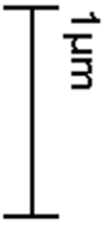


Научно- исследовательская работа студентов в 4 семестре

Тезисы докладов на
студенческой научной
конференции

ФНМ МГУ
Москва
2012

Mag = 25.00 K X



EHT = 5.00 kV
WD = 10 mm

Signal A = InLens
Photo No. = 3922

MSU HSMS
Date : 30 Jun 2012

Тезисы предоставлены студентами 2-го курса ФНМ МГУ (ФНМ-2010)

Тексты тезисов согласованы с научными руководителями студентов 2-го курса ФНМ МГУ (ФНМ 2010)

Сборник подготовила Сафронова Т.В., к.т.н., с.н.с., куратор 2-го курса ФНМ (ФНМ-2010)

На обложке микрофотография образца керамики на основе трикальцийфосфата и гидроксиапатита, подготовленного студенткой 1-го курса ФНМ МГУ Казаковой Г.К. (научный руководитель Сафронова Т.В.)

Микрофотография сделана аспиранткой 1-го года ФНМ МГУ Кукуевой Е.В. на электронном микроскопе LEO SUPRA (Carl Zeiss, Германия)

Введение

Научные конференции студентов на факультете наук о материалах Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (ФНМ МГУ) – являются многолетней традицией. В соответствии с учебным планом (специальность 020300 - «химия, физика и механика материалов») студенты с первого курса выполняют исследовательские работы в действующих научных группах.

Необходимым качеством для ученого является умение кратко изложить суть своей работы, умение обосновать целесообразность исследования и ярко и убедительно представить полученные данные.

В настоящем сборнике представлены тезисы докладов летней научной студенческой конференции студентов 2-го курса ФНМ (ФНМ-2010), которая состоялась 28 июня 2012 года. В своих докладах студенты представили результаты своей научно-исследовательской работы, которая была выполнена студентами в течение 4-го семестра. Некоторые студенты в 3 семестре приступили к новым исследованиям, поменяв научную лабораторию, другие, и их большинство, продолжили исследования, начатые на первом курсе. С моей точки зрения, продолжение исследований, начатых на первом курсе, позволяют студенту более глубоко погрузиться в суть исследуемой проблемы.

Тезисы докладов и сами доклады студентов на конференции свидетельствовали о серьезном и ответственном отношении к данному пункту учебного плана, как студентов, так и руководителей исследовательских работ студентов.

Непосредственно в научной сессии приняли участие 15 студентов группы ФНМ-2012. Еще 5 студентов в это время принимали участие в Менделеевском конкурсе, который в этом году проходил в городе Санкт-Петербурге. Выступления этих студентов на предыдущей, зимней научной конференции, получили высокие оценки, а сами студенты занимали первые места в рейтинге группы. Настоящий сборник тезисов – своеобразный отчет студентов группы ФНМ-2012 о научно-исследовательской работе, выполненной в 4м семестре. Поэтому все студенты этого курса предоставили свои тезисы для настоящего сборника.

В состав комиссии, которая заслушивала доклады студентов 2 курса в 4м семестре, входили: к.т.н., доц., с.н.с., куратор 2-го курса ФНМ-2010 Сафронова Татьяна Викторовна; к.х.н., в.н.с. Шляхтин Олег Александрович; д.х.н., с.н.с. Кнотько Александр Валерьевич, к.ф.-м.н., с.н.с. Климонский Сергей Олегович; к.х.н., м.н.с. Трусов Лев Артемович; к.т.н., главный

технолог Корпорации "Русский сверхпроводник" Першиков Сергей Александрович; асп Балахонов Сергей Васильевич,

Комиссия оценивала работу студентов и их доклады по следующим критериям: оформление, содержание и своевременное представление тезисов; оформление и содержательность доклада, краткость и информативность ответов на вопросы.

Комиссия, заслушавшая доклады студентов, признала высокий уровень и актуальность представленных исследований.

После подсчета баллов на первых трех позициях в списке группы оказались следующие студенты: Кузнецов Сергей Сергеевич (99,4), Шлёнская Наталья Николаевна (98,6), Мешков Михаил Николаевич (98,3)

Топ рейтинга прошлого семестра Езепов Илья Сергеевич, Берекчиян Михаил Варганович, Кошкодаев Дмитрий Сергеевич, а также Шекунова Таисия Олеговна и Галицкий Владимир Алексеевич представляли факультет наук о материалах на Менделеевском конкурсе. Студенты выступили там с постерными докладами. Четверо из пяти прошли в следующий тур и выступили с устными докладами.

Настоящий сборник тезисов содержит 3 части: 1 часть – тезисы докладов, 2 часть – фотоотчет о конференции, 3 часть – фото с сайта Менделеевского конкурса, на которых можно видеть, как студенты группы ФНМ-2010 защищают честь факультета.

Сафронова Т.В.
Куратор 2 курса ФНМ (ФНМ-2010),
к.т.н., доц., с.н.с.
Химического факультета МГУ
имени М.В. Ломоносова

Список студентов 2-го курса ФНМ

- 1 Берекчиян Михаил Вартанович - староста
- 2 Бурунова Наталья Алексеевна
- 3 Воробьев Артем Андреевич
- 4 Галицкий Владимир Алексеевич
- 5 Горбунов Даниил Валерьевич
- 6 Езепов Илья Сергеевич
- 7 Зуев Дмитрий Михайлович
- 8 Кошходаев Дмитрий Сергеевич
- 9 Кузнецов Сергей Сергеевич
- 10 Куимов Александр Николаевич
- 11 Марчевский Андрей Викторович
- 12 Мешков Михаил Николаевич
- 13 Паньшина Дарья Дмитриевна
- 14 Подвысоцкий Александр Сергеевич
- 15 Подголина Дарья Константиновна
- 16 Тебеньков Павел Владимирович
- 17 Чумакова Валентина Тарасовна
- 18 Шароваров Дмитрий Игоревич
- 19 Шекунова Таисия Олеговна
- 20 Шлёнская Наталья Николаевна



**Научно-исследовательская работа
студентов в 4 семестре
Часть 1
Тезисы докладов#**



Контролируемое удаление барьерного слоя пленок анодного оксида алюминия

Берекчиян М.В.

Руководитель: асп. 2 г/о ФНМ Петухов Д.И.

Одной из приоритетных областей исследований последнего времени являются исследования в области разделения и очистки веществ. Наиболее перспективной технологией для реализации этих процессов, пожалуй, является мембранная технология. Среди различных материалов, используемых для изготовления мембран, следует отметить анодный оксид алюминия, обладающий уникальными свойствами: низкая извилистость пор, узкое распределение пор по размеру, возможность контролировать параметры структуры в зависимости от условий анодирования. Так как в процессе окисления образуется оксидная пленка, состоящая из двух слоев (пористого и барьерного), то для того, чтобы сделать пленку проницаемой, необходимо удалять непроницаемый барьерный слой. Однако при растворении барьерного слоя, с одной стороны, важно полностью его удалить, а с другой стороны – не допустить излишнего травления стенок пор оксидной пленки, так как это приводит к уменьшению ее прочности.

В связи с этим целью данной работы было изучение влияния продолжительности травления барьерного слоя на диаметр пор и, как следствие, на газопроницаемость мембран.

В рамках данной работы мембраны синтезировали окислением металлического алюминия по методике одностадийного анодирования в «жестких» условиях: в 0,3М растворе $H_2C_2O_4$ при температуре $-8^{\circ}C$. Напряжение поднимали до 120В со скоростью 0,5В/с. После анодирования проводили удаление металлической подложки в растворе брома в метаноле. Контролируемое травление барьерного слоя проводили в электрохимической ячейке (анод в растворе 15%-ной ортофосфорной кислоты, катод в 0,2М растворе хлорида калия, напряжение 4В). При этом при открытии пор и росте их диаметра происходит увеличение сила тока, и на графике зависимости силы тока от времени появляется характерный скачок при времени травления 1740 секунд. Поэтому были исследованы мембраны с продолжительностью травления до и после характерного скачка: 1600, 2600, 3200, 3600, 4616, 5317 и 6878 с. Структуру мембран охарактеризовали методом растровой электронной микроскопии. Газопроницаемость для всех образцов измеряли с использованием индивидуальных газов: He, N_2 и CO_2 .

Установили, что после открытия пор их диаметр, на нижней стороне пленки, линейно зависит от продолжительности растворения барьерного слоя:

$$d = a + b \cdot t, \text{ где } a = -72,0 \text{ нм}, b = 149,3 \frac{\text{нм}}{\text{ч}}, \text{ при } t > 0,48 \text{ ч.}$$

Газопроницаемость мембраны, с одной стороны, обратно пропорциональна корню из молекулярной массы протекающего газа, что свидетельствует о реализации механизма диффузии Кнудсена. В то же время, согласно модели Кнудсеновской диффузии, газопроницаемость пропорциональна диаметру пор в кубе. А диаметр пор линейно зависит от продолжительности травления.

$$F = a \cdot t + b \cdot t^2 + c \cdot t^3, \text{ где } a = 681,2 \frac{\text{М}}{\text{атм} \cdot \text{ч}^2}, b = -1900,3 \frac{\text{М}}{\text{атм} \cdot \text{ч}^3}, c = 1273,2 \frac{\text{М}}{\text{атм} \cdot \text{ч}^4}, \text{ при } t > 0,48 \text{ ч.}$$

Таким образом, в рамках данной работы исследован метод контролируемого удаления барьерного слоя. А также установлены зависимость диаметра пор и газопроницаемости мембраны от продолжительности травления барьерного слоя.

Синтез и исследование кобальтатов (III,IV) Pr, Y легированных кальцием, обладающих переходом металл-диэлектрик

Бурунова Н.А.

Руководитель: к.х.н., вед. инж. Каменев А.А.

Соединения $R_{1-x}Ca_xCoO_{3+z}$ ($R=Pr, Y$) обладают переходом диэлектрик-металл вблизи комнатных температур, что делает привлекательным их использование в качестве основы различных переключающих устройств и сенсоров. Также в виде пленок из них могут быть сформированы структуры, работающие в качестве болометров или тепловых сенсоров. Высокая чувствительность резистивного перехода к внешнему давлению открывает возможность их использования в качестве датчиков давления.

Работа посвящена синтезу соединений $R_{1-x}Ca_xCoO_{3+z}$ в керамическом и тонкопленочном виде. При этом целью работы является синтез и изучение кобальтатов Pr, Y, обладающих переходом металл-диэлектрик вблизи комнатных температур. Цель работы состоит в синтезе керамических и тонкопленочных образцов и изучении их физико-химических свойств (магнитная восприимчивость, зависимость сопротивления от температуры, зависимость температуры перехода металл-диэлектрик от параметров элементарной ячейки для тонкопленочных образцов).

Для достижения указанной цели использовали несколько методов синтеза образцов: для керамических — метод химической гомогенизации из растворов, синтез в расплаве нитрата аммония, а для пленок метод химического осаждения из паровой фазы (MOCVD). Фазовый состав контролировали методом рентгеновской дифракции, элементный состав — методом рентгено-локального спектрального микроанализа. С помощью электронной сканирующей микроскопии определена морфология поверхности пленок.

При синтезе керамических образцов методом химической гомогенизации с использованием бумажных фильтров были опробованы различные условия (температура, атмосфера, длительность отжига). Однако изменение условий не привело к получению однофазных образцов. Поскольку для такого метода синтеза характерно образование достаточно большого количества углерода, который в свою очередь способствует разложению малостабильных кобальтатов иттрия, нами был опробован метод синтеза в расплаве нитрата аммония. Образцы, синтезированные данным методом, содержат меньшее количество примесей, а кроме того синтез возможно проводить при меньших временах и температурах отжига. В отличие от керамических образцов, благодаря эффекту эпитаксиальной стабилизации, нам впервые удалось получить тонкие пленки следующих составов: $YCoO_3$, $Y_{0,9}Ca_{0,1}CoO_3$, $Y_{0,8}Ca_{0,2}CoO_3$ на подложках $LaAlO_3$. Так же были синтезированы тонкопленочные образцы составов: $PrCoO_3$, $Pr_{0,9}Ca_{0,1}CoO_3$, $Pr_{0,8}Ca_{0,2}CoO_3$, $Pr_{0,7}Ca_{0,3}CoO_3$, $Pr_{0,6}Ca_{0,4}CoO_3$ на подложках $LaAlO_3$, $MgAl_2O_4$. Была установлена зависимость электрического сопротивления от наличия легирующего элемента и зависимость температуры перехода металл-диэлектрик (для тонкопленочных образцов) от параметра элементарной ячейки подложки.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что условия синтеза керамических образцов состава $R_{1-x}Ca_xCoO_{3+z}$ нуждаются в дальнейшей оптимизации. В то же время методом MOCVD впервые удалось получить тонкие пленки состава $Y_{1-x}Ca_xCoO_{3+z}$ ($x=0; 0,1; 0,2; 0,3$) на подложках $LaAlO_3$. Было установлено, что увеличение количества легирующего элемента приводит к значительному уменьшению электрического сопротивления. Подложки с различным параметром элементарной ячейки способны оказывать эффект, схожий с воздействием внешнего давления на керамические образцы (приводит к существенному изменению температуры перехода).

Публикации студентки за время обучения на ФНМ

1. Бурунова Н.Н. Роль лимонной кислоты в пиролизе аэрозолей // Материалы VIII международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», г. Москва, 11 - 15 апреля 2011 года
2. Бурунова Н.Н. Новые материалы на основе перовскитных кобальтатов(III,IV) РЗЭ, Y и кальция с переходом металл-диэлектрик // Материалы XIX международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов», г. Москва, 9 - 13 апреля 2012 года

Исследование особенностей синтеза и локальной магнитной структуры методом зондовой мессбауэровской спектроскопии на ядрах ^{119}Sn BiFeO_3

Воробьев А.А.

Руководитель: к.х.н., доц. Соболев А.В.

BiFeO_3 - соединение, обладающее структурой перовскита с ромбоэдрическим искажением при нормальных условиях, является мультиферроиком первого рода, т.е. сегнетоэлектрическая компонента ($T_C=653$ К) слабо коррелирует со магнитным упорядочением ($T_N=1118$ К), такая особенность феррита висмута обусловлена наличием у катионов Bi^{3+} стехиометрически-активной не поделенной электронной пары, приводящей к поляризации центрального катиона.

Учитывая большое на сегодняшний день количество работ, с применением различных спектроскопических методов, остается неразрешенным вопрос об эквивалентности позиций в магнитной подрешетке Fe^{3+} . Согласно данным нейтронографических методов, магнитные и кристаллографические позиции всех катионов трехвалентного железа эквивалентны, в то время, как в мессбауэровских спектрах на ядрах ^{57}Fe и спектрах ЯМР присутствуют несколько магнитных компонент.

Применение метода зондовой мессбауэровской спектроскопии с использованием микропримесей ^{119}Sn (1 ат.% по отношению к атомам железа), позволит по новому «взглянуть» на магнитную структуру. Такая возможность предоставляется благодаря диамагнитным свойствам катионов Sn^{4+} , так как вся сверхтонкая магнитная структура, наблюдаемая на зондовых атомах, связана только с окружающими их парамагнитными катионами.

