

Информационный бюллетень ФНМ

## Поздравляем студентов IV курса ФНМ с присвоением степени бакалавра!

С 19 по 21 июня студенты 4 курса Факультета наук о материалах защищали квалификационные работы на степень бакалавра. В состав Государственной аттестационной комиссии, наряду с преподавателями ФНМ, химического и физического факультетов, входили 8 членов Академии наук. Возглавлял Комиссию академик РАН Вячеслав Михайлович Бузник.

Дипломные работы защищали 20 студентов. Большинство работ было выполнено на химическом факультете МГУ. Все работы выполнены в МГУ, однако многие студенты в большей или меньшей степени проводили исследования и в институтах РАН. В целом защиты прошли на высоком уровне, о чем свидетельствуют оценки, полученные выпускниками – 13 работ оценены на «отлично», 7 – на «хорошо». По результатам голосования Комиссия отметила работы трех выпускников: Веры Абрамовой, Ксении Астафьевой и Дмитрия Петухова.



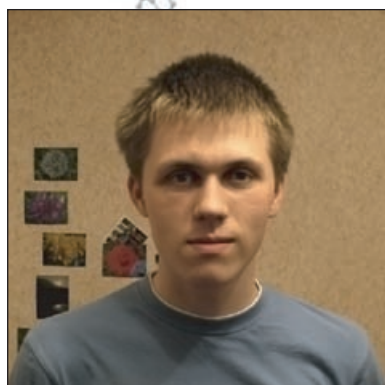
27 июня ректор МГУ академик В.А. Садовничий вручил красные дипломы бакалавра питомцам Факультета наук о материалах Абрамовой В., Астафьевой К., Коваленко А., Петухову Д., Челпанову В. и Шехиреву М.

По традиции мы знакомим читателей с полученными в рамках дипломных работ результатами

### Коваленко Артем Александрович

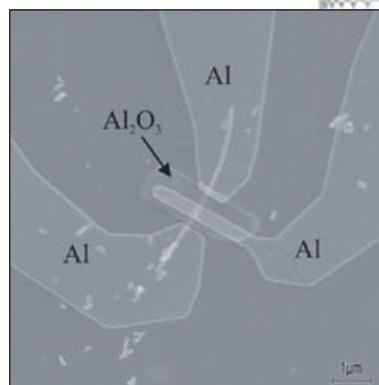
#### Синтез наностержней ZnO:Sb

Руководитель: к.х.н., с.н.с. Баранов А.Н.



Одномерные наноструктуры из оксида цинка (наностержни, нанотрубки, нанонити и т.п.) – перспективный материал для создания лазеров и светоизлучающих диодов в УФ диапазоне, полевых транзисторов и газовых сенсоров. Одной из актуальных проблем является формирование

в структурах на основе оксида цинка р-п перехода, называемого в этом случае гомогенным переходом.



Для достижения этой цели необходимо контролировать тип проводимости и концентрацию неравновесных носителей заряда в наноматериалах на основе оксида цинка. Это можно достичь за счет легирования оксида цинка, например сурьмой.

Поэтому целью работы А. Коваленко было получение наностержней оксида цинка, легированных сурьмой, которые он синтезировал методом роста в солевой матрице.

По данным рентгенофазового анализа, а также растровой и просвечивающей электронной микроскопии

полученные образцы имели структуру вюртцита и представляли собой наностержни длиной до 10 мкм и диаметром ~50 нм. Спектры фото-икатодолюминесценции свидетельствуют о наличии люминесценции как в ближней УФ области (экситонный пик), так и в области 500 нм, что обычно связывают с наличием дефектных уровней в запрещенной зоне. Полученные наностержни были использованы для создания планарных структур, на которых были сняты вольт-амперные характеристики.

## Абрамова Вера Владимировна

### Исследование дефектов в фотонных кристаллах дифракционными методами

Руководители: к.х.н. Сеницкий А.С., к.ф.-м.н., с.н.с. Климонский С.О.



Фотонные кристаллы (ФК) – это материалы с пространственно-периодической структурой, характеризующиеся изменением коэффициента преломления в масштабах, сопоставимых с длинами волн света видимого и ближнего инфракрасного диапазонов.

ФК часто рассматривают в качестве оптических аналогов электронных полупроводников, а значит – как основу принципиально новых устройств оптической передачи и обработки информации. Теоретические расчеты предсказывают перспективность идеальных инвертированных опалов с гранецентрированной кубической (ГЦК) структурой. Однако коллоидные кристаллы, получаемые методом самосборки микросфер, образованы плотными гексагональными слоями, однако чередование этих слоев может соответствовать как ГЦК, так и гексагональной плотнейшей упаковке или даже случайной гексагональной плотнейшей упаковке. При этом отклонение от ГЦК чередования слоев приводит к ухудшению фотонно-кристаллических свойств.

В связи с этим, важнейшей задачей является разработка методов контроля качества ФК. Стандартные методы исследования ФК – оптическая спектроскопия и электронная микроскопия не дают информацию о внутренней структуре образца.

В работе В. Абрамовой для этого предложены дифракционные методы – лазерная и рентгеновская

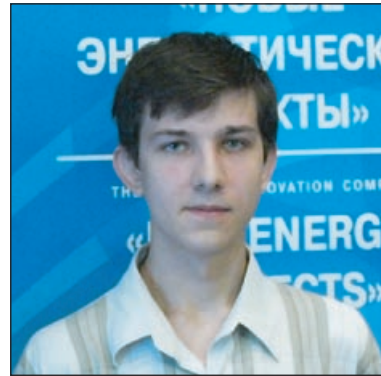
(синхротронная) дифракции, с помощью которых она исследовала прямые полистирольные опалы и инвертированные фотонные кристаллы на основе  $Fe_2O_3$ ,  $WO_3$ ,  $TiO_2$ ,  $MnO_x$  и других оксидных материалов.

Типичная дифракционная картина при нормальном падении состоит из 6 симметричных рефлексов. При этом ориентация дифракционной картины позволяет судить об ориентации реальной гексагональной упаковки микросфер в облучаемой точке образца, а зависимость положения рефлекса от угла падения позволяет определить период структуры. Наиболее ценную информацию дает изучение угловой зависимости интенсивности дифракционных рефлексов. Кроме того, дифракционные методы (в частности лазерная дифракция) могут быть использованы также и для характеристики структуры инвертированных опалов на макроуровне и выбора оптимальной темплатной методики путем построения доменных карт образцов, иллюстрирующих число и взаимную ориентацию доменов в данной области ФК.

## Филиппов Ярослав Юрьевич

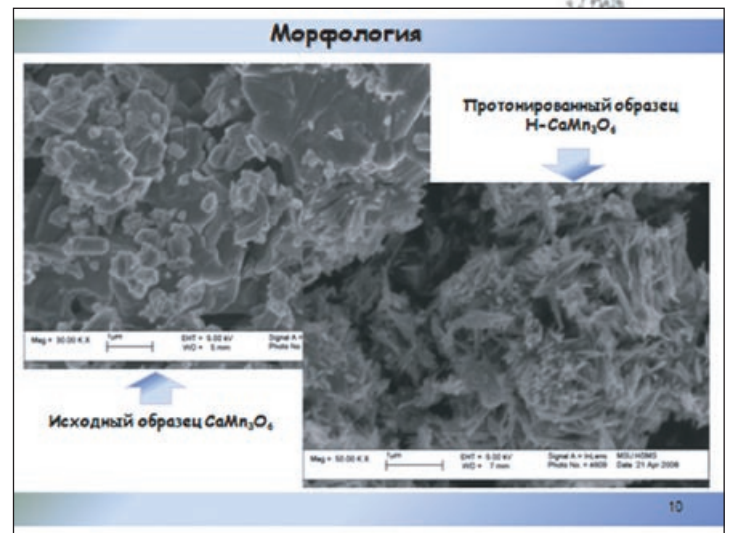
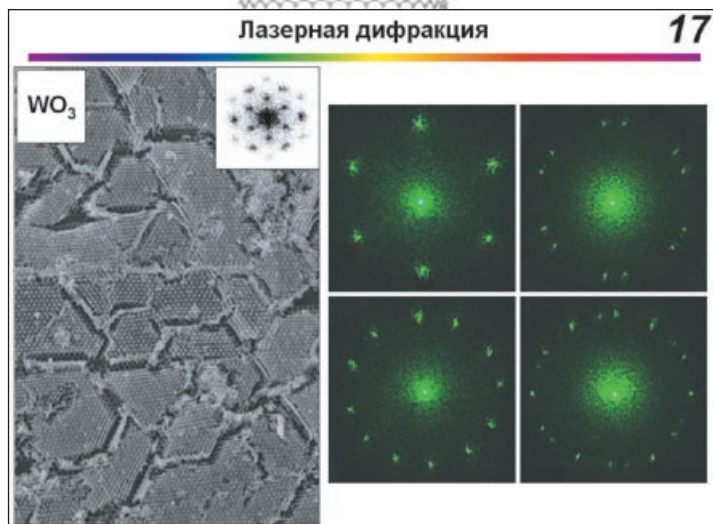
### Исследование электрохимического внедрения лития в кристаллическую структуру фазы $CaMn_3O_6$

