОРОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	94
Шевцова С.Д. ФИТОНЦИДНЫЕ ВЕЩЕСТВА КАК АЛЬТЕРНАТИВА АНТИБИОТИКАМ В СОСТАВЕ БАКТЕРИЦИДНОГО МЫЛА	96
<u>ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ</u>	
Бородина О.А. КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В ВАНИЛИН	97
Гарин Д.А., Кандаков И.С. ХИМИЧЕСКИЕ АНАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ МИКРОСТРУКТУР МЕДИ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОГО ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ ИЗ РАСТВОРА	99
Гудеев М.О. ИССЛЕДОВАНИЕ ТАЛЛОМОВ ЛИШАЙНИКА ПАРМЕЛИЯ РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН НА СОДЕРЖАНИЕ И АНТИБИОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ УСНИНОВОЙ КИСЛОТЫ	100
Калинова А.Е., Прутян О.И., Ильбактин И.У., Гилемханов Р.Р, Остросаблин А.Н. ФОТОГРАФИЯ В КОЛИЧЕСТВЕННОМ АНАЛИЗЕ	101
Кисслер Т. ГАЛОГЕННЫЕ СВЯЗИ В ТИОЦИАНАТАХ ДИАРИЛИОДОНИЯ	103
Кутузов Я.А., Золенко М.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРОВ ПОГЛОЩЕНИЯ ВИДИМОГО СВЕТА ИНДИГО-ПРОИЗВОДНЫМИ	104

Лазорин Д.С., Байтемиров М.М., Карапузов В.В., Ерошкин А.А., 105  
Татарникова Д.А., Яковлев А.С.  
МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕРИИ ЗА ПРЕДЕЛАМИ  
ЗЕМЛИ

Лукконен А.В. 107  
ОСАЖДЕНИЕ МЕДИ ИЗ ГЛУБОКИХ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ  
РАСТВОРИТЕЛЕЙ ЛАЗЕРНЫМ ПУЧКОМ

Снежкова Ю.В., Семушева А.Д., Васина Н.О., Рязанцев И.А., 108  
Кузнецова К.Д., Сарычев И.Е., Коркунова Е.А.  
СОЛЬВАТЫ СОЛЕЙ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С  
ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

Чиобану Е. 110  
ВЛИЯНИЕ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА СЕЛЕКТИВНОМ  
РАЗДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ АНАЛИТОВ  
(ФЕНОЛОВ И ПОЛИФЕНОЛОВ; ВОДО- И ЖИРОРАСТВОРИМЫХ  
ВИТАМИНОВ) МЕТОДОМ МИКРОЭМУЛЬСИОННОЙ  
ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

#### ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ

Голубева Т.Д., Кукушкина В.М. 112  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕКОТОРЫХ ПРОДУКТОВ  
ПИТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО  
ТИТРОВАНИЯ

Громько Е.С., Кулигина А.М., Шачнева К.Н., Водопетова М.А., 113  
Овчаренко И.В.  
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАЙНЫХ ЛИСТЬЕВ РАЗЛИЧНЫХ  
МАРОК

Екатериночкин П.Д. 114  
ВЛИЯНИЕ АЛЬГИНАТНЫХ КАПСУЛ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

Исмагилова В.А. 116  
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ КИТАЙСКОГО  
ЧАЯ

Тюленева А., Шпагина А., Зубова Е., Николаева Е., Титов А.,  
Фомичева М. 118  
ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ АНТИОКСИДАНТОВ – КАК  
ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ЧАЯ

Христофорова Я.А. 119  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПОВАРЕННОЙ СОЛИ В РЫБНОЙ  
ПРОДУКЦИИ АРГЕНТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Фомичева М. 120  
ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
АНТИОКСИДАНТНОГО СОСТАВА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ  
ЗЕЛЕННОГО ЧАЯ (ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА  
ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ)

#### ИСТОРИЯ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Гусаров Ф. 122  
КИСЛОРОД НА ЗЕМЛЕ И ВО ВСЕЛЕННОЙ

Драскова П.А., Яшкина В.С. 123  
ОСТОРОЖНО, СИНТЕТИЧЕСКИЕ КРАСИТЕЛИ!

Князева Е.А., Смекалова Д.А. 125  
ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ ЛОКОНОВ

Лысова А.А. 127  
СРАВНЕНИЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ ХИМИЧЕСКИХ  
ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В  
ТОРГОВОЙ СЕТИ И УЧЕБНЫХ ПОСОБИЯХ

Майданская А., Пермякова Е. 129  
ХИМИЧЕСКИЙ КОНСТРУКТОР

Михалева Д.Б., Васина Т.М. 130  
ВЗГЛЯД СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ НА ХИМИЧЕСКИЕ  
ЭЛЕМЕНТЫ

Паршева А.А. 132  
«У КАЖДОГО БЫЛА СВОЯ ВОЙНА...»

XLIV Всероссийская научно-практическая конференция школьников по химии

Романцева П.А. ХИМИЯ. ВОЙНА. ПОБЕДА	134
Фомиченко Д.С. И ЛЕКАРСТВО, И ВЗРЫВЧАТКА (ИЗ КРИМИНАЛЬНОЙ ХИМИИ)	136
Чаврина В.О. СЕРЕНДИПНЫЕ ОТКРЫТИЯ	137