Вопрос синтеза феррита BiFeO_3 с примесными атомами так же является отдельной задачей. Поскольку в твердофазных реакциях это соединение имеет термодинамический максимум устойчивости ($T=650^\circ\text{C}$) и кинетический максимум образования ($t=17,5$ мин при $T=875^\circ\text{C}$), с параллельным протеканием реакции $\text{BiFeO}_3 \Rightarrow \text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9 + \text{Bi}_{25}\text{FeO}_{40}$, т.о. получить чистый образец феррита висмута в равновесной реакции практически не удастся. Экспериментально удалось выяснить, что при добавлении небольших количеств KCl (7% по массе), кинетический максимум сдвигается к 4 мин, при этом выход чистого феррита висмута повышается в 1,3 раза. По этой причине была выбрана методика синтеза $\text{BiFe}_{0,99}({}^{119}\text{Sn}_{0,01})\text{O}_3$, состоящая из двух этапов. На первом этапе готовились образцы Fe_2O_3 допированные ^{119}Sn методом соосаждения гидроксидов, и последующим их прокаливанием на воздухе при 800°C 12 ч. В основе второго этапа лежит отжиг механической смеси Bi_2O_3 с $\text{Fe}_{1,99}{}^{119}\text{Sn}_{0,01}\text{O}_3$ и KCl (7% по массе) при $T=875^\circ\text{C}$ 4 мин, для достижения максимальной кинетической стабильности. Мессбауэровский спектр на ядрах ^{57}Fe подтвердил, что полученный образец имеет несколько различных магнитных компонент, что соответствует литературным данным.

Изучение свойств модифицированного трикальциевого фосфата - перспективного материала для изготовления биокерамики.

Галицкий В.А.

Руководители: к.х.н., доц. Путляев В. И., асп. 1 г/о Евдокимов П. В.

Важной на сегодняшний день проблемой является синтез и исследование свойств биологически активных материалов. В частности, одним из предметов изучения стали материалы, способные заменять или регенерировать поврежденную костную ткань, являющуюся сложным биокompозитом на основе как органических, так и неорганических соединений. В наших исследованиях был использован так называемый регенерационный метод, суть которого заключается в том, что внедренный материал способен, с одной стороны, восполнять утраченные функции костной ткани, а с другой - быть источником всех необходимых микроэлементов и стимулировать ее рост.

Разумеется, исходной идеей было замещение утраченной части кости гидроксиапатитом $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, являющимся основным её фрагментом. Но поскольку нам важно такое свойство, как биорезорбируемость (способность материала растворяться со временем в биологической жидкости), то было предложено использовать трикальциевый фосфат (ТКФ) - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Однако растворимость таких керамических материалов также является недостаточной, одним из способов повышения растворимости ТКФ является его химическое модифицирование. Для этого нами была использована система ТКФ и двойного фосфата натрия-кальция с общей формулой $\text{Ca}_{(3-x)}\text{Na}_{2x}(\text{PO}_4)_2$ ($x=0\div 1$) со структурой β -ТКФ (при $x<0.15$) и β - CaNaPO_4 (ренанит) (при $x=1$) в качестве компонентов керамики или многофазных композитов.

Исследование полученных образцов проводилось в трех основных направлениях: исследование фазового состава полученных веществ (рентгенофазовый анализ), исследование микроструктуры полученных керамических образцов (растровая электронная микроскопия) и дальнейшее изучение растворения в модельных средах (рН-, рСа-ионометрия).

Данные, полученные в результате проведения исследования по растворению образцов, удовлетворяют требованиям, необходимым для применения их в качестве материалов для биологического использования. Наилучшими данными обладают образцы, в которых "x" в $\text{Ca}_{(3-x)}\text{Na}_{2x}(\text{PO}_4)_2$ равен $0.5\div 0.7$. При таком составе материалы на основе данной системы можно предложить для использования при лечении поврежденной костной ткани.

Процессы ферритообразования в системе SrO-NiO-CoO-Fe₂O₃.

Горбунов Д.В.

Руководитель: к.х.н., в.н.с. Шляхтин О.А.

Разработка материалов с контролируемыми функциональными свойствами является одной из основных задач современного материаловедения. Уделяется много внимания получению и изучению магнитных частиц. Такие материалы перспективны для использования в науке и технике, например, для создания устройств хранения информации с высокой плотностью записи.

Гексаферриты получили широкое распространение в качестве достаточно недорогих и химически стабильных магнито жестких материалов. Однако среди

гексагональных ферритов есть и малоисследованные фазы, синтез и изучение свойств которых может привести к созданию новых магнитных материалов. Так, в рамках этой работы исследовали образование твердых растворов различных типов на основе гексаферрита стронция в системе SrO-NiO-CoO-Fe₂O₃

Для этого криохимическим методом синтезировали ряд прекурсоров ферритов состава SrNi_xCo_{2-x}Fe₁₆O₂₇ (x=0, 0.2, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.8, 2). Термическое разложение и последующую термообработку образцов проводили на воздухе при температурах 1000-1300 С, при скорости нагрева 10 С/мин и при внесении образцов на температуре отжига. При этом исследовали зависимость температуры Кюри синтезированных образцов от их катионного и фазового состава, температуры отжига и скорости нагрева.

Основной примесной фазой является гексагональный феррит М-типа. При увеличении температуры синтеза наблюдается систематическое изменение параметров гексагональной ячейки – параметр *a* увеличивается, а параметр *c* уменьшается, что, по-видимому, связано с процессом кристаллического упорядочения решётки гексаферрита.

Литий-проводящие фторполимерные материалы как перспективные электролиты для литиевых химических источников тока

Езенов И.С.

Руководитель: асп. 2 г/о Семененко Д.А.

В современном мире все больше электронных устройств становятся мобильными, что создает большую потребность в технологиях запасаения электроэнергии. Наиболее перспективными вторичными источниками тока являются литий-воздушные аккумуляторы, теоретическая емкость которых достигает значений 4000 мА*ч/г, что превосходит распространенные сейчас литий-ионные аккумуляторы в десятки раз. Конструкция литий-воздушного химического источника тока предполагает наличие анода из металлического лития и, как следствие, электролита, способного защитить литий от контакта с атмосферными газами. На сегодняшний день множество исследовательских групп ведут поиск материала способного стать электролитом в литий-воздушном аккумуляторе, и среди предложенных вариантов наиболее выгодно выделяются полимерные мембраны.

Целью настоящей работы стало получение тонких полимерных мембран для их последующего использования в литий-воздушном аккумуляторе. Классическим подходом к созданию таких материалов является растворение литиевой соли в полимере, но для улучшения электрохимических свойств мембраны пластифицировались различными соединениями: оксиды титана и кремния, низкомолекулярные соединения и полимеры. Основными задачами стали получение пленок с различным содержанием пластифицирующих добавок и изучение их электрохимических свойств.

В качестве полимерной основы был выбран сополимер политетрафторэтилена и поливинилиденфторида (Ф-42), так как он известен своей химической и электрохимической стабильностью. Распространенный полимер для электролитов – полиэтиленоксид в данной работе не рассматривался, в силу его сильной гигроскопичности. Для получения пленки рассчитанное количество полимера и трифторсульфонилимида лития (LiTFSI) растворяли в летучем растворителе (ацетон, этилацетат). После полного растворения добавляли пластификатор. Затем пленки сушили до полного удаления растворителя. Некоторые образцы подвергались вакуумной сушке и горячему прессованию, для достижения лучших свойств.

В ходе работы было изучено влияние пластифицирующих добавок на характеристики Ф-42. Было показано, что введение 10% масс. пластификатора способствует увеличению ионной проводимости более чем в 20 раз для Ф-42. Кроме этого, полученные мембраны изучались на возможность использования непосредственно в литий-воздушном аккумуляторе: для этого измеряли такие свойства, как число переноса по ионам лития и газоплотность мембран. Методом циклической вольтамперометрии изучалась электрохимическая стабильность полученных мембран. Потенциал окисления составил 4.8 В, что делает полученный материал пригодным к использованию в литий-воздушном аккумуляторе.

Была отработана методика получения тонких полимерных пленок толщиной порядка 100 мкм с хорошими механическими свойствами. Ионная проводимость лучших образцов при комнатной температуре составила 1,2 мСм/см, что находится на уровне коммерческих электролитов. Было показано, что полученные материалы являются перспективными электролитами для литий-воздушных источников тока, так как удовлетворяют всем необходимым критериям.

Синтез магнитотвёрдых наночастиц гексаферрита стронция из стекла состава $14\text{SrO}-6\text{Fe}_2\text{O}_3-12\text{B}_2\text{O}_3$.

Зуев Д.М.

Руководитель: асп. 3 г/о Кушнир С.Е.

Материалы на основе гексаферритов М-типа ($\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$, где $\text{M} = \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Pb}$) используют в качестве постоянных магнитов. Частицы гексаферрита обладают уникальным набором свойств: пластинчатая форма, одна ось лёгкого намагничивания и высокая магнитокристаллическая анизотропия, которые приводят к сонаправленности магнитного момента с кристаллографической осью c частицы. Таким образом, наночастицы гексаферрита стронция являются микроскопическими постоянными магнитами. При приложении магнитного поля к коллоидному раствору на основе таких частиц они ориентируются перпендикулярно полю, при этом возникает анизотропия оптических свойств, проявляется эффект линейного дихроизма. Однако существует проблема стабилизации магнитотвёрдых частиц в коллоидном растворе вследствие сильных магнитных диполь-дипольных взаимодействий. Ослабить эти взаимодействия можно путём уменьшения объёма частиц гексаферрита стронция.

Цель работы: получение магнитных жидкостей на основе магнитотвёрдых пластинчатых наночастиц гексаферрита стронция, которые обладают минимальным размером и при этом их коэрцитивная сила превышает 1 кЭ.

В литературе описано применение стеклокерамического метода синтеза для получения наночастиц гексаферрита стронция из стекла состава $14\text{SrO}-6\text{Fe}_2\text{O}_3-12\text{B}_2\text{O}_3$, но при этом при невысоких температурах (менее 630 °С) синтеза наблюдали образование $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Интервал температур 630 – 680 °С, в котором происходит переход от одной магнитной фазы к другой, слабо изучена, поэтому синтез проводили именно в этом интервале температур. Кроме того, уменьшить размер кристаллизующихся частиц может введение зародышеобразующих добавок, таких как TiO_2 и Cr_2O_3 .

Частицы гексаферрита стронция получали стеклокерамическим методом синтеза с использованием стекол состава $14\text{SrO}-6\text{Fe}_2\text{O}_3-12\text{B}_2\text{O}_3$ (G) и с соответствующими добавками TiO_2 (GT), Cr_2O_3 (GC) ($\omega = 1$ вес. %). Коллоидные растворы $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ (КРГС) получали путём обработки стеклокерамики в разбавленной уксусной кислоте ($\omega \approx 10\%$) и дистиллированной воде. Порошки наночастиц $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ получали упариванием коллоидных растворов.

В случае состава G полученные наночастицы гексаферрита стронция характеризуются дефицитом стронция. Заселённость позиции стронция увеличивается с 0,3 до 0,9 с увеличением времени выдержки при 630 °С с 0 до 480 мин. Коэрцитивная сила частиц полученных при 630 °С растёт с увеличением выдержки от 0,3 до 3,9 кЭ. При этом, начиная с выдержки 15 мин. превышает 1 кЭ, средний диаметр таких частиц составлял 30 нм. Частицы, выделенные из стеклокерамик составов GT и GC, характеризуются меньшим диаметром частиц, чем в случае состава G при одинаковых режимах термообработки.

На основе синтезированных наночастиц гексаферрита стронция были получены коллоидные растворы. Их концентрация составляет порядка 10^{-4} вес. %. ζ -потенциал лежит в интервале 25-60 мВ, проводимость 0,3 – 1,8 мСм/см. Коллоидные растворы на основе частиц с коэрцитивной силой более 1 кЭ проявляли эффект линейного дихроизма. Отношение оптических плотностей ($R=A_{\perp}/A_{\parallel}$) при перпендикулярной (A_{\perp}) и параллельной (A_{\parallel}) ориентации электрической компоненты падающего света и приложенного магнитного поля ($H=170$ Э) достигало 1,5 для образцов полученных при температуре 630 °С и 2,7 в случае образца полученного отжигом при 680 °С с выдержкой 100 мин.

Стеклокерамический синтез пластинчатых наночастиц гексаферрита стронция магнитных жидкостей на их основе

Кошкодаев Д.С.

Руководитель: асп. 3 г/о Кушнир С.Е.

Гексаферриты М-типа являются магнитотвердыми, обладают сильной одноосной магнитокристаллической анизотропией, что делает их перспективными материалами для создания элементов микроволновых устройств, магнитных жидкостей (МЖ) и ориентированных структур. У коллоидных растворов на основе пластинчатых наночастиц гексаферрита стронция в магнитном поле наблюдается эффект линейного дихроизма. Основное влияние на величину этого эффекта оказывает анизотропия формы наночастиц, а именно отношение диаметра частицы к её толщине.

Целью данной работы являлось получение наночастиц гексаферрита стронция методом кристаллизации стекла в системе SrO-B₂O₃-Fe₂O₃ с наибольшим отношением диаметра к толщине и магнитных жидкостей на их основе.

В ходе работы были получены рентгеноаморфные образцы стекол различного номинального состава $(m \cdot n + 1)SrO \cdot 6Fe_2O_3 \cdot nB_2O_3$ ($n = 8; 12; 16; 24, m = 1; 1,5; 2$). Путем варьирования температуры отжига были синтезированы образцы стеклокерамики, содержащие гексаферрит стронция. В определённых случаях при выделении наночастиц гексаферрита из стеклокерамики путем растворения немагнитных фаз происходило образование магнитной жидкости (МЖ).

Образование стабильных МЖ происходило для составов $n = 8$ ($m = 1; 1,5$); $n = 12$ ($m = 1$), отожженных при температуре 650 °С с выдержкой 2 часа. В случае других составов стекол МЖ не образуются. В случае других составов стекол МЖ не образуются. Это было вызвано несколькими причинами: 1) кристаллизация гексаферрита в форме сростков из двух и более пластинчатых частиц, 2) образование в результате кристаллизации стекла упорядоченных пористых макроструктур из гексаферрита и матричных фаз и 3) образование при отжиге стеклокерамики железосодержащей фазы, отличной от гексаферрита стронция. ζ -потенциал полученных МЖ равен +65, +60 и +65 мВ для $n = 8$ ($m = 1$), $n = 12$ ($m = 1$) и $n = 8$ ($m = 1,5$) соответственно, что указывает на хорошую стабильность. Для этих МЖ в магнитном поле наблюдается ярко-выраженный эффект линейного дихроизма. В случае, когда магнитное поле перпендикулярно лучу

света, то пропускание света раствором больше, чем в случае его параллельной ориентации. Отношение оптических плотностей (Аперп./Апаралл.) для жидкости $n = 12$ ($m = 1$) равно 1,8 (длина волны – 500 нм, во внешнем магнитном поле 100 Э, длина кюветы 1 см), а частицы в жидкости $n = 8$ ($m = 1,5$) выпадают под действием магнитного поля. Просвечивающая электронная микроскопия показала, что в этих МЖ частицы гексаферрита представляют собой тонкие пластины со средней толщиной от 7 до 9 нм и диаметром не более 120 нм. Отношение диаметра к толщине составило 7, 12 и 16 для $n = 8$ ($m = 1,5$), $n = 8$ ($m = 1$) и $n = 12$ ($m = 1$) соответственно. Магнитные свойства таких частиц практически не отличаются: коэрцитивная сила равна $3,0 \pm 0,1$ кЭ, а намагниченность насыщения – $48,0 \pm 0,5$ э.м.е./г.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (10-03-00694 и 11-08-01256).