Руководитель: д.х.н., проф. Гудилин Е.А.



Целью работы Я. Филиппова было получение фазы  $CaMn_3O_6$  с туннельной кристаллической структурой и исследование процессов электрохимического внедрения/экстракции лития.

Однофазные образцы  $CaMn_3O_6$  синтезировали как обычным твердофазным методом, так и методами «мягкой химии», затем состав фазы  $CaMn_3O_6$  модифицировали выдержкой в концентрированной азотной кислоте в течение 2-8 дней при комнатной температуре. По данным РФА кислотная обработка не сопровождается разрушением кристаллической структуры исследуемой фазы – образуется т.н. протонированная форма фазы  $CaMn_3O_6$ . Синтез протонированной формы  $CaMn_3O_6$  позволил изучить процессы электрохимического внедрения/экстракции ионов  $Li^+$ , так что емкость образца  $H-CaMn_3O_6$ , полученного выдерживанием в конц.  $HNO_3$  в



течение 8 дней на первом разрядном цикле составила 50 мАч/г.

## Аникина Анна Владимировна

**Синтез и исследование локальной структуры ванадий-кислородных нанотрубок с помощью мессбауэровской спектроскопии на зондовых атомах  $^{57}\text{Fe}$**

Руководитель: д.х.н., проф. Гудилин Е.А.



Целью работы было исследование различных стадий синтеза ванадий-кислородных нанотрубок и локального окружения атомов на этих стадиях, а также изучение влияния условий синтеза на процесс образования трубок.

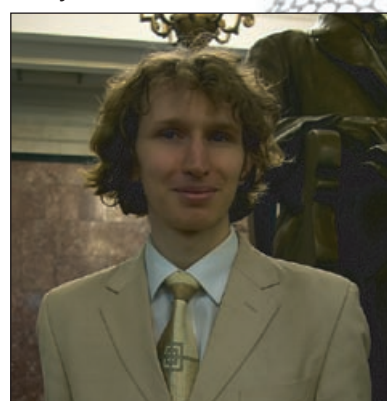
Ванадий-кислородные нанотрубки получали гидротермальной

обработкой ксерогелей, в свою очередь полученных обработкой  $\text{V}_2\text{O}_5$  перекисью водорода с последующей полимеризацией. Изотоп  $^{57}\text{Fe}$  вводили в структуру лент геля на стадии полимеризации, в процессе которой ионы  $\text{Fe}^{3+}$  встраивались в межслоевое пространство ксерогеля, а затем при последующем отжиге и в структуру слоев  $\text{V}_2\text{O}_5$ , при этом ионы  $\text{Fe}^{3+}$  находятся в октаэдрическом окружении кислорода. Установлено, что температура и время гидротермальной обработки имеют решающее значение для образования трубок.

## Петухов Дмитрий Игоревич

**Неорганические мембраны на основе пленок анодных оксидов алюминия и титана**

Руководители: асп. Колесник И.В., к.х.н. Елисеев А.А.

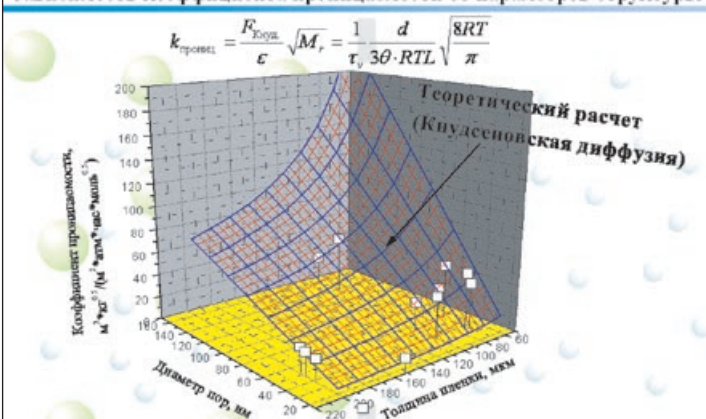


Целью работы являлась оптимизация методов получения пористых пленок оксидов алюминия и титана с заданной пористой структурой методом анодного окисления и изучение возможности использования таких пленок в качестве газоселективных мембран.

Д. Петуховым предложен и успешно реализован новый подход к созданию прототипов керамических мембран, обладающих узким распределением пор по размерам и малой извилистостью на основе пористых пленок оксидов алюминия и титана. Методом двухстадийного анодного окисления металлов с последующей химической обработкой синтезированы пленки пористых оксидов алюминия и титана с различным диаметром каналов (15-80 нм) и толщиной до 200 мкм. Полученные пленки пористого оксида алюминия с диаметром пор от (25 до 80 нм) обладают высокой механической прочностью и высокой термической стабильностью - пористая структура пленок  $\text{Al}_2\text{O}_3$  сохраняется вплоть до температуры 1000°C.

Пористые пленки оксида титана с диаметром пор от 50 до 80 нм и толщиной до 90 мкм также обладают высокой

## Зависимость коэффициента проницаемости от параметров структуры



При увеличении диаметра пор вклад в перенос газа через мембрану вносит неселективный вязкий поток

Д. И. Петухов  
Неорганические мембраны на основе оксидов алюминия и титана

10

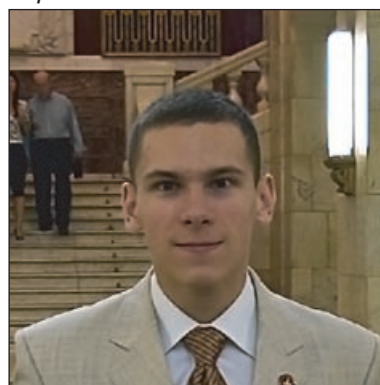
термической стабильностью - пористая структура сохраняется вплоть до 600°C, а кристаллизация аморфного оксида в фазу анатаза начинается при 315°C.

Для улучшения селективности газоразделения смесей содержащих водород внутренняя поверхность мембран была функционализирована наночастицами палладия. Так как полученные мембраны обладают высокой термической стабильностью, высокой газопроницаемостью и селективностью по отношению к различным газам, они могут использоваться в промышленных процессах газоразделения, очистки газов и газопроточного катализа.

## Челпанов Виталий Игоревич

**Оптимизация метода синтеза свинец содержащих замещенных гексаферритов стронция и исследование влияния окислительных отжигов на их микроструктуру и магнитные свойства**

Руководители: к.х.н., с.н.с. Кнотько А.В., к.х.н., асс. Гаршев А.В.

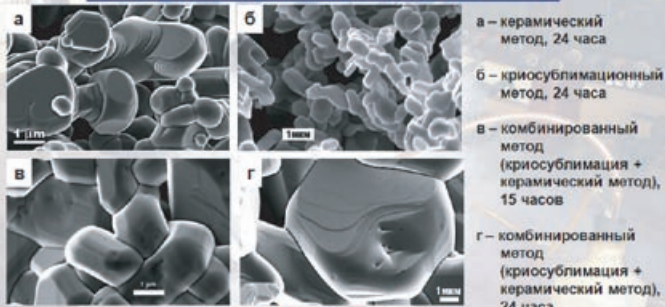


Магнитные материалы на основе  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ , открытые еще в середине XX века, и сегодня находят широкое применение в технике, в основном, вследствие низкой стоимости и простоты синтеза. Одна из важнейших характеристик таких материалов - коэрцитивная сила. Она может быть

увеличена введением в материал немагнитных добавок, действующих как центры пиннинга доменных стенок: например, ожидается, что окисление свинца ( $\text{Pb}^{2+}$  до  $\text{Pb}^{4+}$ ) в твердых растворах замещения типа  $\text{Sr}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Fe}_{12-y}\text{Al}_y\text{O}_{19}$  будет сопровождаться образованием второй фазы и формированием композита «магнитная матрица – немагнитное включение». Эти включения могут стать центрами пиннинга. В работе В.Челпанова разработаны и оптимизированы методы синтеза свинецсодержащих замещенных гексаферритов состава:  $\text{Sr}_{1-x}\text{Pb}_x\text{Fe}_{12-y}\text{Al}_y\text{O}_{19}$  и условия окислительного отжига. Окислительные отжиги при 500 и 700°C сопровождались образованием частиц второй фазы в объеме частиц образца и приводили к существенному улучшению магнитных свойств, в первую очередь к увеличению

## Использование комбинированных методов гомогенизации

### Криосублимация + керамический метод



Микрофотографии образцов общего закладываемого состава  $Sr_{0.5}Pb_{0.5}Fe_{11}AlO_{19}$  после отжига при  $1100^{\circ}C$

Научные руководители: к.х.н. Гаршев А.В., к.х.н. Кнотыко А.В. Москва - 2008 Студент 4-ого курса Челпанов В.И.

коэффициентной силы.

## Балахонов Сергей Васильевич

### Гидротермальный синтез вискеро́в на основе $V_2O_5$ и исследование их физико-химических свойств

Руководитель: д.х.н., проф. Чурагулов Б.Р.

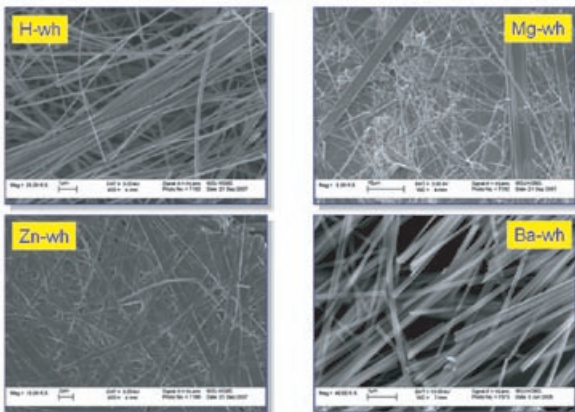


Цель работы С. Балахонова - разработка гидротермального (ГТ) и гидротермально-микроволнового (ГТ-МВ) методов синтеза вискеро́в на основе оксидов ванадия, а также исследование их физико-химических свойств.

В качестве прекурсоров использовали смесь

ксерогеля  $V_2O_5 \cdot nH_2O$  насыщенных растворами нитратов бария, магния или цинка. Гидротермальную обработку прекурсоров проводили в автоклаве при температурах  $200-250^{\circ}C$  в течение 10-48 ч., а ГТ-МВ - при давлении 10 атм в течение 30 мин. Синтезированные ГТ методом вискеро́в  $M_xV_2O_5$  ( $M=Mg^{2+}, Ba^{2+}, Zn^{2+}, H^+$ ) представляли собой волокна толщиной ~ 50-100 нм и длиной 3-4 мм (аспектное отношение достигало 40000/1). Вискеро́в, полученные ГТ-МВ методом, обладали меньшей длиной и более узким распределением по ширине кристаллов, что связано с особенностями метода синтеза.

### Морфология



Аспектное отношение 40000/1

Методом РФЭС показано, что в незамещенном образце Н-вискеро́в ванадия находится только в степени окисления 5+, однако присутствие катионов в составе прекурсора приводит к его частичному восстановлению до  $V^{4+}$ . Величина разрядной емкости синтезированных образцов составила ~140 мАч/г, что указывает на их перспективность в качестве катода в литий-ионных аккумуляторах нового поколения.

## Напольский Филипп Сергеевич

### Синтез и исследование новых сложных оксидов кобальта с перовскитоподобной структурой

Руководитель: к.х.н., доц. Истомин С. Я.



Сложные оксиды кобальта, благодаря наличию кислородных вакансий, обладают высокой каталитической активностью в процессе восстановления кислорода и могут быть использованы в качестве катодов твердооксидных топливных элементов.

Цель работы - синтез, изучение кристаллической

структуры, а также высокотемпературной электропроводности и термомеханических свойств сложных кобальтсодержащих оксидов  $Sr_3YCo_{4-x}M_xO_z$  где  $M = Ni, Fe$  с перовскитоподобной структурой с целью определения возможности их использования в качестве катодов твердооксидных топливных элементов.

Ф. Напольскому удалось синтезировать железо- и никельзамещенные фазы, установить тип их кристаллической решетки, а также измерить их электропроводность и коэффициент термического расширения.

**Схема ТОТЭ**

**Требования, предъявляемые к катодам ТОТЭ**

- ✓ Электропроводность  $>100S/cm$
- ✓ Коэффициент температурного расширения  $(12,5 \pm 2,5) \cdot 10^{-6} K^{-1}$
- ✓ Отсутствие химического взаимодействия с материалом электролита

Кристаллическая структура  $Sr_3YCo_4O_{10.5}$   
[S.Ya. Istomin, O.A. Drozhzhin, G. Svensson, E.V. Antipov. Solid State Sciences 6 (2004) 539-546]

## Алексеева Евгения Алексеевна

### Синтез, микроструктура и сенсорные свойства нанокристаллического $SnO_2$ , модифицированного оксидами $In_2O_3$ , $La_2O_3$ и $Fe_2O_3$

Руководитель: к.х.н., доц. Румянцева М. Н.

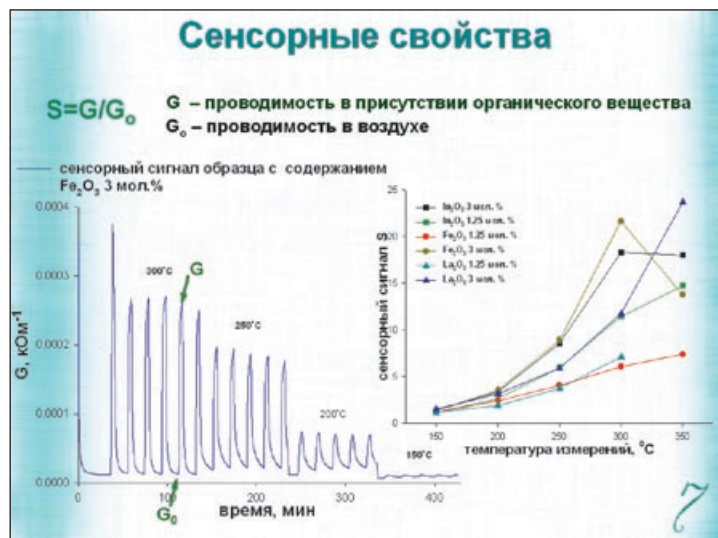
Известно, что величина сенсорного сигнала чувствительных элементов газовых сенсоров резистивного типа определяется составом, микроструктурой и электрофизическими свойствами материала.



Целью работы Е. Алексеевко - синтез модифицированного In, La и Fe нанокристаллического SnO<sub>2</sub>, исследование влияния микроструктуры и добавок на его сенсорные свойства при детектировании паров этанола, ацетона и ацетонитрила.