Тетрафенилпорфин и его комплекс с цинком как химический сенсор на нитроароматические соединения

Кузнецов С.С.

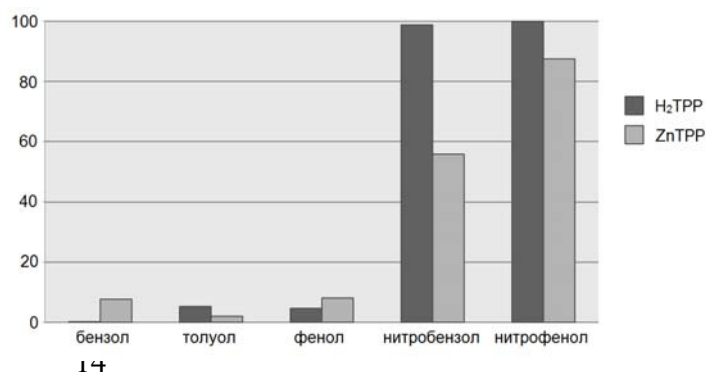
Руководитель: асп. 3 г/о Белоусов Ю.А.

В настоящее время террористическая ситуация в мире обострилась. Для обеспечения безопасности граждан (например, в аэропортах) сейчас используются хромато-масс-спектрометры, обнаруживающие пары взрывчатых веществ в воздухе. Такие приборы, однако, обладают крайне высокой стоимостью. Кроме того, они громоздки, а их энергопотребление очень высоко. Удачной альтернативой таким приборам могут стать люминесцентные сенсорные системы, отличающиеся низкой стоимостью и простотой конструкции. Группой Тао, Ли, Zhu (J. Mater. Chem. 2006, 16, 4521—4528) было обнаружено тушение люминесценции тетрафенилпорфина, иммобилизованного на поверхности, в присутствии таких соединений, как нитробензол, динитротолуол, тринитротолуол.

Цель данной работы — изучение люминесцентного сенсорного отклика тетрафенилпорфина на нитроароматические соединения. На первом этапе синтезировали тетрафенилпорфин (H_2TPP) и тетрафенилпорфинаты металлов. Далее, для изучения сенсорных свойств исследовали тушение люминесценции в растворе в присутствии нитробензола. Кроме того, требовалось исследование селективности данного тушения по отношению к другим ароматическим соединениям.

Тетрафенилпорфин получали по реакции Ротемунда конденсацией пиррола с бензальдегидом в пропионовой кислоте. После очистки, тетрафенилпорфин исследовали методом спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Для получения тетрафенилпорфинатов цинка ($ZnTPP$) и кадмия ($CdTPP$) использовали ацетилацетонаты соответствующих металлов. Свободный тетрафенилпорфин и тетрафенилпорфинаты исследовали методом оптической спектроскопии. Для изучения сенсорных свойств методом люминесцентной спектроскопии исследовали H_2TPP и $ZnTPP$ в присутствии нитробензола и нитрофенола, а также бензола, толуола и фенола.

Методом 1H ЯМР-спектроскопии подтверждена структура H_2TPP . Для $ZnTPP$ и $CdTPP$ число полос в спектре поглощения в видимой области уменьшается до двух (для H_2TPP их четыре), что свидетельствует о координации металла в центре



порфирина. В ходе работы получены градуировочные графики (зависимость интенсивности люминесценции H_2TPP и $ZnTPP$ от концентрации нитробензола). Были получены данные о тушении люминесценции в присутствии бензола, толуола, фенола и нитрофенола.

Исследованы сенсорные свойства тетрафенилпорфина и тетрафенилпорфината цинка по отношению к нитробензолу. Показано, что свободный тетрафенилпорфин обладает более высокой чувствительностью, чем тетрафенилпорфинат цинка. Установлено, что полученный сенсор на нитроароматические соединения селективен по отношению к ароматическим соединениям, не содержащим нитрогруппы (см. диаграмму).

Публикации студента за время обучения на ФНМ:

1. Семененко Д.А., Белова А.И., Захарченко Т.К., Езепов И.С., Кузнецов С.С., Гудилин Е.А., Третьяков Ю.Д. Электродные материалы для литий-воздушных аккумуляторов// Наноструктурные материалы. 2010. Киев. 19-22 октября 2010.
2. Кузнецов С.С. Получение электрокатализаторов для литий-воздушных аккумуляторов на основе оксидов и макроциклических комплексов переходных металлов// Тезисы докладов на научной студенческой конференции «Научно-исследовательская работа студентов в 3м семестре». 2012. ФНМ МГУ. Москва. 26 января 2012.

Синтез и структура комплексов алюминия на основе иминофенолов, перспективных катализаторов полимеризации циклических сложных эфиров.

Куимов А.Н.

Руководитель: к.х.н., н.с. Зайцев К.В.

Биоразлагаемые и биосовместимые синтетические полимеры на основе алифатических сложных эфиров в последнее время находят широкое практическое применение. Основным методом синтеза полиэфиров является реакция полимеризации, протекающая с раскрытием цикла (ring-opening polymerization, ROP). В качестве катализаторов этого процесса могут выступать комплексы алюминия. Введение к атому алюминия остатка непредельного спирта позволит получать полимеры, содержащие эти остатки на конце полимерной цепи. Подобные соединения являются **макромономерами** и могут быть далее использованы для синтеза различных биоразлагаемых материалов. Поэтому весьма перспективным представляется разработка новых подходов к получению биоразлагаемых и биосовместимых материалов с улучшенными характеристиками.

Задача данного исследования состояла в проведении синтеза ряда новых комплексов алюминия на основе salenовых лигандов, функционализированных остатками различных непредельных спиртов.

В ходе настоящего исследования были проведены синтезы исходя из двух замещенных фенолов (1-2) и 2,4 - диметилфенилацетата (3). Следуя схеме синтеза, см. приложение, получены три карбонильных соединения (4 (a-c)), три salenовых лиганда (5 (a-c)), три метильных комплексов алюминия (6(a-c)) и четыре комплекса, модифицированные остатками двух различных непредельных спиртов(7 (a-d)). Строение соединений подтверждено методами спектроскопии ЯМР 1H , ^{13}C , и ^{27}Al . В дальнейшей работе планируется использовать комплексы (7) в качестве катализаторов полимеризации *D,L*-лактоида и ϵ -капролактона и сравнить их каталитическую активность.

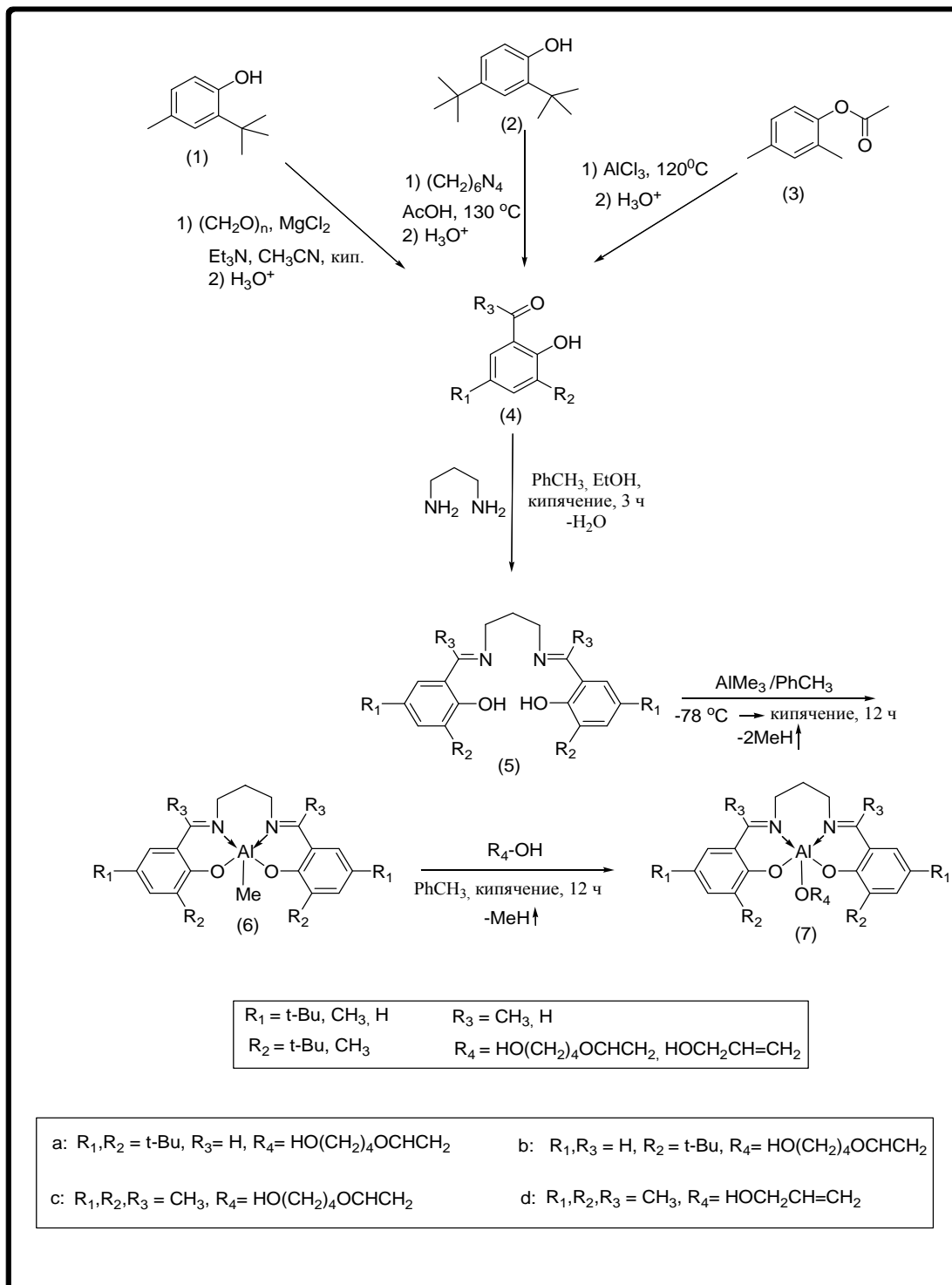
Таким образом, получены новые комплексы алюминия – перспективные катализаторы полимеризации циклических сложных эфиров.

Публикации студента за время обучения на ФНМ

- Куимов А.Н. Комплексы алюминия на основе иминофенолов: синтез, структура// Научно-исследовательская работа студентов в 3 семестре. Тезисы докладов на научной студенческой конференции, г. Москва 2012 г., С. 13

Приложение к тезисам Куимова А.Н.

Схема синтеза комплексов алюминия на основе саленовых лигандов, функционализированных остатками различных непредельных спиртов.



Синтез водных золей $Ce_{1-x}Gd_xO_{2-\delta}$, стабилизированных цитрат-ионом и мальтодекстрином

Марчевский А.В.

Руководитель: д.х.н., в.н.с. Иванов В.К.

Диоксид церия является перспективным наноматериалом, находящим широкое применение в высокотехнологичных областях промышленности. Одной из наиболее важных особенностей нанокристаллического $CeO_{2-\delta}$ является кислородная нестехиометрия, которая, согласно существующим представлениям, обуславливает его высокую биологическую активность. Считается, что биоактивность $CeO_{2-\delta}$ определяется способностью этого материала связывать активные формы кислорода и свободные радикалы, губительные для живых систем, т.е. обеспечивать защиту последних от окислительного стресса. Дополнительного увеличения нестехиометричности, т.е. концентрации кислородных вакансий в диоксиде церия, можно достичь за счёт допирования последнего элементами другой валентности, например, лантанидами.

В данной работе в качестве допирующего агента был взят гадолиний, так как ион Gd^{3+} обладает исключительно высоким магнитным моментом, что позволяет использовать гадолинийсодержащие соединения в качестве контрастирующих агентов в магнитно-резонансной томографии. Также следует отметить, что в форме малорастворимого оксида гадолиний гораздо менее токсичен, чем в ионной форме. Таким образом, допирование диоксида церия ионами Gd^{3+} позволит не только повысить его кислородную нестехиометрию и, следовательно, увеличить антиоксидантную активность, но и обеспечит возможность визуализации распределения наночастиц $Ce_{1-x}Gd_xO_{2-\delta}$ в организме.

Для применения препаратов на основе наночастиц $Ce_{1-x}Gd_xO_{2-\delta}$ в биологии и медицине требуются соответствующие агрегативно-устойчивые золи. В связи с этим их необходимо стабилизировать с использованием биосовместимых веществ, в качестве которых в настоящей работе были взяты цитрат-ион и мальтодекстрин.

В ходе работы была разработана методика синтеза золей путём комбинирования анионитной и гидротермально-микроволновой обработок. Были получены образцы золей $Ce_{1-x}Gd_xO_{2-\delta}$ с долей гадолиния $x=0,20$ (добавлением анионита рН доводился до 10; попытка доводить раствор до рН=11 привела к выпадению осадка). Один образец был стабилизирован раствором цитрата аммония, другой – раствором мальтодекстрина, третий не был ничем стабилизирован (контрольный образец). Также был получен золь нанокристаллического $CeO_{2-\delta}$ без гадолиния, который не был ничем стабилизирован.

Согласно результатам рентгенофазового анализа, все полученные образцы являются однофазными и обладают кристаллической структурой флюорита. Дифракционные максимумы, отвечающие оксо- или гидроксо соединениям церия и гадолиния, на дифрактограммах отсутствуют. Параметры элементарной ячейки для образцов, содержащих гадолиний, больше, чем для недопированного $CeO_{2-\delta}$, что свидетельствует о вхождении гадолиния в кристаллическую решётку диоксида церия.

Образцы были проанализированы методом УФ-видимой спектроскопии, которая не выявила заметных отличий между образцами.

Из данных динамического светорассеяния установлено, что для всех образцов, содержащих гадолиний, характерно бимодальное распределение частиц по размерам (первый пик имел максимум при 10-13 нм, второй – при 70-120 нм). Спустя три недели не стабилизированный образец выпал в осадок, в то же время как для стабилизированных образцов распределение частиц по размерам оставалось неизменным. Следует заметить, что относительный вклад первого пика в общее распределение для образца, стабилизированного мальтодекстрином, был существенно выше, чем для золя,

стабилизированного цитрат-ионом, что позволяет говорить о предпочтительном использовании мальтодекстрина в качестве стабилизатора.

В дальнейшем планируется расширить список методов синтеза и исследования образцов (в частности, провести биологическое тестирование), а также изучить возможность использования других стабилизаторов.

Смешанно-металлические координационные соединения на основе гексафторацетилацетонатов меди

Мешков М.Н.

Руководитель: асп. Цымбаренко Д.М.

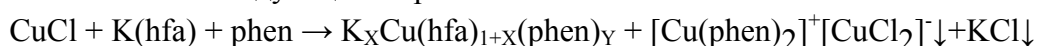
Создание координационных соединений переходных металлов с заданным типом кристаллической структуры (координационных полимеров и полиядерных молекулярных кластеров) — актуальная задача координационной химии и материаловедения, так как такие соединения способны проявлять широкий спектр функциональных свойств. В настоящей работе предложено синтезировать координационные полимеры и смешанно-металлические кластеры состава $M^I Cu^{II}(hfa)_3 L_Q$ (где $M^I = K, Cu(I)$) на основе гексафторацетилацетоната (hfa^-) меди, используя $K(hfa)$ и дополнительные нейтральные лиганды ($L = diglyme - 2,5,8$ -триоксононан) для «сшивки» полимеров.

Проведен синтез соединения $Cu(hfa)_2 \cdot H_2O$ по реакции $Cu(OAc)_2 \cdot H_2O + 2Hhfa = Cu(hfa)_2 \cdot H_2O + 2HOAc$ в этаноле. Продукт был осушен до $Cu(hfa)_2$ сублимацией в вакууме.

Установлено, что $Cu(hfa)_2$ реагирует с $K(hfa)$ в изопропиловом спирте с образованием легкорастворимого продукта « $KCu(hfa)_3$ » (**1**) ранее не описанного в литературе. Причем, по результатам РФА, **1** воспроизводимо получается при добавлении даже трех- и пятикратного избытка $K(hfa)$. Из анализа структур соединений $M^I M^{III}(hfa)_3$, представленных в Кембриджском Банке Структурных Данных, можно предположить, что соединение **1** имеет строение 1D координационного полимера.

Для «сшивки» цепей 1D координационного полимера **1** в слои нами предложено использовать дополнительный нейтральный тридентатный кислород-донорный лиганд - $diglyme$. Исследованы взаимодействия $Cu(hfa)_2 + diglyme$ и $Cu(hfa)_2 + K(hfa) + diglyme$ в изопропиловом спирте и тетрагидрофуране. При взаимодействии в THF впервые выделен разнолигандный комплекс (**2**) состава $Cu(hfa)_2(diglyme)_x$. Продукт **2** количественно возгоняется в вакууме при температуре до $150^\circ C$ без разложения. Порошковая рентгенограмма сублимата полностью совпадает с результатам РФА исходного вещества.

Для последующего синтеза смешанно-валентных полимеров состава $Cu^I Cu^{II}(hfa)_3 L_Q$ проведен синтез разнолигандного « $Cu(hfa)(phen)$ » путем взаимодействия $CuCl$, $K(hfa)$ и $phen$ в абсолютном ацетонитриле в атмосфере сухого аргона с использованием Шленк-аппаратуры. Методами РФА, ИК-спектроскопии и РСМА установлено, что в качестве побочных продуктов реакции выделяются KCl и $[Cu(phen)_2]^+ [CuCl_2]^-$ (**3**). Обнаружено, что охлаждение реакционной смеси до $-15^\circ C$ с последующим фильтрованием позволяет количественно отделить KCl и **3** от основного продукта **4**. По результатам анализов совокупностью методов 1H -ЯМР, ИК-спектроскопии, РСМА и комплексонометрического титрования состав продукта **4** может быть записан как $K_x Cu(hfa)_{1+x}(phen)_y$, где $x \sim 2-3$, $y \sim 1$. Таким образом, **4** является первым смешанно-металлическим разнолигандным β -дикетонатом калия-меди(I), а реакция его получения может быть записана следующим образом:



В ходе проведенной работы были исследованы взаимодействия $Cu(hfa)_2$ и $K(hfa)$ при различной стехиометрии и в присутствии дополнительного нейтрального лиганда

diglyme. Синтезирован $K_xCu(hfa)_{1+x}(phen)_y$ и разработана методика его очистки от примесей, не угрожающая его окислением. В результате взаимодействия $Cu(hfa)_2$ и diglyme в THF удалось получить новый летучий разнолигандный комплекс меди(II).

Список публикаций студента за время обучения на ФНМ:

1. Мешков М.Н., *Синтез и исследование координационных полимеров на основе β -дикетонатов меди // «Ломоносов-2012», Секция «Фундаментальное материаловедение», апрель 2012, Москва*
2. Мешков М.Н., *Синтез и исследование координационных полимеров на основе β -дикетонатов меди // «Тезисы докладов на научной студенческой конференции», <http://www.fnm.msu.ru>, январь 2012, Москва*
3. Мешков М.Н., *Синтез и исследование новых β -дикетонатов одновалентной меди с кислород- и азот-донорными лигандами // «Ломоносов-2011», Секция «Фундаментальное материаловедение», апрель 2011, Москва*

Изучение взаимодействия тетракальций фосфата с полимерами

Паньшина Д.Д.

Руководители: к.т.н. Федотов А.Ю., д.т.н. Комлев В.С.

Одной из актуальных задач материаловедения является создание материала для биомедицинских применений, в частности, для изготовления костных имплантатов. Одним из направлений является создание кальций фосфатных цементов (КФЦ). КФЦ по структуре и свойствам приближается к костной ткани. КФЦ позволяют заполнять костные дефекты сложной формы. КФЦ дают возможность инъекционного введения в костный дефект (т.е. без обширных хирургических вмешательств). В частности в КФЦ широко применяется тетракальций фосфат (ТТКФ) как основной исходный реагент, который обладает умеренной активностью и растворимостью, способен формировать гидроксипатит (ГАП) в физиологических условиях. Основными ограничениями КФЦ являются их хрупкость и неудовлетворительные механические характеристики. Для повышения прочности и придания пластичности КФЦ в него вводят полимеры.

Целью нашей работы является изучение взаимодействия материалов на основе ТТКФ с полимерами (поливиниловым спиртом (ПВС), желатином и альгинатом натрия). Задачи, стоящие перед нами, – получение ТТКФ керамики и измерение углов смачивания поверхности керамики полимерами.

Синтез ТТКФ проводили термическим разложением смеси дикальцийфосфат дигидрата (ДКФД) и карбоната кальция. ДКФД был синтезирован из одномолярных растворов нитрата кальция и гидрофосфата аммония при комнатной температуре путем сливания растворов при постоянном перемешивании. Полученный осадок высушивали и просеивали через сито с размером ячеек 300 мкм. Порошок ДКФД смешивали с карбонатом кальция, затем полученные смеси были подвергнуты механической активации в планетарной мельнице в течение 20 минут. После помола порошки были просеяны через сито с размером ячеек 100 мкм и спрессованы в таблетки, которые обжигали при 1450 °С и 1500 °С в течение 2 часов. После обжига был проведен РФА образцов, исследована их микроструктура с помощью SEM и измерены углы смачивания. Для измерения углов смачивания на поверхность керамики наносили 2% водные растворы полимеров. Каждое измерение проводилось 6 раз при температуре 37 °С

РФА показал, что при температуре 1450 °С керамика представляет собой смесь ГАП и ТТКФ, а при 1500 °С – чистый ТТКФ. Наименьший угол смачивания поверхности ТТКФ показал ПВС – $12,503 \pm 0,004^\circ$. Углы смачиваемости для желатина и альгината натрия равны $28,24 \pm 0,01^\circ$ и $149,61 \pm 0,07^\circ$ соответственно.

Проведенные исследования показали, что для получения чистого ТТКФ необходима температура не ниже 1500 °С. Желатин и ПВС показали свою перспективность в качестве составной части материала для биомедицинских применений – они хорошо смачивают поверхность ТТКФ, причем наилучшую смачиваемость продемонстрировал ПВС, в отличие от альгината натрия, который плохо смачивает поверхность ТТКФ.

Парожидкостные равновесия в системе вода – 18-краун-6

Подвысоцкий А.С.

Руководители: к.х.н., доц. Успенская И.А., м.н.с., Коваленко Н.А.

В настоящее время жидкофазная экстракция в расслаивающихся водно-органических системах широко используется в различных технологических процессах. Одним из способов повышения эффективности процесса экстракции является связывание интересующих веществ в комплексы с последующим переводом их в другую фазу. Для некоторых ионов металлов в качестве таких комплексообразователей перспективно использовать краун-эфиры, а в качестве реакционной среды – воду или водно-органические смеси. Для оценки оптимальных условий осуществления экстракционных процессов необходима информация о температурно-концентрационных зависимостях коэффициентов активности компонентов изучаемой системы. Ряд современных термодинамических моделей растворов позволяет прогнозировать свойства многокомпонентных смесей на основе данных по системам меньшей размерности. В этой связи встает задача получения надежных сведений о свойствах бинарных растворов. Анализ литературных источников показал, что информация о свойствах водных растворов краун-эфиров ограничена и противоречива.

В литературе описано большое количество методов исследования парожидкостного равновесия. Среди них чаще всего используются следующие разновидности: эбулиоскопия, статический метод, метод струи инертного газа и изопиестический метод. Нами был выбран метод прямого определения давления пара над раствором (статический метод), отличающийся универсальностью и относительно небольшим временем проведения эксперимента.

Целью настоящей работы является получение экспериментальных данных по парожидкостным равновесиям в системах вода – 18-краун-6 с последующим расчетом зависимости энергии Гиббса смешения растворов от температуры и состава.

Для достижения поставленной цели была создана специальная установка для измерения давления пара. Она содержит следующие элементы: вакуумный (молекулярный) насос, блок дегазации растворителей, измерительную ячейку, датчик давления (Setra 730) с блоком отображения. Дегазация проводится методом кипячения растворителя под вакуумом. Дегазированный растворитель перемещается в измерительную ячейку посредством перегонки. Количество компонента определяется по изменению массы измерительной ячейки. Давление пара определяется в диапазоне 1 – 200 мм рт. ст. в температурном интервале 10 – 50 °С с точностью 0,5 %.

На первом этапе проводился монтаж и запуск экспериментальной установки. На втором этапе была опробована методика измерения на широко изученных тестовых системах: воде и водном растворе хлорида натрия при температуре 25 °С, по результатам которых были построены градуировочные графики для определения численных значений давления. Третий этап заключался в измерении давления пара в системе вода – 18-краун-6. Четвертым этапом стал расчет зависимости энергии Гиббса смешения жидкой фазы системы вода – 18-краун-6 от состава и температуры с помощью программы, написанной в MatLab 7.6.

Публикации студента за время обучения на ФНМ:

1. Подвысоцкий А.С. Парожидкостные равновесия в системах вода – 18-краун-6 и бутанол(1,2,изо) – 18-краун-6 // Тезисы докладов студенческой конференции "Научно-исследовательская работа студентов в 3 семестре", г. Москва, 26 января 2012 г., С.19

Кислотно-основные свойства ферритов состава $Ni_xFe_{2+y}O_4$ для газовых сенсоров

Подголина Д.К.

Руководители: д.х.н., доцент, Румянцева М.Н., асп. ФНМ. Казин А.П.

Ферриты являются хорошо изученной группой материалов, которые в основном применяются в электромагнитных устройствах. Ферриты имеют преимущества использования в резистивных газовых сенсорах по сравнению с традиционными сенсорными материалами на основе полупроводниковых оксидов металлов. Основным преимуществом является возможность регулировать их зонную структуру и природу активных центров на поверхности, изменяя катионный состав. Изменение соотношения железа и никеля в ферритах приводит к увеличению количества и изменению природы кислотных и основных центров на поверхности, что влияет на проводимость образцов при экспозиции в газовой смеси. В свою очередь, увеличение проводимости является преимуществом для практического применения материала в качестве резистивных газовых сенсоров.

Данная работа посвящена детальному анализу влияния физико-химических свойств ферритов $Ni_xFe_{2+y}O_4$, где ($x= 0.5; 0.6 ;0.8 ; 0.9 ; 1; 1.05; 1.1$), полученных методом пиролиза аэрозоля, на их сенсорные свойства.

Исследование выполняли методами рентгенофлуоресцентной спектроскопии (РФ), сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской дифракции, низкотемпературной адсорбции азота, термопрограммируемой десорбции аммиака. Провели исследование сенсорных свойств ферритов по отношению к NH_3 , CO методом измерения электропроводности при различных температурах и концентрациях аммиака и угарного газа.

Мы продолжили наши исследования синтезированных нанокристаллические порошки ферритов $Ni_xFe_{2+y}O_4$, ($x=0.5;0.6;0.8;1;1.05;1.1$) с размерами сферических агломератов 500-800нм, размерами кристаллитов фазы со структурой шпинели 3-17 нм и величиной удельной поверхности порядка 20 м²/г. Были получены данные по сенсорной активности для исследуемых образцов.

Мы исследовали кислотно-основных свойств поверхности путем проведения термопрограммируемой десорбции аммиака. Мы установили, что количество слабых кислотных центров уменьшается с увеличением доли железа в образце, а количество кислотных центров средней силы, напротив, увеличивается с увеличением доли железа в образце. Сильные кислотные центры на спектрах ТПД проявляются при температуре выше 400 °С, где при сенсорных измерениях решающим становится кинетический фактор. Влияния количества сильных кислотных центров на сенсорный сигнал выявить не удалось.

В ходе проведенных исследований по изменению сенсорного сигнала установили, что наибольшее отклонение состава от стехиометрии по железу, как в положительную, так и в отрицательную сторону, приводит к увеличению сенсорного сигнала относительно стехиометричного образца при детектировании аммиака. Наибольший сенсорный сигнал наблюдается при температурах в диапазоне 250-350°С для образцов с наибольшим отклонением от стехиометрического состава. Для обоих газов при более высоких температурах величина сенсорного сигнала уменьшается, что предположительно

объясняется кинетическими факторами. Наибольший сенсорный сигнал при детектировании CO проявляется в образцах с наименьшим содержанием железа и наибольшим количеством слабых кислотных центров.

Публикации студентки за время обучения на ФНМ.

1. Подголина Д.К «Синтез ферритов состава $Ni_xFe_{2+y}O_4$ для газовых сенсоров»: // Сборник тезисов конференции "Ломоносов - 2012", г. Москва, 9-13 апреля 2012 г.

Влияние полиэтиленгликоля на свойства катодных материалов на основе $Li_{1+x}V_3O_8$

Тебеньков П.В.

Руководитель: к.х.н., доц. Брылев О.А.

Литиевые аккумуляторы широко используются в портативных электронных устройствах (сотовые телефоны, видеокамеры, ноутбуки). Электрохимические характеристики литиевых аккумуляторов определяются, прежде всего, свойствами электродных материалов. Особое место среди катодных материалов занимают литий-ванадиевые бронзы состава $Li_{1+x}V_3O_8$, структура которых устойчива в широком интервале концентраций лития. Данные материалы могут быть получены твердофазным методом, а также с использованием методов «мягкой» химии.

Известно, что размер частиц непосредственно влияет на электрохимические характеристики катодных материалов, а использование криохимического синтеза позволяет получить катодные материалы с улучшенными электрохимическими характеристиками. До настоящего времени для получения литий - ванадиевых бронз этот метод практически не использовался. Поэтому целью данной работы является синтез литий - ванадиевых бронз состава $Li_{1+x}V_3O_8$ с использованием криохимического метода. Также, при синтезе, в качестве темплата использовали полиэтиленгликоль (ПЭГ) с различной молекулярной массой.

Для приготовления прекурсоров к криохимическому синтезу варьировали pH исходного раствора (3,4,8), а также массовое содержание темплата. Термообработка материалов проведена при 450°C, 500°C, 550°C. Полученные материалы исследованы методами рентгеновской дифрактометрии, растровой электронной микроскопии, термического анализа и гальваностатического циклирования.