Осаждением геля α-оловянной кислоты с последующей пропиткой растворами нитратов соответствующих металлов и термическим отжигом синтезированы нанокмозиты на основе SnO<sub>2</sub>, содержащие 0÷3 мол.% La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Средний размер кристаллитов SnO<sub>2</sub> в полученных образцах составляет 4÷29 нм, а величина удельной площади поверхности - 120÷130 м<sup>2</sup>/г.

Методом термопрограммируемой десорбции аммиака установлено, что введение Fe, La и In приводит к снижению общего числа кислотных центров на поверхности SnO<sub>2</sub>, в первую очередь, за счёт кислотных центров Бренстеда. Нанокмозиты, отожжённые при температуре 300°C характеризуются максимальным сенсорным сигналом.



## Коложвари Борис Алексеевич

Изменение дисперсности Pt в системах Pt/AI<sub>2</sub>O<sub>3</sub> под воздействием лазерного облучения

Руководитель: к.х.н., с.н.с. Смирнов А.В.



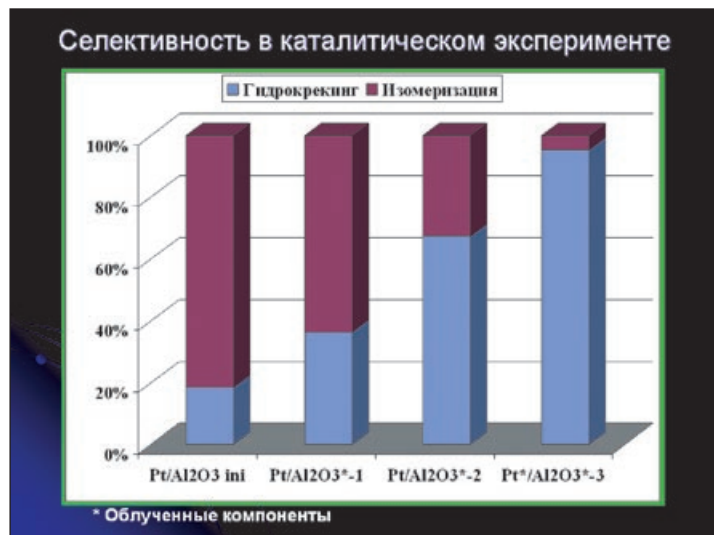
Платинасодержащие системы хорошо известны как катализаторы целого ряда процессов преобразования углеводов, таких как изомеризация, окисление, ароматизация, гидрирование, дегидрирование и др.

В работе Б. Коложвари предпринята попытка увеличить дисперсность

платины в образцах Pt/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> путем модификации поверхности оксида алюминия облучением импульсами эксимерного KrF-лазера (λ=248 нм.). Каталитические свойства изучены на примере конверсии н-гексана в

атмосфере водорода. Установлено, что облучение γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не изменяет фазовый состав и морфологию поверхности. Вместе с тем, определение доступной поверхности Pt методом адсорбции водорода показало, что нанесение платины на облученный оксид алюминия приводит к большей дисперсности металла, по сравнению с необлученным носителем.

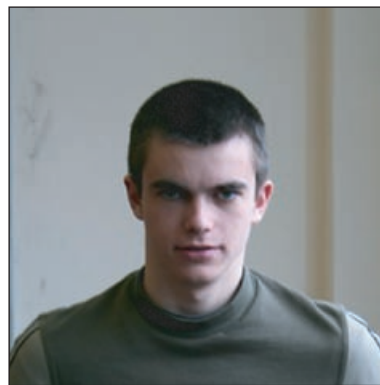
В ходе проведения каталитических экспериментов было обнаружено, что на облученных катализаторах процесс конверсии н-гексана смещается в сторону образования продуктов гидрокрекинга, тогда как на необлученных образцах преобладает изомеризация.



## Харченко Андрей Васильевич

Гетерометаллические РЗЭ(III)-Ni(II) координационные соединения на базе оснований Шиффа как прекурсоры тонких пленок никелатов РЗЭ

Руководитель: асп. Макаревич А.М., к.х.н., с.н.с. Максимов Ю.М.



Гетерометаллические координационные соединения (ГМКС) представляют интерес не только как объекты координационной химии, но и как прекурсоры для синтеза сложных оксидных материалов. В работе А. Харченко исследованы гетерометаллические комплексы (NiQ)LnL<sub>3</sub>

(H<sub>2</sub>Q – основание Шиффа; L = – NO<sup>3-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>, C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>COO<sup>-</sup>; Ln = Nd, Sm), где комплекс 3d-металла (NiQ) выполняет функцию нейтрального лиганда, насыщая координационную сферу иона РЗЭ в его соединении с лигандами низкой дентатности (LnL<sub>3</sub>).

Низкая температура разложения комплексов в сочетании с эффектом эпитаксиальной стабилизации позволила получить пленки сложных оксидов, неустойчивых при высоких температурах, например, никелатов РЗЭ, сложность синтеза которых связана с проблемой стабилизации никеля в степени окисления +3. В работе впервые опробован метод электрохимического осаждения пленок гетерометаллических комплексов состава (Nimosalen)Ln(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> на подложки ITO/стекло.

## Пухкая Вера Вячеславовна

### Синтез и исследование свойств нового краснокатолюминофора $K_2Y(MoO_4)(PO_4):VO_4, Eu$

Руководители: к.х.н., н.с. Рюмин М.А., д.х.н., в.н.с. проф. Комиссарова Л.Н.

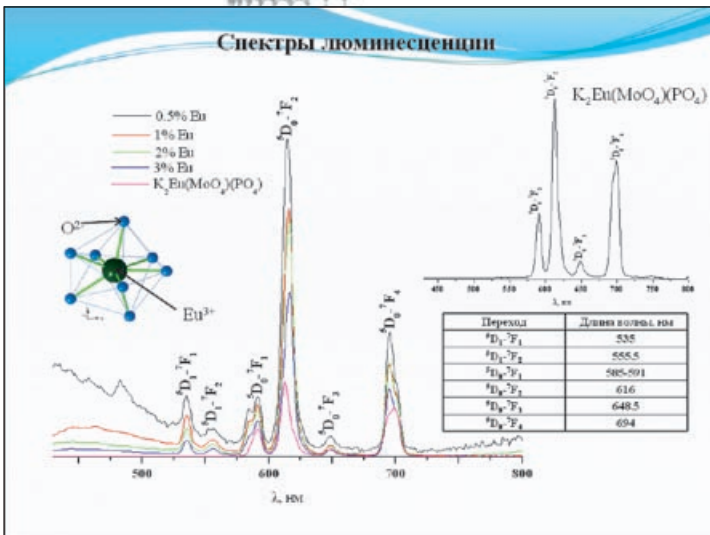


Простые фосфаты и ванадаты редкоземельных элементов, допированные европием или тербием, широко используются в качестве люминесцентных материалов.

Работа В. Пухкая посвящена получению и исследованию нового краснокатолюминофора

$K_2Y(MoO_4)(PO_4):VO_4, Eu$ . Изучаемый материал с разным количеством допирующих агентов получали двумя методами синтеза: твердофазным и золь-гель методом.

Изучены спектры поглощения и испускания синтезированных образцов. Наличие узких линий в области 530-700 нм обусловлено фотолюминесценцией между штарковскими компонентами уровней возбужденного  $^5D$  и основного  $^7F$  мультиплетов конфигурации  $Eu^{3+}$ . Электродипольный переход  $^5D_0-^7F_2$  (616 нм) на всех спектрах заметно интенсивнее магнитодипольного перехода  $^5D_0-^7F_1$  (590 нм). Это свидетельствует о сохранении асимметричности координационного окружения иона  $Eu^{3+}$ . Измеренное время жизни образцов в возбужденном состоянии порядка 1500 мкс, что свидетельствует о стабильности структуры полученных композиций.