По данным РФА наиболее однофазные образцы были получены при pH=8 (параметры решетки для образца, полученного при pH=8, отжиге 550°C и добавлении

2% ПЭГ(2000г/моль): $a=6.702(3)\text{Å}$, $b=3.600(5)\text{Å}$, $c=11.989(7)\text{Å}$, $\beta=107.78(5)^\circ$, $V=275.4(4)\text{Å}^3$). По данным растровой электронной микроскопии с увеличением pH размер частиц уменьшается. При введении полиэтиленгликоля в качестве темплата наименьший размер частиц наблюдается при содержании 2% ПЭГ(2000г/моль) ($\approx 450\text{нм} \times 200\text{нм}$ для образца, полученного при pH8 и отжиге 550°C).

Гальваностатическое циклирование показало, что при добавлении полиэтиленгликоля увеличивается начальная разрядная емкость (258 мАч/г для образца 2% ПЭГ(2000г/моль) и 163 мАч/г для образца без ПЭГ), но ухудшается стабильность материала при циклировании (190 мАч/г для образца 2% ПЭГ(2000г/моль) и 178 мАч/г для образца без ПЭГ после 5 циклов). Это, по-видимому, связано с различной морфологией полученных материалов.

Исследование возможности получения новых сложных фосфатов $\text{Li}_y\text{Cr}_{2-x}\text{M}^{n+}_x(\text{PO}_4)_3$ ($\text{M} = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$) и $\text{Li}_{3-2x}\text{M}^{\text{III}}_{2-x}\text{Sb}^{\text{V}}_x(\text{PO}_4)_3$ ($\text{M} = \text{Cr}, \text{Sc}, \text{Sb}$) типа NASICON

Чумакова В.Т.

Руководители: д.х.н., проф. Комиссарова Л.Н., асп. 3 г.о. ФНМ Соловьёв О.И.

В качестве катион-проводящих твёрдых электролитов особый интерес представляют соединения со структурой NASICON. Они известны как эффективные ионные проводники по однозарядным катионам M^+ , которые перемещаются по частично заселённым позициям трехмерного каркаса $\{(M^{n+}_2(\text{ЭO}_4^{m-})_3)^{2n-3m}\}_\infty$ ($n = 2-5$, $m = 2-4$), состоящего из октаэдров MO_6 и тетраэдров ЭO_4 . Электрофизические свойства исследуемых фаз можно улучшить в результате частичного изо- и гетеровалентного замещения в катионной и анионной части.

Настоящая работа была посвящена решению следующих задач: 1) получение твердых растворов различных составов: $\text{Li}_y\text{Cr}_{2-x}\text{M}^{n+}_x(\text{PO}_4)_3$, где $\text{M} = \text{Mn}, \text{Co}$ и Ni ; $n = 2-4$, $y = 3 + x*(3-n)$ и $\text{Li}_{3-2x}\text{M}^{n+}_{2-x}\text{Sb}^{\text{V}}_x(\text{PO}_4)_3$, где $\text{M} = \text{Cr}, \text{Sc}$, $n=3$, $x=0,5; 1; 1,5$; 2) синтез однофазных образцов; 3) отработка метода изготовления и получения плотной керамики на основе однофазных образцов; 4) исследование электрофизических свойств керамики.

Синтез образцов выполняли твердофазным методом, используя следующие соединения: $\text{LiOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3\cdot 9\text{H}_2\text{O}$, MnO_2 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NiO , Li_2CO_3 , LiNO_3 , Sb_2O_5 , Sc_2O_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ квалификации не ниже ч.д.а.. Стехиометрические смеси реагентов перетирали под слоем ацетона, высушивали на воздухе при температуре $50-60^\circ\text{C}$ и отжигали в фарфоровых тиглях на воздухе при температурах 500°C и 600°C ($\text{M} = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$) и $400-900^\circ\text{C}$ ($\text{M} = \text{Sc}, \text{Sb}$). Подъём температуры осуществляли медленно для удаления кристаллизационной воды и образующихся газообразных продуктов.

По результатам рентгенофазового анализа образцы $\text{Li}_{3-2x}\text{M}^{n+}_{2-x}\text{Sb}_x(\text{PO}_4)_3$, полученные при температурах отжига $400-700^\circ\text{C}$, были рентгеноаморфны. При 900°C происходила кристаллизация. На рентгенограммах было зафиксировано образование ранее неизвестной гексагональной фазы типа NASICON в качестве основной, а также ряда примесей, которые зависели от конкретного состава образца и методики его приготовления. В ряде случаев установить состав примесей не удалось. Линии, соответствующие целевым фазам, были проиндексированы по аналогии с известными фазами такого типа, в частности, с гексагональной модификацией $\text{Li}_3\text{In}_2(\text{PO}_4)_3$, рассчитаны параметры их элементарных ячеек. Особый интерес вызывает тот факт, что доля целевой фазы возрастает с увеличением содержания сурьмы, однако максимум достигается в промежуточной точке $x < 1,5$.

В образцах $\text{Li}_y\text{Cr}_{2-x}\text{M}^{n+}_x(\text{PO}_4)_3$ ($\text{M} = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$), отожжённых при 500°C , присутствовала целевая фаза. При увеличении температуры до 600°C образцы $\text{Li}_y\text{Cr}_{2-x}\text{M}^{n+}_x(\text{PO}_4)_3$ ($\text{M} = \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$) в случаях M^{2+} и $n = 3$ ($\text{M} = \text{Mn}$) были однофазны. Все образцы, содержащие M^{4+} ($n = 4$), были неоднородны. Рентгенограммы однофазных образцов типа $\text{Li}_y\text{Cr}_{2-x}\text{M}^{n+}_x(\text{PO}_4)_3$ и $\text{Li}_3\text{Cr}_2(\text{PO}_4)_3$ сходны. Однако пригодными для измерения функциональных свойств были следующие образцы: 1- $\text{Li}_3\text{Cr}_{1,8}\text{Mn}_{0,2}(\text{PO}_4)_3$, 2- $\text{Li}_{3,2}\text{Cr}_{1,8}\text{Mn}_{0,2}(\text{PO}_4)_3$, 3- $\text{Li}_{3,2}\text{Cr}_{1,8}\text{Co}_{0,2}(\text{PO}_4)_3$.

Для получения керамических образцов исходную реакционную смесь прессовали в стальной пресс-форме без использования органических связующих и отжигали при температуре синтеза. Образцы имели плотности порядка 95% от рентгенографической. Методом спектроскопии импеданса была определена их удельная проводимость при комнатной температуре. Она составляет $\sim 10^{-7}$ См/см (1), $\sim 2*10^{-7}$ См/см (2) и $\sim 3,6*10^{-7}$

См/см (3). Эти образцы нельзя отнести к перспективным катионным проводникам, но они могут быть перспективны для создания сенсоров и катализаторов.

Публикации студента за время обучения на ФНМ:

1. Чумакова В.Т., Саполетова Н.А., Получение инвертированных опалов из полипиррола// XVIII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2011», 2011, с.129.
2. Чумакова В.Т., Соловьёв О.И., Исследование возможности стабилизации различных степеней окисления Mn, Co, Ni в структурах сложных фосфатов типа NASICON// XIX Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2012», 2012, с.262.

Получение тонких пленок сверхпроводников состава $Y_{1-x}Ca_xBa_{2-y}La_yCu_3O_7$ методом МOCVD

Шароваров Д.И.

Руководитель: с.н.с. ОИВТ РАН, к.х.н. Самойленков С.В.

Тонкие пленки высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП), благодаря своим исключительным токонесущим характеристикам при температуре жидкого азота (77К), являются перспективными материалами для применения в различных областях современной электроэнергетики и электроники. Известно, что гетеровалентное допирование сверхпроводников $RBa_2Cu_3O_7$ (R – редко-земельными элементами) приводит к существенному изменению сверхпроводящих свойств из-за изменения количества носителей заряда. Однако, наиболее исследованными в виде пленочных материалов остаются чистые $RBa_2Cu_3O_7$ или их твердые растворы. В то же время, можно предполагать, что посредством допирования можно управлять некоторыми практически важными сверхпроводящими характеристиками ВТСП-пленок.

Целью данной работы является получение и исследование сверхпроводящих свойств тонких пленок состава $Y_{1-x}Ca_xBa_{2-y}La_yCu_3O_7$. Исходя из литературных данных и ионных радиусов, предполагали, что замещение кальцием происходит преимущественно в позицию иттрия, а замещение лантаном – преимущественно в позицию бария.

Для получения тонких пленок состава $Y_{1-x}Ca_xBa_2Cu_3O_7$ ($x = 0.03, 0.015$) и $Y_{1-x}Ca_xBa_{2-y}La_yCu_3O_7$ ($y = 0.008, 0.016, 0.05$) смешивали рассчитанное количество летучих β -дикетонатов иттрия, кальция, бария, лантана и меди. Значения x и y рассчитывались для исходных прекурсоров. Для бария и кальция использовали разнолигандные комплексы с орто-фенантролином в случае бария и тетраметилэтилендиамином в случае кальция. Смесь тщательно перетирали в ступке и переносили в дозирующее устройство лабораторной установки химического осаждения из паровой фазы (МOCVD). В качестве подложки для роста тонких пленок использовали монокристаллы титаната стронция $SrTiO_3$, вырезанные параллельно плоскости (001). Пленки, содержащие 0,016 La, были осаждены также на слой цирконата бария $BaZrO_3$, напыленный на никелевую ленту-подложку. Сублимацию прекурсоров проводили при температуре $250^{\circ}C$, а осаждение пленки – при температуре $800^{\circ}C$. Синтез проводили при давлении 5 мбар. После осаждения образец остывал в условиях осаждения до $500^{\circ}C$, а затем охлаждался в атмосфере чистого кислорода до комнатной температуры со скоростью $100^{\circ}C/час$. Медленное охлаждение в кислороде было необходимо для обеспечения полного окисления ВТСП.

Полученные образцы исследовали методами рентгенофазового анализа и электронной микроскопии с элементным микроанализом. Методом измерения магнитной восприимчивости для пленок были определены плотность критического тока (j_c) и

температура перехода в сверхпроводящее состояние (T_c). Согласно полученным результатам, можно утверждать, что при допировании кальцием наблюдается уменьшение доли нежелательной (100)-ориентации в пленках и понижение T_c и j_c . При допировании лантаном, наблюдали увеличение доли (100)-ориентации, T_c проходила через максимум при $y = 0.016$, а j_c уменьшалась. Результаты рентгенофазового анализа образцов содержащих 0.016 La и осажденных на подложку из цирконата бария $BaZrO_3$, показали, что доля (001)-ориентации уменьшилась почти в два раза по сравнению с образцом, осажденным на титанат стронция $SrTiO_3$.

В результате проделанной работы были осаждены сверхпроводящие пленки состава $Y_{0,97}Ca_{0,03}Ba_2Cu_3O_7$, $Y_{0,985}Ca_{0,015}Ba_2Cu_3O_7$, $YBa_{1,95}La_{0,05}Cu_3O_7$, $YBa_{1,992}La_{0,008}Cu_3O_7$ и четыре пленки состава $YBa_{1,984}La_{0,016}Cu_3O_7$, а так же получены и обработаны результаты рентгенофазового анализа.

Публикации студента за время обучения на ФНМ:

1. Шароваров Д.И. Синтез разнолигандных комплексов бис-дипивалоилметанатов магния и кальция из металлов// Тезисы докладов на научной студенческой конференции Научно-исследовательская работа студентов в 3м семестре. 2012. ФНМ МГУ. Москва. 26 января 2012. С.21

Изучение биологической активности стабильных водных золей SeO_2 с использованием бактерий *Escherichia coli*

Шекунова Т.О.

Руководитель: к.х.н., н.с. Иванова О.С.

Диоксид церия представляет собой уникальный материал, который является перспективным для биомедицинских приложений. Исследования воздействия наносистем на биологические объекты и их использование для развития медицины, разработки лекарств на основе наночастиц составляют одно из важнейших направлений развития нанотехнологий. В то же время токсичность наноматериалов изучена лишь в единичных случаях, более того, практически отсутствуют данные о влиянии размерного фактора на биоактивность нанодисперсных неорганических материалов.

В связи с этим целью нашей работы явилось изучение биологической активности золей SeO_2 , стабилизированных цитратом аммония. Были поставлены следующие задачи: 1) синтезировать золи диоксида церия, стабилизированные цитратом аммония, с различной концентрацией; 2) исследовать полученные золи различными физико-химическими методами; 3) изучить биологическую активность золей диоксида церия с различной концентрацией на бактериях *Escherichia coli*.

Золи диоксида церия были синтезированы осаждением водным раствором аммиака (3М) из смешанных растворов нитрата церия (III) и лимонной кислоты при различных концентрациях (0.025 и 0.1М), и мольном соотношении исходных реагентов 1:1. Полученные золи были проанализированы методами УФ-видимой спектроскопии, РФА, ПЭМ и динамического светорассеяния (ДСР).

С помощью метода УФ-видимой спектроскопии регистрировали полосу поглощения SeO_2 . ШЗЗ для диоксида церия составляет ~ 3.5-3.6 эВ, что свидетельствует о малом размере частиц. Размеры областей когерентного рассеяния (ОКР) образцов SeO_2 , синтезированных при осаждении золей различной концентрации (0.005 и 0.02М), составили 2.2 и 3.3 нм, что хорошо согласуется с данными ПЭМ (2.6 и 3.1 нм). По результатам ДСР видно, что размеры частиц составляют 4.9 и 3.0 нм. Кроме того, с

течением времени (3 мес.) диаметр частиц увеличивается (58.0 и 3.6 нм), что может быть связано с их небольшой агрегацией.

Биологическую активность зольей анализировали с помощью люминесцентного теста, основанного на ингибировании люминесценции бактерий *Escherichia coli*. Было показано, что интенсивность люминесценции биосенсора в дистиллированной воде резко снижается в соответствии с экспоненциальным законом. В свою очередь, этот же показатель ~ в 2 раза выше для бактерий *Escherichia coli* в золях CeO_2 различной концентрации (0.005 и 0.02М). Следует отметить, что интенсивность люминесценции бактерий *Escherichia coli* в образце с концентрацией золя 0.005М несколько выше, чем в золе с концентрацией 0.02М. Этот факт позволяет делать предположения о влиянии размерного фактора на биоактивность полученных зольей. Дополнительно нами было изучено влияние стабилизатора (цитрат аммония). Было показано, что интенсивность биолюминесценции *Escherichia coli* в растворе цитрата аммония в первые 2,5-3 часа значительно ниже, чем в контрольной серии.

Таким образом, по результатам проделанной работы можно сделать вывод о высокой биологической активности зольей диоксида церия, стабилизированных цитратом аммония, что хорошо согласуется с полученными ранее нами результатами с бактериями *Vibrio fischeri*.

Исследование влияния стабилизаторов на формирование и рост двумерных частиц SnS_2

Шлёнская Н.Н.

Руководитель: к.х.н., доц. Васильев Р.Б.