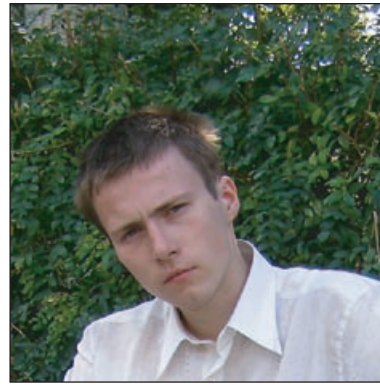


## Гетьман Юрий Андреевич

### Синтез и исследование витлокитоподобных ванадатов $(CaNa)_xCa_9Bi_{1-x}(VO_4)_7$ , $(CaK)_xCa_9Bi_{1-x}(VO_4)_7$ и $(CaLi)_xCa_9Bi_{1-x}(VO_4)_7$

Руководители: в.н.с. Стефанович С.Ю., д.х.н. проф. Лазорак Б.И.

Современная микро- и оптоэлектроника требуют разработки широкого спектра новых материалов, удовлетворяющих заданным свойствам. Среди них важное место занимают сегнетоэлектрические

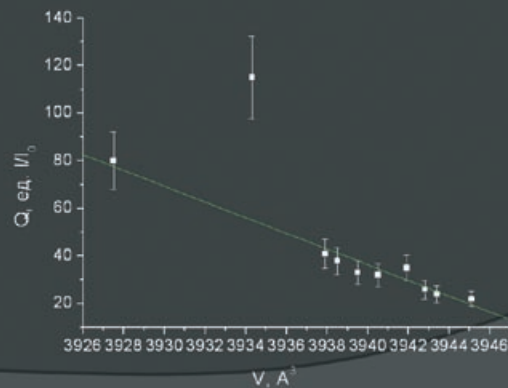


материалы и нелинейно-оптические кристаллы на основе ванадата кальция со структурным типом природного минерала витлокита.

В ходе выполнения работы Ю. Гетьман получили и охарактеризовали витлокитоподобные серии. Исследования методами рентгенофазового анализа, методом

дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК), методом генерации второй гармоники лазерного излучения показали изоструктурность синтезированных составов минералу витлокиту а параметры ячейки линейно зависят от отношения  $Na/Bi$ ,  $K/Bi$  и  $Li/Bi$ . Как и предполагалось, данные составы не обладают центром симметрии.

### Зависимость сигнала ГВГ от объема элементарной ячейки



## Барисов Иван Андреевич

### Разработка материала биполярных пластин фосфорно-кислых топливных элементов.

Руководитель: к.х.н. в.н.с. Архангельский И.В.



Углерод-полимерные и углерод-углеродные композиционные материалы широко используются при изготовлении биполярных пластин топливных элементов. Каждый тип топливных элементов имеет свой набор критических параметров, характеризующих свойства биполярных

пластин, в частности, для фосфорно-кислых топливных элементов – это электрохимическая стойкость, электропроводность и прочностные характеристики.

В работе И. Барисова представлены результаты по методике изготовления углерод-полимерных композитов на основе фенолформальдегидной смолы резольного типа и очищенного мелкокристаллического графита в качестве наполнителя и последующего получения углерод-углеродных композитов путём карбонизации в вакууме. Измерения удельной электропроводности и

прочностные испытания полученных образцов позволили установить экспериментальные зависимости состав – свойство, и выделить область оптимальных составов полимерных композиций. Карбонизацией их в вакууме получены углерод-углеродные композиты, исследована кинетика процесса карбонизации и определен оптимальный температурный режим отжига реальных объектов.

## Шехирев Михаил Алексеевич

### Резорбируемая керамика на основе фосфатов кальция.

Руководители: к.т.н., с.н.с. Сафронова Т.В., к.х.н., доц. Путьяев В.И.

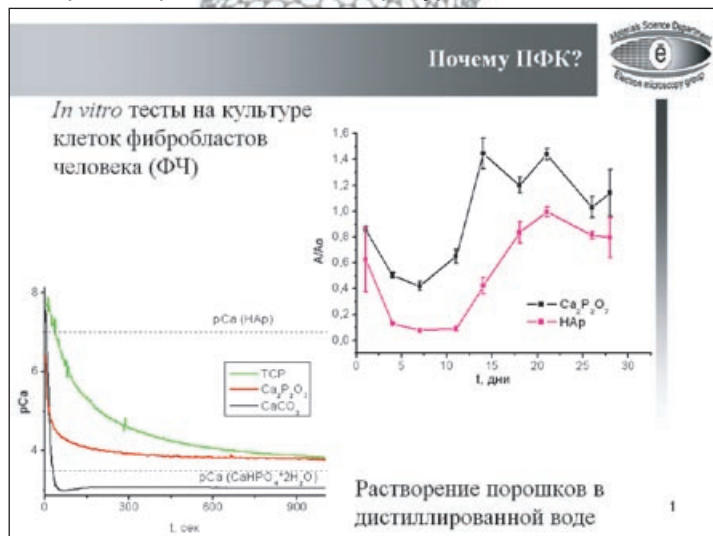


Неотъемлемой частью материаловедческих исследований в области биологии и медицины является разработка биоматериалов на основе фосфатов кальция. Современные методики лечения требуют от биоматериалов быстрого растворения в организме и замещение имплантата костной тканью

(биорезорбируемость). Чистый гидроксиапатит (ГАП,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ), активно используемый ранее, является биорезистивным материалом, т.е. он сопротивляется растворению в организме при имплантации, поэтому в настоящий момент многие исследования направлены на изучение других, более

резорбируемых фосфатов кальция, как в виде однофазных материалов, так и в виде композитов.

Целью работы М. Шехирева являлось получение керамических однофазных и композиционных материалов на основе пирофосфата кальция (ПФК,  $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) и изучение влияния условий синтеза на размеры частиц брушита, монетита и ПФК. Выявлено, что для уменьшения размера частиц ПФК необходимо использовать синтез брушита из концентрированных растворов ( $[\text{Ca}^{2+}] = 2 \text{ M}$ ) и быстрое нагревание до температуры  $600^\circ\text{C}$ .



Композиционные материалы получали из смесей ГАП/ПФК, при термообработке которых протекает твердофазная реакция с образованием трехкальциевого фосфата.

В работе определены условия подготовки порошка пирофосфата кальция, пригодного для изготовления

резорбируемых двух- (ПФК/ТКФ) и трехфазных (ПФК/ТКФ/ГАП) композиционных материалов. Получена резорбируемая керамика на основе ТКФ с размером зерна, не превышающим 300 нм.

## Меледин Александр Александрович

### Исследование кинетики окисления твердых растворов на основе $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$

Руководители: к.х.н. Кнотыко А.В., к.х.н. Гаршев А.В.



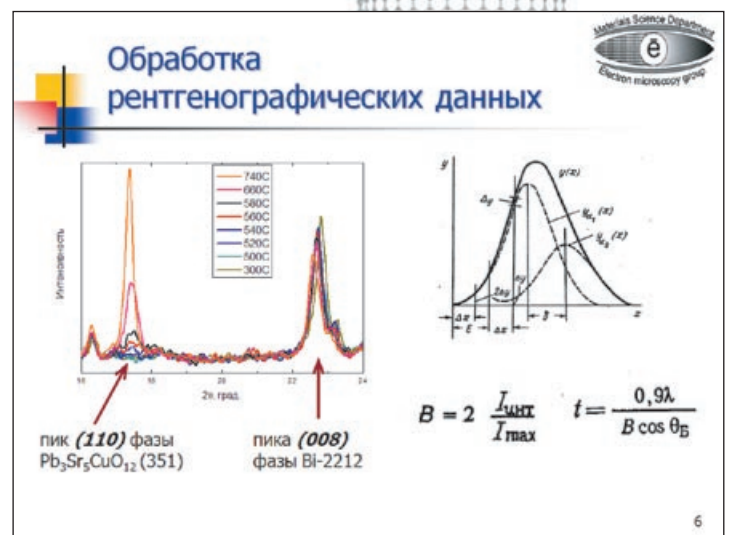
Твердые растворы на основе  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  перспективны для изготовления тоководов сверхпроводящих магнитов, главным образом, благодаря своей высокой пластичности и нетоксичности. Однако для их практического использования необходимо увеличить силу пиннинга

магнитного потока. Один из путей для такого увеличения – формирование в сверхпроводящей матрице различных микроструктурных дефектов, в частности мелкодисперсных включений других фаз, образующихся в результате эвтектоидного или спинодального распада пересыщенного твердого раствора.