После открытия графена, обладающего уникальными оптоэлектронными свойствами [1], интерес к двумерным наносистемам резко возрос. Это объясняется в первую очередь перспективами применения в фото-, электро- и магнитных устройствах. Но, несмотря на это, в настоящее время очень мало работ посвящено растворному синтезу графеноподобных частиц в органической среде. Поэтому целью данной работы был синтез двумерных наночастиц дисульфида олова, а также исследование возможности их стабилизации в неполярных органических растворителях. Выбор SnS_2 был обоснован слоистой природой этого соединения, что предполагает возможность роста частиц с двумерной морфологией. С другой стороны, SnS_2 представляет интерес как широкозонный полупроводник с шириной запрещенной зоны порядка 2.17 эВ [2].

Синтез проводили в высококипящем некоординирующем растворителе 1-октадецене, исходя из олеата олова (IV) и серы. Олеат был предварительно получен в том же растворителе из безводного ацетата олова (IV) и олеиновой кислоты путем нагревания смеси при температуре ~ 150°C до полной отгонки уксусной кислоты. Сера, растворенную в 1-октадецене, инжигтировали в нагретый до ~ 220°C раствор олеата олова. Время роста наночастиц SnS_2 составило 5 мин.

В работе было систематически изучено влияние различных аминов на формирование и стабилизацию наночастиц. В качестве стабилизаторов были выбраны следующие амины: первичный – додециламин (ДДА), вторичные – метилстеариламин (МСА) и гексаметилсилиламин (ГМСА), третичные – триоктиламин (ТОА) и нонаметилсилиламин (НМСА). В результате было выявлено, что третичные амины способствуют формированию графеноподобных частиц, в то время как первичные и вторичные амины приводят к аморфным неструктурированным частицам. Это может быть объяснено комплексообразованием первичных и вторичных аминов с оловом (IV), что существенно замедляет реакцию образования SnS_2 .

С помощью просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии была изучена морфология частиц. Было выявлено, что частицы имеют размеры в пределах 100-500 нм и толщину ~ 5 нм. На основе исследований ПЭМ был выбран лучший образец, который дополнительно был изучен методом рамановской спектроскопии и рентгеновской дифракции. На основе этих данных был подтвержден фазовый состав частиц – 2Т модификация SnS₂. Также был исследован состав стабилизатора методом инфракрасной спектроскопии, которая показала, что поверхность частиц покрыта длинноцепочечными молекулами (олеиновая кислота) и молекулами стабилизатора (НМСА). Методом оптической спектроскопии поглощения было доказано, что частицы имеют полупроводниковую природу с шириной запрещенной зоны ~ 2.8 эВ, что несколько больше литературных данных для объемных кристаллов SnS₂.

Таким образом, можно утверждать, что нами была успешно предложена методика синтеза и стабилизации двумерных наночастиц дисульфида олова в неполярной органической среде.

Список литературы

1. Novoselov K.S., Geim A.K., Morosov S.V., Electric field effect in atomically thin carbon films, Science, 2004, vol. 306, 666-669
2. Дубровский Г.Б., Шельх А.И., Фотоэлектрические свойства дисульфида олова, Физика твердого тела, 1998, том 40, №8, с. 1426

Публикации студентки за время обучения на ФНМ

1. Шлэнская Н.Н. Синтез наноллистов SnS₂ в коллоидном растворе// Сборник тезисов зимней конференции студентов 2 курса ФНМ МГУ, г. Москва, январь 2012 г.
2. Шлэнская Н.Н. Синтез и исследование наноллистов SnS₂ в коллоидном растворе// Сборник тезисов конференции «Ломоносов-2012», г. Москва, апрель 2012 г.



**Научно-исследовательская работа
студентов в 4 семестре**

Часть 2

Фотоотчет



Экзаменационная комиссия



1. Сафронова Татьяна Викторовна, к.т.н., с.н.с.,
куратор 2-го курса ФНМ (2012 г.)
2. Шляхтин Олег Александрович, к.х.н., в.н.с.
3. Кнотько Александр Валерьевич, д.х.н., с.н.с.
4. Климонский Сергей Олегович, к.ф.-м.н., с.н.с.
5. Трусов Лев Артемович, к.х.н., м.н.с.
6. Першиков Сергей Александрович, к.т.н., главный технолог Корпорации "Русский сверхпроводник"
7. Балахонов Сергей Васильевич, асп.



Шляхтин Олег Александрович, к.х.н.



Кнотько Александр Валерьевич, д.х.н.



Климонский Сергей Олегович, к.ф.-м.н.



Трусов Лев Артемович, к.х.н.



Першиков Сергей Александрович, к.т.н.



Балахонов Сергей Васильевич, асп.

2. Бурунова Наталья Алексеевна



Доклад



3. Воробьев Артем Андреевич



5. Горбунов Даниил Валерьевич



7. Зуев Дмитрий Михайлович



вопроса:

МЖ большой концентрации ←

МЖ малой концентрации →

цели работы:

влияние времени выдержки при 630°C при
ции стекла $14\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{B}_2\text{O}_3$ на морфологию и
свойства наночастиц гексаферрита стронция.
влияние зародышеобразующих добавок (Cr_2O_3 ,
на структуру и магнитные свойства гексаферрита
исследовать коллоиды на основе полученных

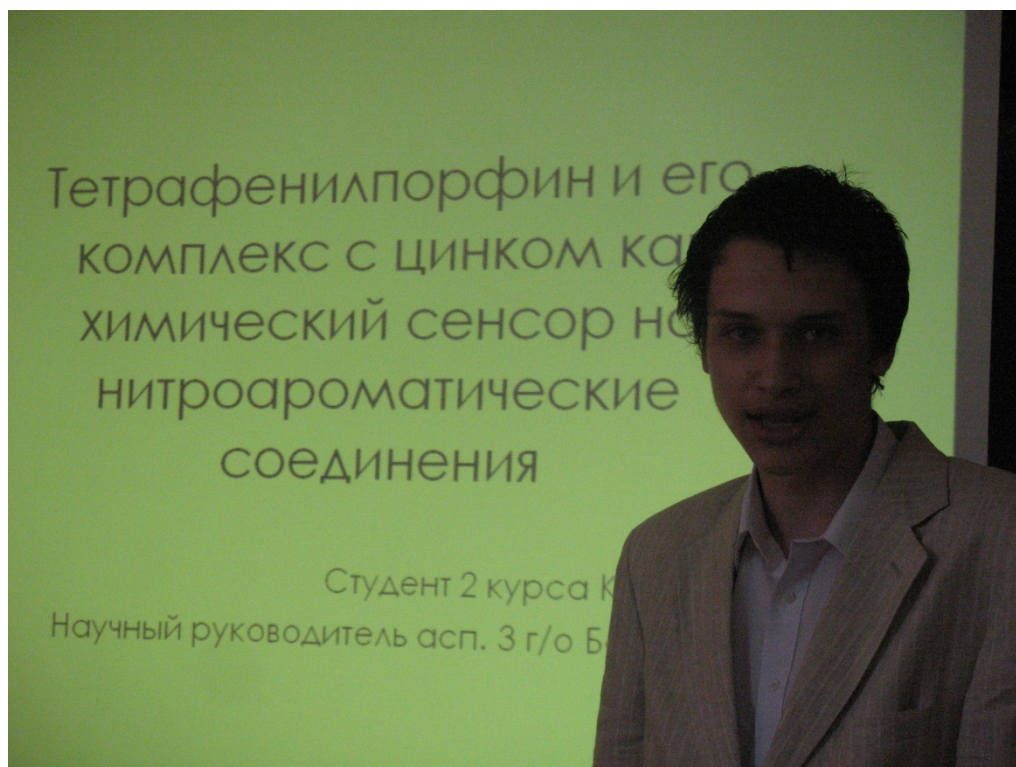
2

РЯД АКТИВНОСТИ
ХИМИЧЕСКОГО
УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ

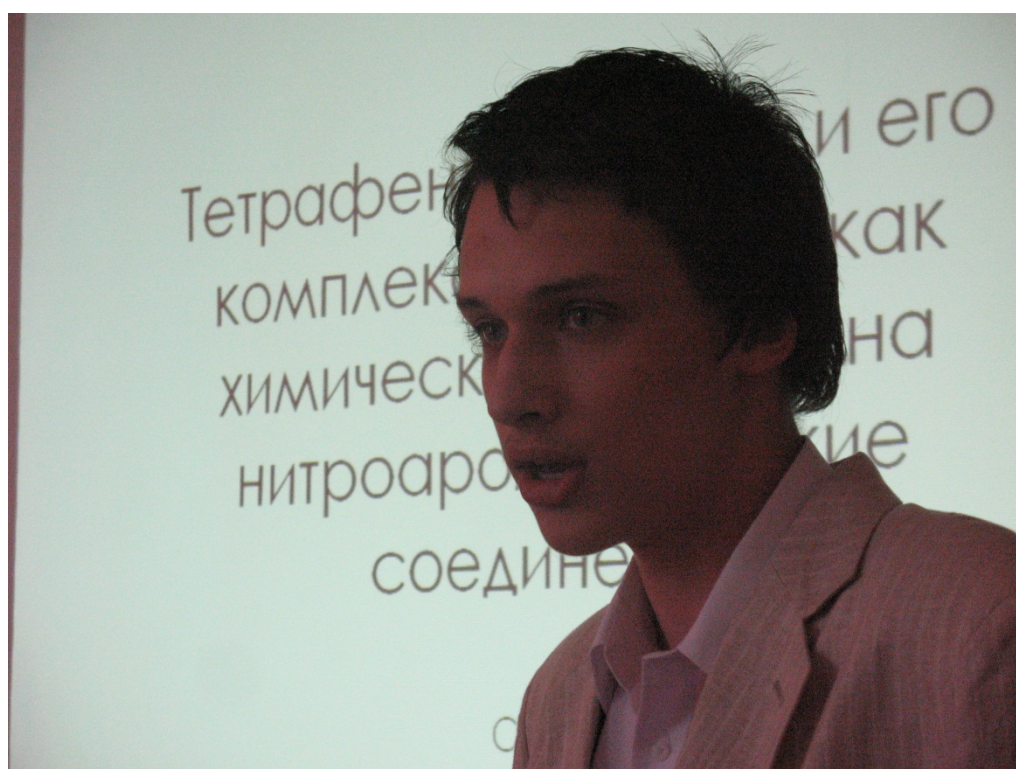
История вопроса и цель работы



9. Кузнецов Сергей Сергеевич

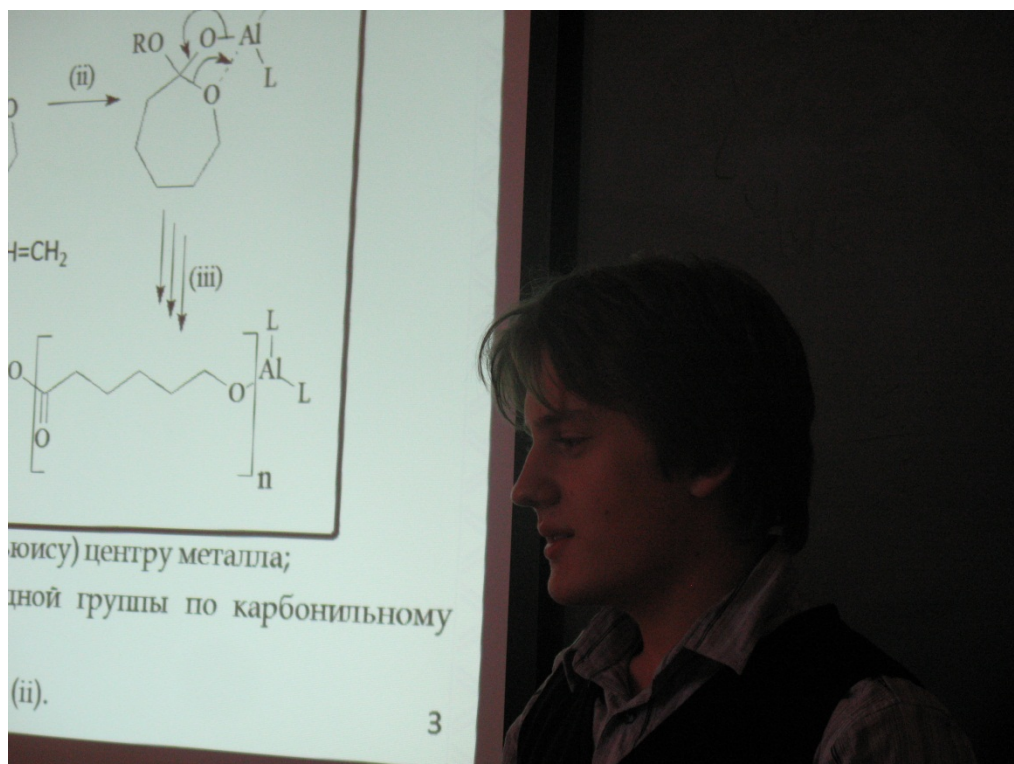


Тема работы



Доклад

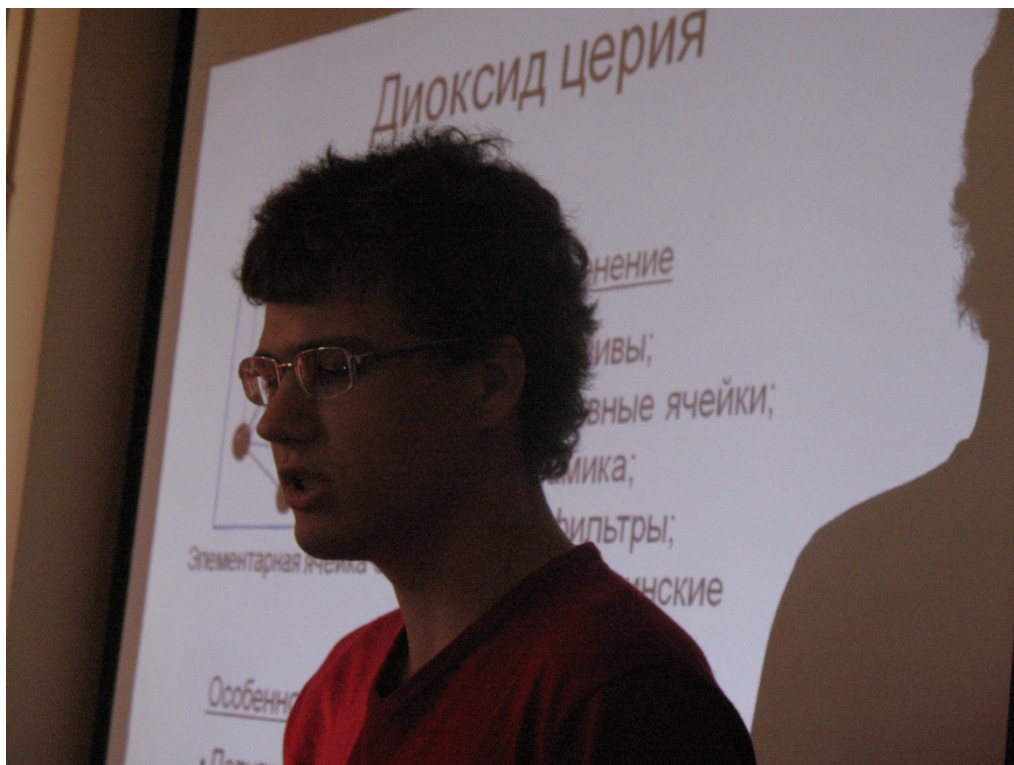
10. Куимов Александр Николаевич



Вот такой механизм реакции



11. Марчевский Андрей Викторович

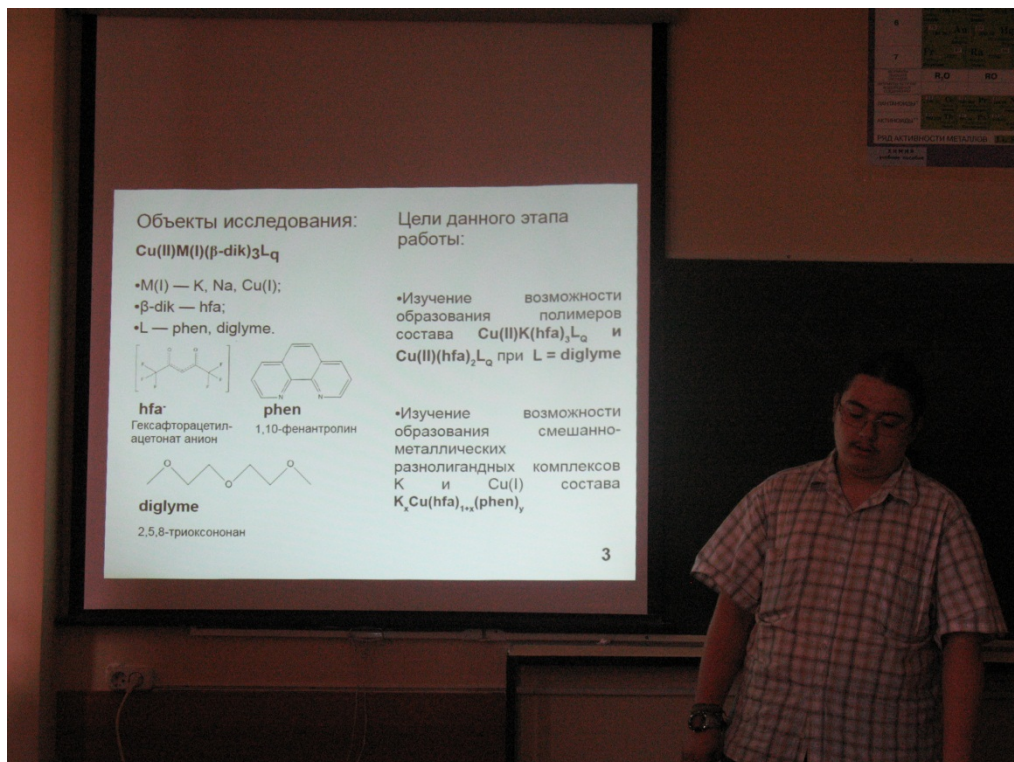


Доклад

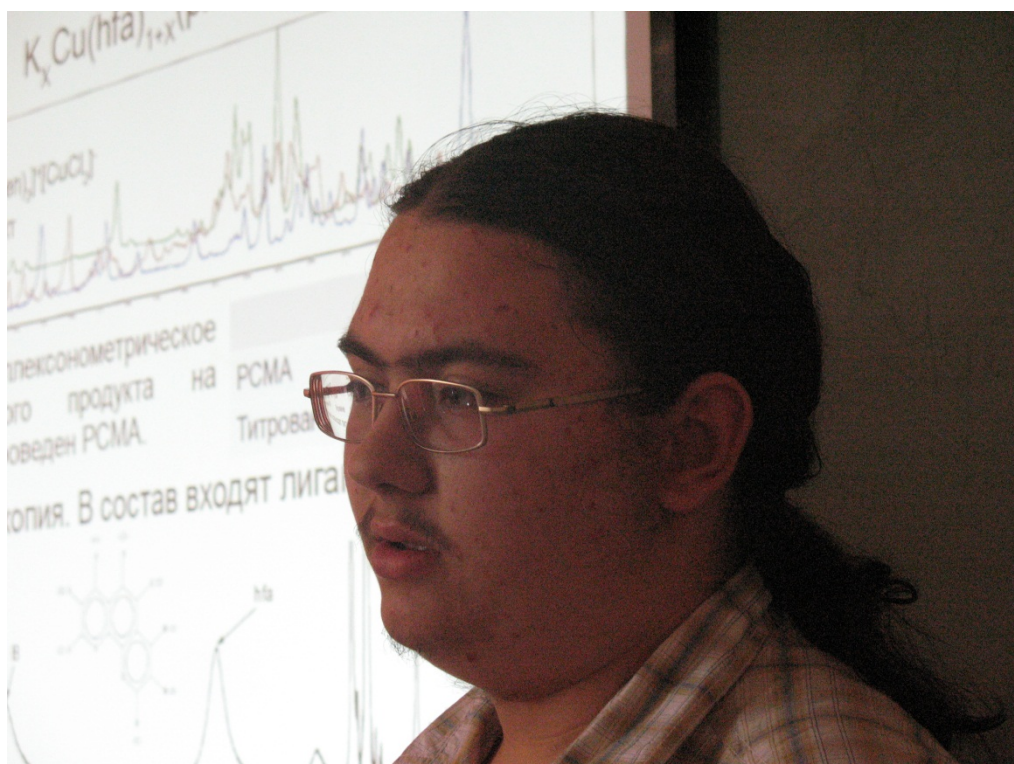


План дальнейшей работы

12 Мешков Михаил Николаевич



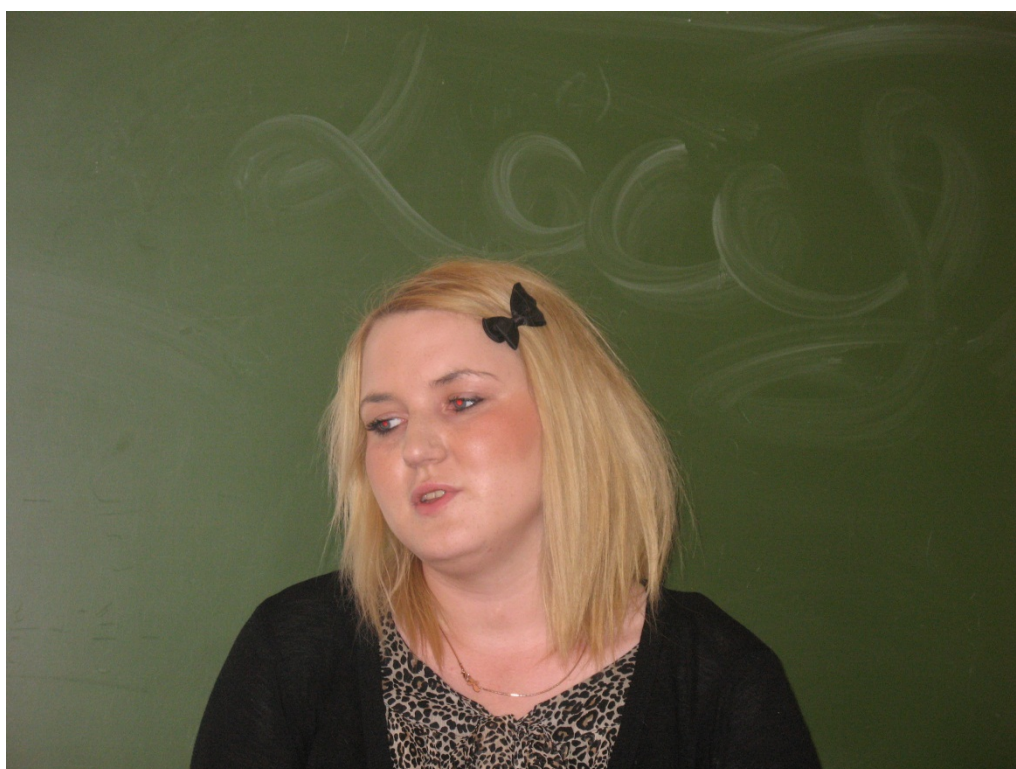
Доклад



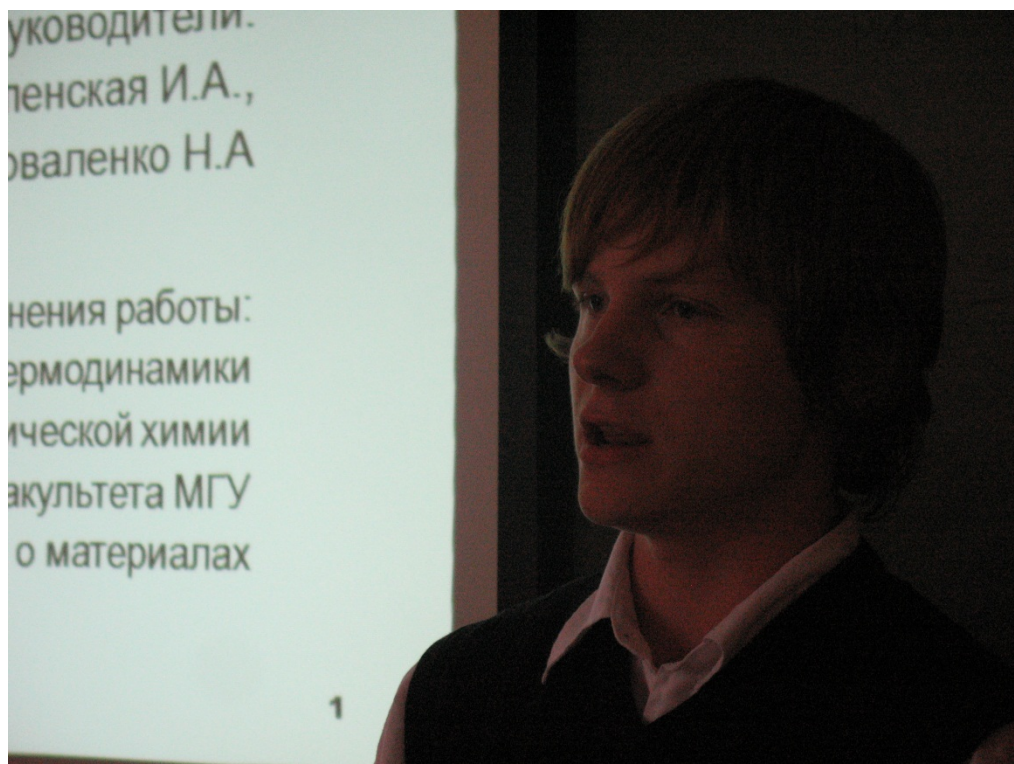
13. Паньшина Дарья Дмитриевна



Начало



14. Подвысоцкий Александр Сергеевич



Доклад



15. Подголина Дарья Константиновна

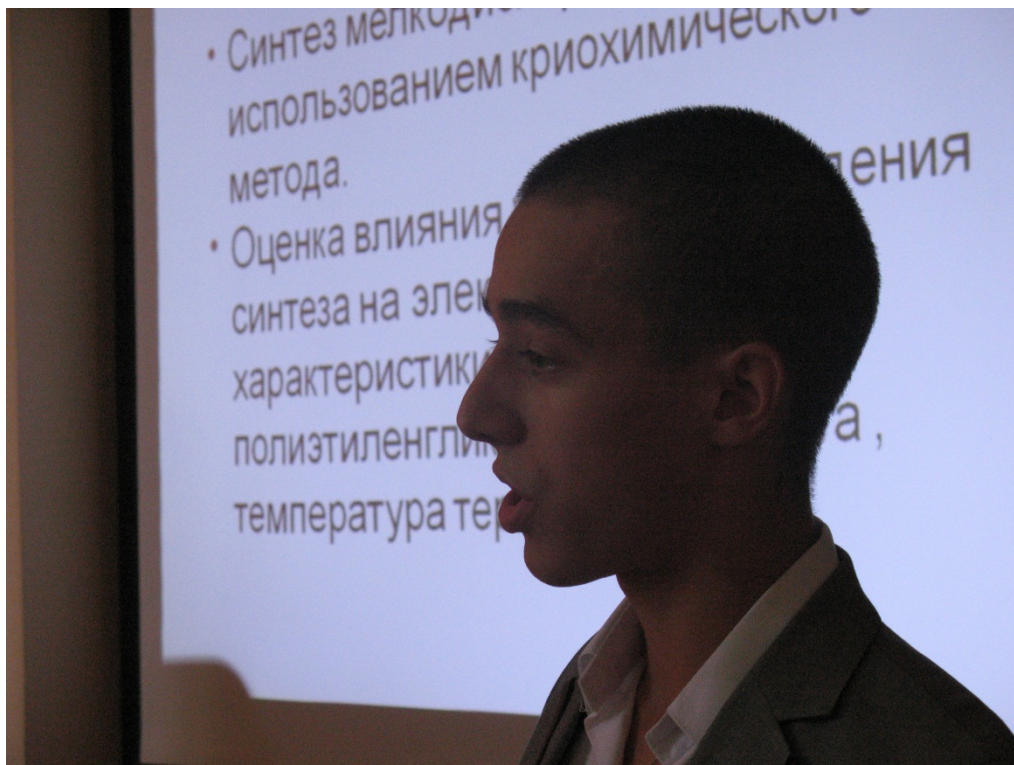


Начало доклада



Ответы на вопросы

16. Тебеньков Павел Владимирович

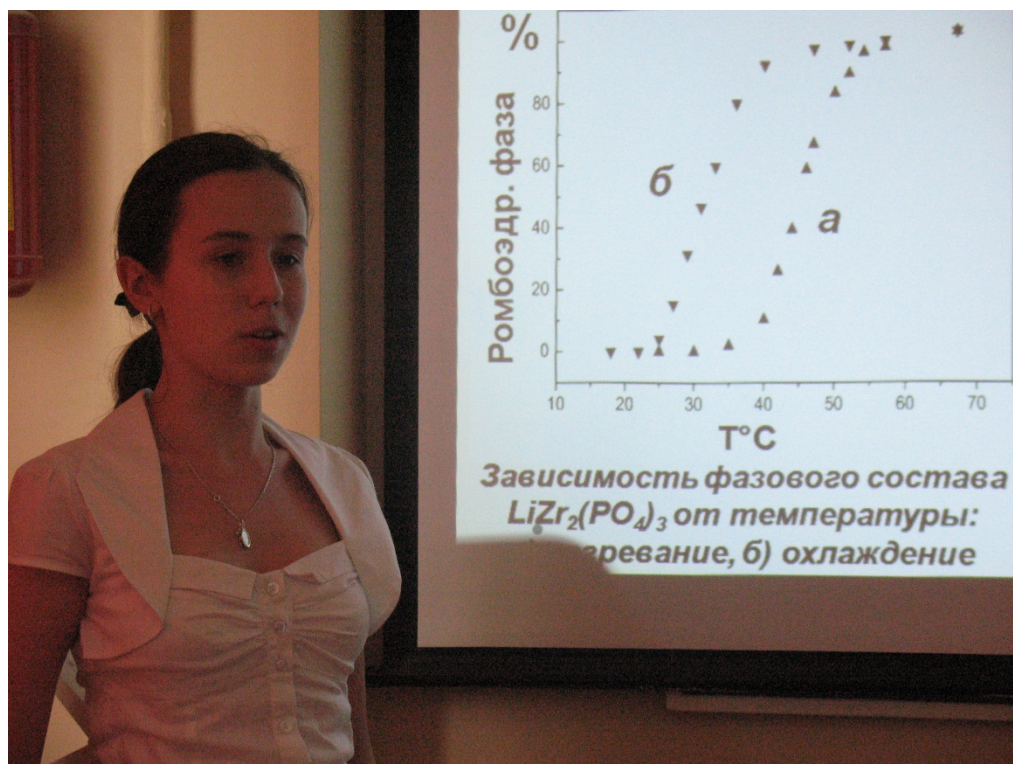


В работе были поставлены следующие задачи



Выступление завершено

17. Чумакова Валентина Тарасовна



Доклад



Научный руководитель Комиссарова Л.Н.