В силу высокой подвижности кислорода в указанных твердых растворах (по сравнению с подвижностью катионов) распад пересыщенного твердого раствора можно ускорить использованием метода внутреннего окисления соединений с частичным замещением висмута на свинец. Управлять скоростью окисления при этом можно дополнительным гетеровалентным замещением ЦЗЭ на РЗЭ.

Целью работы явилось исследование кинетики образования окисленной фазы в

твердых растворах  $\text{Bi}_{2.1-x}\text{Pb}_x\text{Sr}_2\text{Ca}_{0.8}\text{M}_{0.2}\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$  (где М – Y, Nd, La;  $x=0.2, 0.4$ ) и их использование для увеличения токонесущей способности этих сверхпроводящих материалов. Показано, что в синтезированных образцах окисленная фаза начинает формироваться в температурном интервале  $\sim 520-560^\circ\text{C}$ . Частицы выделяемой окисленной фазы имеют размер порядка 20 нм, т.е. размер порядка длины когерентности сверхпроводника, что наиболее эффективно в качестве центров пиннинга магнитного потока.



## Астафьева Ксения Игоревна

### Синтез и свойства катодного материала на основе $\text{LiFePO}_4$

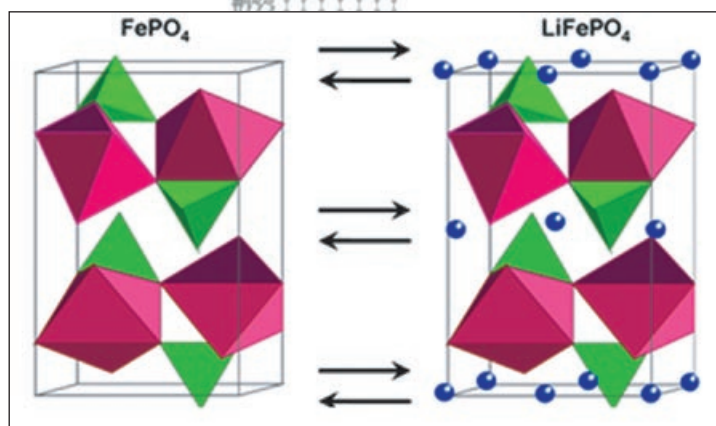
Руководитель: к.х.н., с.н.с. Метлин Ю.Г.



В последнее время фосфат железа-лития  $\text{LiMPO}_4$  со структурой оливина представляют сущест-венный интерес в качестве катодного материала перезаряжаемых литий-ионных источников тока. Существенным недостатком этой фазы является ее низкая электропроводность, из-за чего диффузия ионов лития затруднена. Один

из путей снижения роли этого недостатка - сокращение диффузионных путей минимизированием размера частиц  $\text{LiFePO}_4$ . Это, в частности, может быть достигнуто использованием химических методов синтеза.

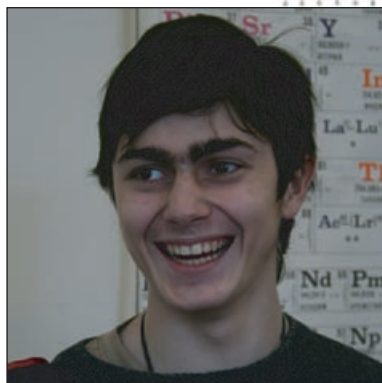
Целью работы К. Астафьевой и стала разработка методов «мягкой химии» получения субмикронных порошков композита  $\text{LiFePO}_4$ /углерод, включая криохимический и гидротермально-микроволновой методы, а также пиролиз аэрозоля. Указанные методы синтеза позволяли подобрать соли лития, железа и фосфорной кислоты, образующие при смешении идеальный раствор, и одновременно удерживать железо в состоянии окисления +2. Емкость композита  $\text{LiFePO}_4$ /C, полученного криохимическим методом, составила 50 мАч/г.



## Степук Александр Александрович

### Синтез биорезорбируемых композитов на основе фосфатов кальция

Руководитель: к.х.н., доц. Путляев В.И.



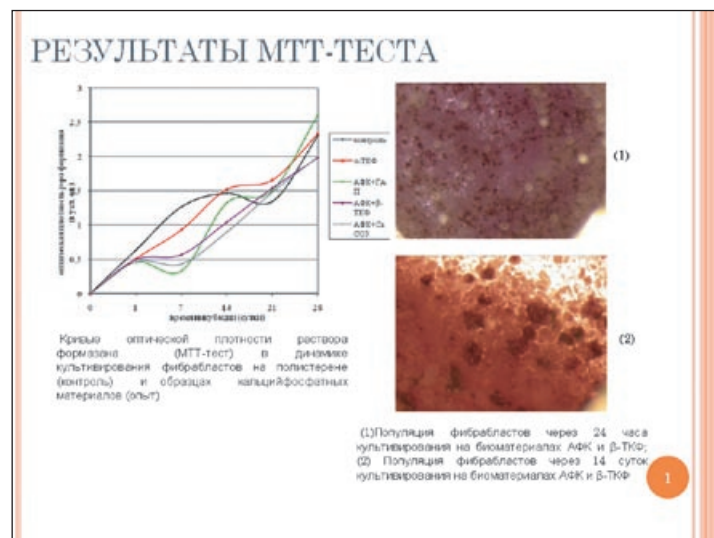
Костная ткань представляет собой биокompозит на основе органических и неорганических (до 60-70% вес) фаз; в состав последних входит в основном гидроксипатит (ГАП), содержащий карбонат-ионы и в меньшей степени ионы магния, натрия.

В работе А. Степука композиционные биоматериалы получали по технологии

химического связывания. В качестве вяжущего компонента был выбран аморфный фосфат кальция (АФК), а в качестве армирующих композит фаз выступали  $\text{CaCO}_3$ ,  $\beta$ -ТКФ, ГАП. Установлено, что комбинации различных составляющих после взаимодействия с АФК образуют вязкий, пастообразный материал, который после термической обработки в водной среде (в частности, содержащей ионы  $\text{HPO}_4^{2-}$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ ) формирует прочный продукт на основе ГАП.

Для имитации структуры костной ткани композиты армировали волокнами кетгута диаметром 100 мкм, покрытых слоем желатины. Пористость материала обеспечивалась частицами  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  с размером не более 500 мкм. По результатам растровой электронной микроскопии в случае армирования ГАП была получена смесь крупнокристаллического (~1-2 мкм) и нанокристаллического (30-50 нм) апатита. По данным РФА композиты состоят из 2 фаз: ГАП и высокорезорбируемой фазы на основе витлокита или карбоната кальция.

При взаимодействии АФК и различных карбонат- и фосфатсодержащих компонентов образуются двухфазные биокompозиты с различной степенью резорбируемости. Таким образом, в работе удалось получить пористые биокompозиты со структурным упрочнением волокнами кетгута, имитирующие нативную костную ткань с механическими параметрами близкими к природной кости.



## Вишняков Денис Алексеевич

### Получение текстурированных магнитных материалов на основе высокодисперсного гексаферрита стронция

Руководители: к.х.н., асс. Зайцев Д.Д., д.х.н., доц. Казин П.Е.



Магнитотвердые гексаферриты М-типа на основе гексаферрита стронция характеризуются высокой магнитокристаллической анизотропией, химической стабильностью и относительной дешевизной. Они перспективны для создания устройств с высокой плотностью записи и постоянных



магнитов. Текстурирование этих материалов может привести к значительному улучшению магнитных характеристик, например, увеличению остаточной намагниченности, коэрцитивной силы и, как следствие, плотности магнитной энергии.