18. Шароваров Дмитрий Игоревич



Доклад



20. Шлѐнская Наталья Николаевна



Доклад



Ответы на вопросы





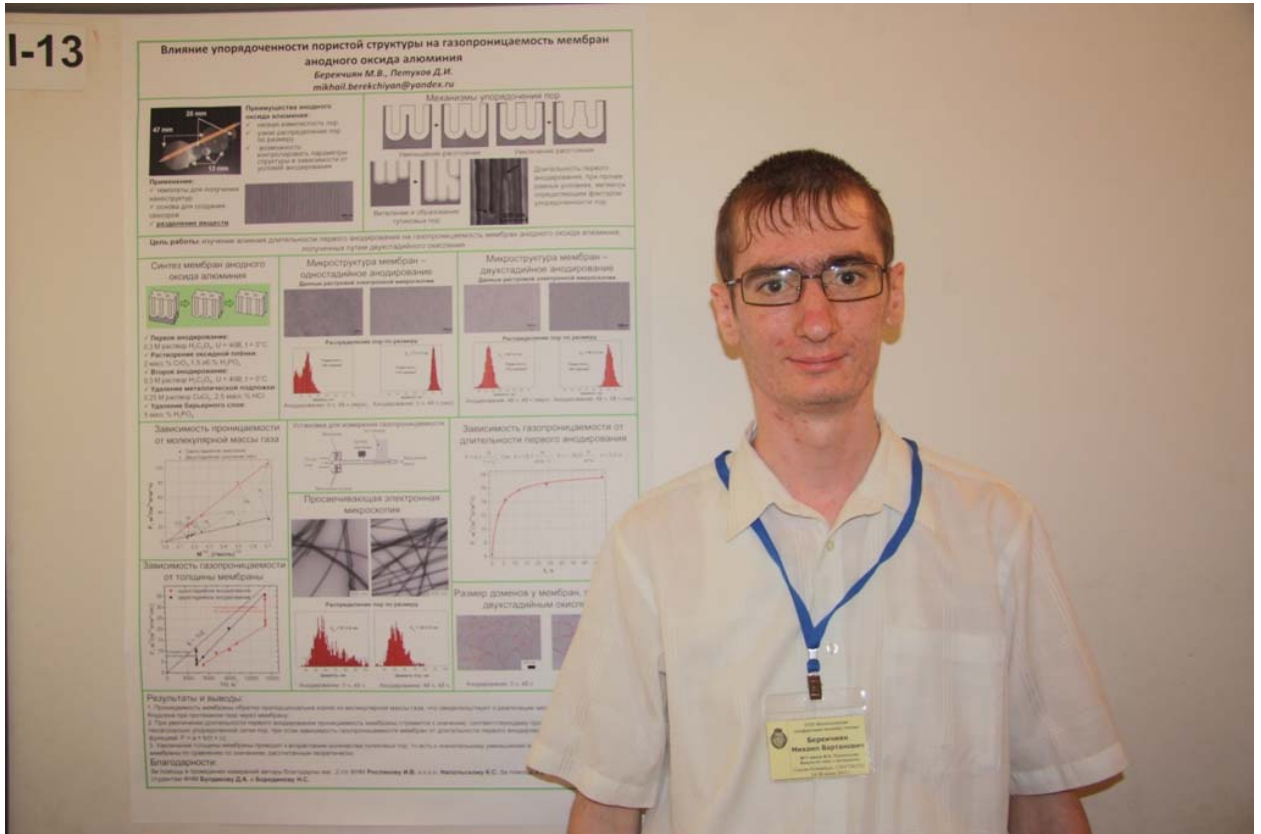
**Научно-исследовательская работа
студентов в 4 семестре**

Часть 3


**Студенты группы ФНМ-2010 на
Менделеевском конкурсе#**



Берекчиян Михаил Варганович



Галицкий Владимир Алексеевич



Получение и изучение свойств керамических материалов на основе модифицированного трикальцевого фосфата

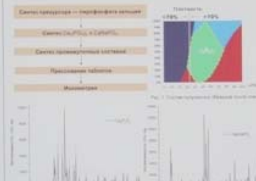

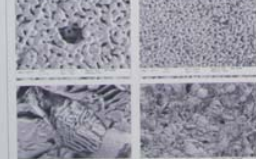
Галицкий Владимир Алексеевич, Еддиное Павел Владимирович
 Московский Государственный Университет имени М. В. Ломоносова, факультет наук о материалах, Москва, Россия
 E-mail: vlad.galitskiy@phystech.edu

Введение. одной из проблем современного органического материаловедения является синтез и исследование свойств высокопрочных керамических материалов. Важным направлением изучения являются материалы, способные с одной стороны заменять или дополнять традиционные керамические материалы, а с другой быть источниками новых необходимых микроэлементов и стимулировать их рост.

Цель работы. получение материалов, предельно близких к идеалу: высокой прочностью по сравнению с ГАП и ТФФ. В качестве легирующего традиционно используют двойной фосфат натрия/кальция с общей формулой $\text{Ca}_2\text{Na}_x(\text{PO}_4)_3$ (где $x=1$) со структурой В ТФФ (ах015) и β- Ca_2NaPO_4 (арманит) (ах1) в качестве легирующего керамики или модифицирующего компонента.

Задачи.


- 1) Синтезировать и исследовать керамические образцы с различным составом и мольными соотношением в системе $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2\text{-Ca}_2\text{NaPO}_4$.
- 2) Провести исследования по растворению керамических материалов и ионов в водной среде при pH 7.4.
- 3) Изучить микроструктуру полученных керамики с помощью растрового электронного микроскопа, а так же сравнить с микроструктурой этих образцов после проведения эксперимента по растворению в водной среде.

Результат.

- 1) Изучение растворения керамики в водной среде выявило выделение аморфного продукта реакции растворения.
- 2) Изучением в работе керамических материалов является выделение двойных фосфатов (арманитов) $[\text{Ca}^2+\text{Na}^+]$ достигая значения $x=0.7$ величин, что позволяет рекомендовать их для дальнейшего изучения и использования в качестве растворимой биокерамики.

Езепов Илья Сергеевич



Пластифицированные фторполимерные материалы, как перспективные электролиты для литиевых химических источников тока

Езепов Илья Сергеевич
Факультет Науки о Материалах ИГУ им. М.В. Ломоносова

Литий-воздушный аккумулятор

Реакция при разряде:
 Анод: $Li \rightarrow Li^+$
 Катода: $2Li^+ + O_2 + 2e^- \rightarrow Li_2O_2$ (электронобразующая)

Необходимые характеристики:
 • Потенциал работы: ~3В
 • Удельная емкость: 3 600 Ач/кг
 • Удельная мощность: 11 300 Вт/кг
 • Плотность тока: >10 мА/см²

Требования к электролиту:
 • Высокая литиевая проводимость (более 1 ГОм/см)
 • Низкая электронная проводимость (менее 10⁻⁷ мОм/см)
 • Высокое число переноса (порядка 0.8)
 • Газопроницаемость
 • Функциональность в широком температурном интервале
 • Широкий охват электрохимической стабильности

Экспериментальная часть
 Методика изготовления мембран:
 • Растворение полимера в летучей жидкости (ацетон, этилацетат, тетрагидрофуран)
 • Растворение литиевой соли
 • Вязкие пластификаторы
 • Дисперсионные смеси, вакуумирование, получение свободной мембраны
 • Прессование мембраны между двумя стеклами
 • Добавление ионной жидкости
 • Растворение других полимеров
 • Удаление растворителя в безвоздушной атмосфере:
 • Вакуумная сушка (30 С, 12 часов)
 • Газовое просиживание (100 С, 3 ГОМ/см²)

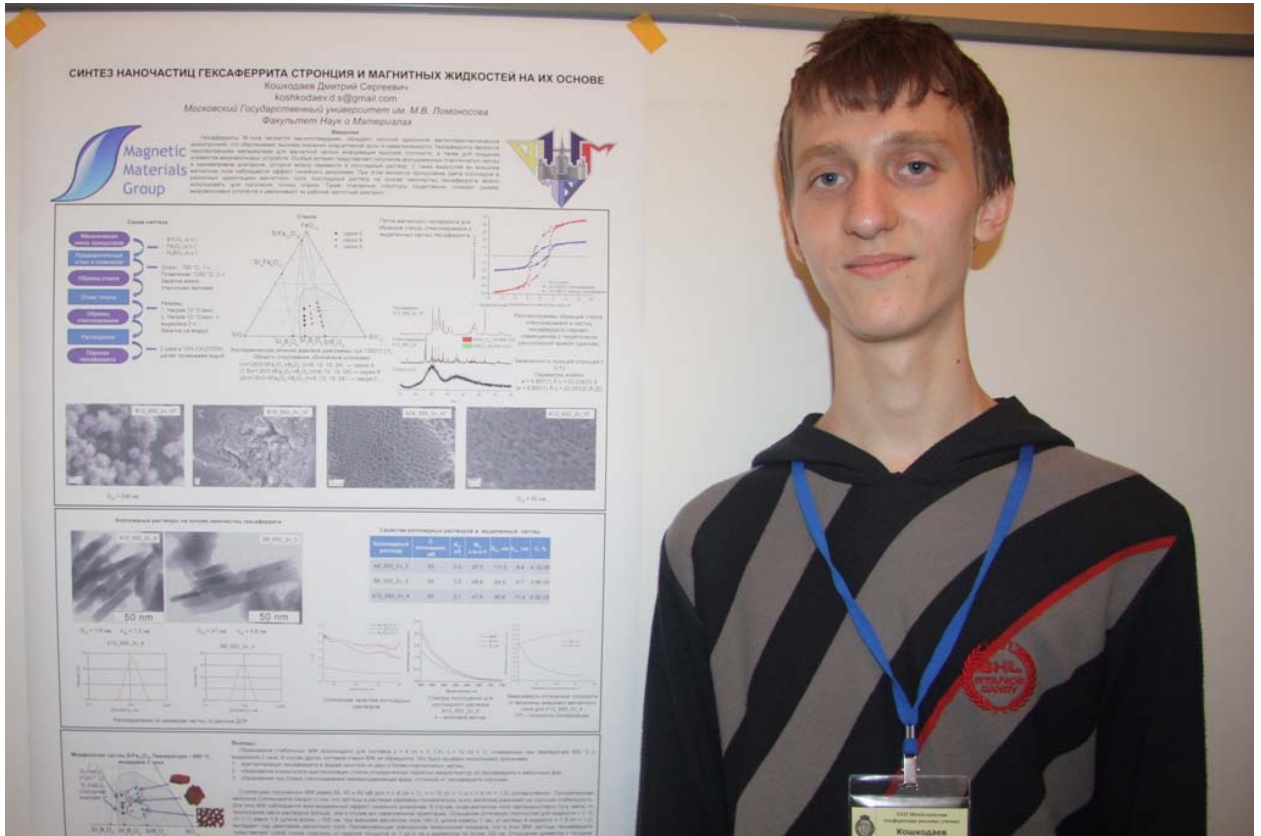
Влияние пластификатора

Измерение числа переноса по линии Гельмгольца

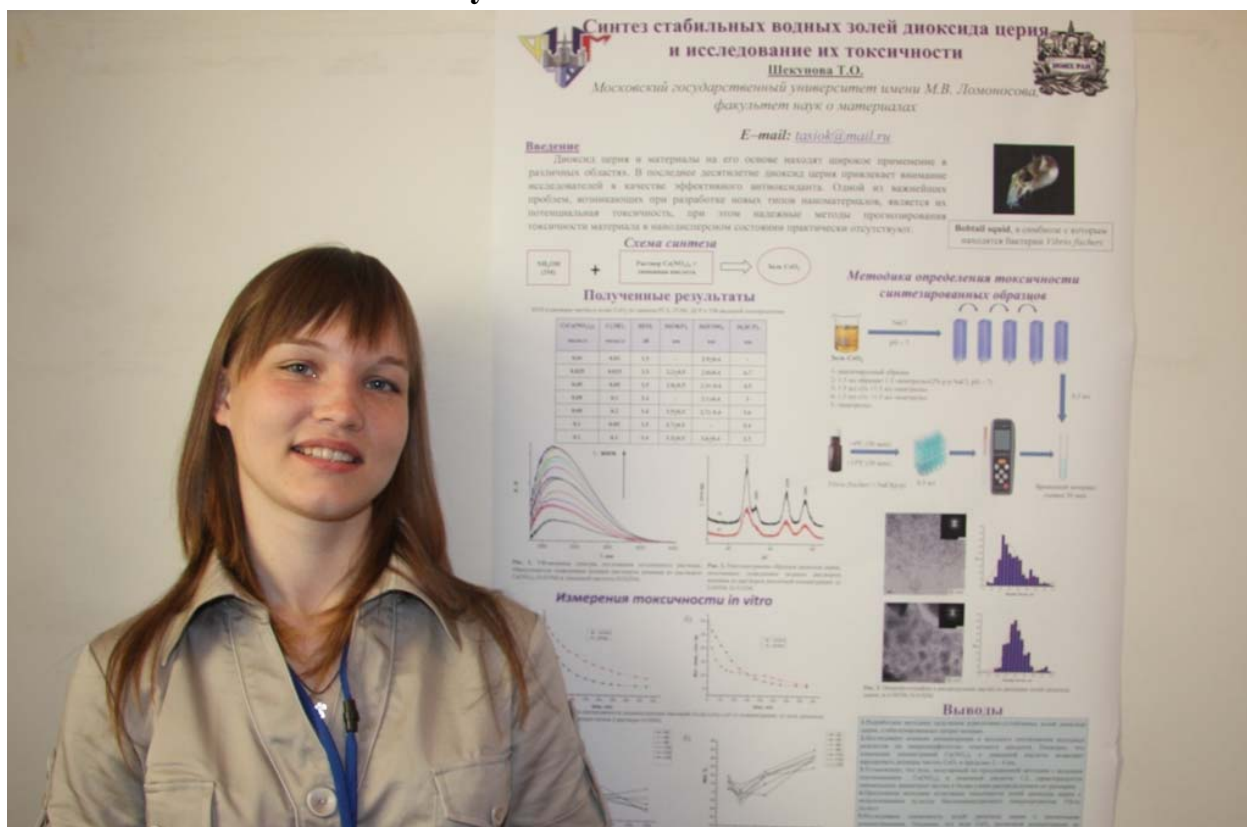
Результаты и выводы:
 • Достигнута ионная проводимость 1.2 мОм/см
 • Число переноса по линии Гельмгольца ~0.7
 • Электролит добавлен до потенциала ~4.7 В электр. ЛЭИ
 • Газопроницаемость по линии Гельмгольца достигнута в 1 атм отсутствует



Кошкодаев Дмитрий Сергеевич



Шекунова Таисия Олеговна



А теперь летние каникулы!!!



2012