Для синтеза стекол были выбраны следующие составы:  $9\text{SrO}-6\text{Fe}_2\text{O}_3-8\text{B}_2\text{O}_3$ ,

$25\text{SrO}-6\text{Fe}_2\text{O}_3-12\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $13\text{SrO}-5,5\text{Fe}_2\text{O}_3-4,5\text{Al}_2\text{O}_3-4\text{B}_2\text{O}_3$ .

Аморфизацию проводили

быстрой закалкой оксидного расплава, полученного в печи. Стеклокерамические композиты синтезировали термической обработкой (600–950°C) полученных предшественников. При этом в немагнитной матрице образовывались однодоменные неагрегированные магнитные частицы гексаферрита, имеющие размеры в нано- и субмикронном диапазоне и характеризующиеся высокой коэрцитивной силой. Размеры и форма частиц определялись составом исходного стекла и условиями термообработки. После обработки стеклокерамики 3% раствором соляной кислоты выделяли частицы гексаферрита стронция в виде порошка.

Покрытия получали методом прокатки порошка на подложках. В качестве подложек использовались пластины из меди и алюминия.

**Постоянные магниты**

- двигатели постоянного тока
- магнитные сепараторы
- магнитно-резонансная визуализация
- магнитные сенсоры
- гибкие магниты
- магнитные покрытия

**Магнитные жидкости**

- магнитные покрытия
- магнитные ленты
- системы герметизации
- дефектоскопия
- магнитные сепараторы
- медицинские применения
- измерительные приборы

**Устройства хранения информации**

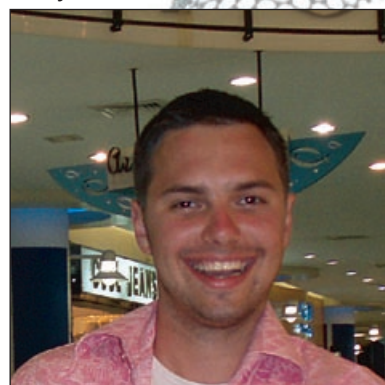
- системы резервного копирования
- архивное хранение
- перпендикулярная запись

Материалы на основе высокодисперсного гексаферрита стронция

## Семенов Дмитрий Александрович

Синтез и свойства новых материалов для литиевых батарей на основе  $\text{V}_2\text{O}_5$

Руководители: асп. Иткис Д.М., к.х.н. Кулова Т.Л.



Основная цель работы Д. Семенова - поиск новых систем и новых электродных материалов для химических источников тока с рекордными электрохимическими свойствами, функциональной привлекательностью и доступностью. В качестве таких материалов выступали - одномерные структуры на основе поливанадатов, а так же их производные - слоистые гибридные молекулярные бронзы, содержащие органические молекулы-окислители.

Для синтеза одномерных кристаллов была применена гидротермальная обработка поливанадата содержащего ион металла в межслоевом пространстве. Внедрение органического компонента производилось из водно-

спиртового раствора соответствующей соли.

С использованием гидротермального метода и ряда других приемов «мягкой химии» были синтезированы молекулярные бронзы (гибридные органико-неорганические материалы) содержащие полианилин, тетрагидрофульвален и бензидин в межслоевом пространстве поливанадата. Эти гибридные материалы демонстрируют существенное улучшение электрохимических характеристик относительно исходной слоистой матрицы поливанадата.



## Если энергия, то только альтернативная!

27 июня в офисе Национальной Инновационной Компании «Новые Энергетические Проекты» (НИК НЭП) в торжественной обстановке прошла процедура награждения победителей конкурса научно-популярных статей, который был организован по инициативе компании НИК НЭП, являвшейся вместе с ГК «Норильский никель» и группой ОНЭКСИМ основным спонсором второй Всероссийской Интернет-олимпиады по нанотехнологиям.



Общая фотография в офисе НИК НЭП после завершения процедуры награждения

На награждении присутствовали: генеральный директор НИК НЭП член-корреспондент РАН Б.Н.Кузык, зам. ген. директора НИК НЭП В.Л.Туманов, декан факультета наук о материалах МГУ академик РАН Ю.Д.Третьяков, зам. декана ФНМ Е.А.Гудилин, директор пресс-службы компании НИК НЭП В.И.Погребенков, журналист газеты «Поиск», а также сами победители конкурса, виновники торжества: **Ярослав Филиппов** - от имени коллектива авторов статьи «Наноструктурированные

материалы для современных литиевых источников тока” (Е.А.Померанцева (ФНМ МГУ), Т.Л. Кулова и А.М.Скундин (ИФХЭРАН), первая премия - 25000 руб.), **Павел Иванович Мешков** - статья “Наноматериалы в солнечных батареях – новые перспективы альтернативной энергетики” (сотрудник Института экономических стратегий, вторая премия - 15 000 руб.), **Евгений Смирнов** - статья “Получение, транспорт и хранение водорода с помощью наноматериалов” (студент ФНМ МГУ, третья премия - 10 000 руб.). Дипломы победителям конкурса были подписаны совместно генеральным директором НИК НЭП Б.Н. Кузыком и деканом ФНМ Ю.Д.Третьяковым. Денежные премии вручались из спонсорских средств НИК НЭП.

Само награждение представляло собой не просто выдачу дипломов и денежных премий. В первую очередь, это было общение представителей крупнейшего российского ВУЗа, крупнейшей инновационной компании и молодого поколения исследователей, от которых (разумеется, не только от трех награжденных!) зависит дальнейший прогресс как в области фундаментальной науки, так и в развитии техники, экономики, в поиске новых возобновляемых источников энергии, не загрязняющих окружающую среду. Прецедент такого общения является чрезвычайно важным, поскольку в период возрождения нашей страны (и не только в экономическом плане) формирование тесных взаимосвязей между талантливыми молодыми исследователями, ВУЗовской наукой и инновационно-внедренческими, высокотехнологическими компаниями является естественным и просто жизненно необходимым процессом.

После вступительного слова генерального директора НИК НЭП Б.Н. Кузыка состоялось вручение дипломов и денежных премий. В ответном слове победители конкурса заверили всех, что победят еще не раз и не только в этом конкурсе, который имеет все шансы стать традиционным (конечно, слова благодарности были тоже, но благородный порыв идти и дальше выбранной дорогой, несомненно, гораздо важнее). Напомним, в конкурсе участвовали следующие статьи, размещенные на сайте [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) в разделе “Публикации”:

- Наноструктурированные материалы для современных литиевых источников тока
- Биотопливо
- Мобильный источник водорода на основе нанопорошка алюминия
- Диоксид титана – чудо материал
- Эффект бабочки
- Фотоионика? Интересно...
- Наноматериалы в солнечных батареях – новые перспективы альтернативной энергетики
- Получение, транспорт и хранение водорода с помощью наноматериалов
- Хранение водорода с помощью наноматериалов
- Новые энергоаккумулирующие составы на основе нанопорошков алюминия и оксидов алюминия

## Общественный совет по нанотехнологиям должен быть

.. так считало подавляющее большинство собравшихся на первое организационное заседание Общественного совета по формированию системы эффективного образования в области наносистем, наноматериалов и нанотехнологий. Собрание состоялось 30 июня на Факультете наук о материалах МГУ им. М.В.Ломоносова.

На встрече присутствовало около 40 представителей ВУЗов Москвы (МГУ, МГТУ, РХТУ, МИФИ, Российский



государственный медицинский университет, Московскую Медицинскую Академию, Высшую школу экономики) и различных регионов России, а также республики Беларусь (Самарский государственный аэрокосмический университет, Белорусский ГУ, Южно-Уральский ГУ, Южный Федеральный ГУ, Уфимский государственный авиационный технический университет, Северо-Кавказский ГТУ, Дагестанский ГУ, Белгородский ГТИ, Томский ГУ), фирмы, корпорации и ассоциации (ГК “Роснанотех”, НИК НЭП, концерн “Наноиндустрия”, НТ МДТ, “Опора России”), Российскую Академию Наук (ИХФ РАН, ИПХФ РАН, ИХТТ СО РАН). Председательствовал на собрании декан Факультета наук о материалах академик РАН Ю.Д.Третьяков. Было заслушано 18 выступлений, в которых обсуждались существующие проблемы (а их немало), а также давались рекомендации, как строить дальнейшую работу. Напомним, что во время Второй Всероссийской конференции по наноматериалам «НАНО-2007» в Новосибирске был проведен круглый стол, фактически инициировавший формирование этого Совета.

В выступлениях отмечалось, что создание независимого общественного Совета должно стать площадкой для открытого и непредвзятого обсуждения четко сформулированных вопросов, связанных с развитием образования в области нанотехнологий, а также для обмена мнениями и лучшим отечественным и зарубежным опытом. Совет должен быть открыт для сотрудничества с любыми общественными, образовательными организациями, бизнес- и государственными структурами, которые активно участвуют в развитии “нанообразования”;



Заместитель генерального директора ГК “Роснанотех” по образовательным программам А. Д. Плутенко

Совет должен быть организован таким образом, чтобы существовали непрерывные и эффективно действующие контакты (в том числе с использованием сети Интернет)

между его постоянно пополняющимися членами.

Выступавшие также отметили, что

- собрания Совета по заранее известной повесткой дня следует проводить систематически и, по-возможности, приурочивать к соответствующим семинарам и конференциям, проходящим в различных регионах РФ;

- в состав Совет следует включить представителей заинтересованных коммерческих структур - потребителей кадров nanoиндустрии (ГК "Роснотех", НИК НЭП, НТ МДТ, Национальной ассоциации nanoиндустрии и др.);

- Совет должен тесно сотрудничать с известными организациями, которые способствовали бы проведению решений Совета в жизнь (Торгово-Промышленная Палата, Российский Союз Ректоров и т.д.);

- необходимо организовать рабочую группу (или рабочие группы), которые между заседаниями Совета выполняли бы текущую работу и организовывали взаимодействие;

- актуальной задачей является разработка методик и реализация специальных программ повышения квалификации и дополнительного образования, в том числе для руководящего персонала, заведующих кафедрами и т.д.;

- желательно создать банк программ учебных курсов по нанотехнологиям, читаемых в различных ВУЗах, для их совершенствования и обмена опытом (с учетом авторских прав и прочих регламентаций);

- требуется разработка реальных мер, которые бы мотивировали молодых исследователей на карьеру в области нанотехнологий, в том числе создание новых рабочих мест в высокотехнологических компаниях (возможно даже малых, инновационных) для работы после завершения обучения в ВУЗе;

- следует решить проблему быстрого выпуска учебной литературы, одобренной в качестве учебных пособий для тех или иных специальностей ВУЗов;

- важным направлением работы является формирование непрерывного образования школа — ВУЗ и формирование системы целевой магистратуры и аспирантуры, а также решение проблемы дальнейшего обучения или трудоустройства бакалавров (особенно в случае технических ВУЗов);

- необходимо расширить возможности проведения практик и стажировок для бакалавров и магистрантов с целью ознакомления с опытом работы в ведущих научных группах, инновационных компаниях и лучших центрах коллективного пользования (научно-образовательных центрах) и знакомства с современным аналитическим и синтетическим оборудованием.

## День факультета



22 июня 2008 года Факультет наук о материалах МГУ праздновал 17-летие. Несмотря на затянувшиеся до утра торжества по поводу победы нашей футбольной сборной, несолнечную погоду и мелкий дождик, праздник удался на славу. Те, кто участвовал в нём, не пожалели, что пришлось вставать рано утром. Всю дорогу от химфака до места проведения мероприятия участников этого славного праздника развлекали ведущие в автобусах, которые предлагали самые разнообразные конкурсы, в том числе и с вкусными призами. В программе праздника была эстафета, на которой участники могли померяться не только своей физической силой, но и интеллектуальными способностями, ведь после каждого конкурса им приходилось придумывать ответы на каверзные вопросы ведущих. А также в программе праздника был пейнтбол, в который играли практически все, начиная от первокурсников и кончая «студентом 35 курса» А.В. Гармашом. Кроме всего прочего все желающие могли поиграть в волейбол, настольный теннис, бадминтон, футбол и покататься на катамаранах. Море шуток, схема и позитива захлестнуло в этот день всех присутствующих на празднике.

## Новое пополнение РАН

В прошлом номере мы опубликовали краткие сведения об ученых, избранных действительными членами Российской академии наук по секции «Физикохимия и технология неорганических материалов» Отделения химии и наук о материалах.

В этом номере мы представляем читателям краткие сведения об избранных этой секцией членах-корреспондентах. Редакция «Нанометра» от всей души поздравляет их с таким большим событием в их научной жизни и желает дальнейших успехов на благо отечественной науки.



**Гречников  
Васильевич,**

**Федор**

директор филиала Института металлургии и материаловедения РАН, первый проректор Самарского государственного авиационного университета. Ф.В. Гречников известен в стране своими фундаментальными и прикладными исследованиями по текстурному дизайну и целенаправленному формированию состава текстуры и эффективной анизотропии свойств при производстве конструкционных материалов для изделий авиационной, ракетно-космической техники и автомобилестроения.



**Алымов Михаил Иванович**

– заведующий лабораторией Института металлургии и материаловедения РАН, доктор технических наук, профессор. В работах М.И. Алымова разработаны химико-металлургические методы получения металлических, металлокерамических и керамических нанопорошков узкого фракционного состава

и разработаны технологии получения конструкционных и функциональных порошковых наноматериалов с заданными свойствами.



**Григорович Константин Всеволодович** – заведующий лабораторией диагностики материалов Института металлургии и материаловедения РАН, доктор технических наук. К.В. Григорович известен своими фундаментальными и прикладными исследованиями

в области физикохимии металлических расплавов, металлургии и диагностики материалов. Им исследованы термодинамические свойства углерода, азота, кислорода, серы и фосфора в многокомпонентных расплавах на основе железа, никеля, кобальта.



**Дедов Алексей Георгиевич** – заведующий кафедрой общей и неорганической химии Российского государственного университета нефти и газа, доктор химических наук, профессор. А.Г. Дедов – известный ученый в области аналитического контроля и сертификации углеводородных энергоносителей. Им созданы получившие признание методы экспресс-контроля качества углеводородных топлив, разработаны эффективные методы анализа органических и водно-органических сред, которые используются в технологии газа и нефти.



**Тананаев Иван Гундарович** – главный научный сотрудник Института физической химии и электрохимии РАН, доктор химических наук, профессор. И.Г. Тананаев – известный ученый в области синтеза, изучения физико-химических свойств и реакционной способности наноматериалов, их применения в процессах разделения

элементов с близкими химическими свойствами. Хорошо известны труды И.Г. Тананаева в области радиохимии и экологии.



**Ремпель Андрей Андреевич** – главный научный сотрудник Института химии твердого тела УрО РАН, доктор физико-математических наук, профессор. Основные направления научной деятельности А.А. Ремпеля связаны с изучением дефектов в карбидах, оксидах переходных

металлов, сульфидах тяжелых металлов и с развитием теории фазовых превращений в нестехиометрических соединениях.



**Николаев Анатолий Иванович** – заместитель директора по научной работе Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева, лауреат Государственной премии РФ. А.И. Николаевым предложены и развиты комбинированные экологически безопасные

гидро- и пирометаллургические схемы переработки сырья, что открыло путь к промышленному освоению нетрадиционных видов сырья, в первую очередь титано-редкометалльного.



**Бухтияров Валерий Иванович** – заместитель директора Института катализа СО РАН, доктор химических наук, профессор. В.И. Бухтияров видный ученый в области гетерогенного катализа и функциональных наноматериалов. Им обнаружены наноразмерные эффекты в ряде практически важных каталитических реакций, разработаны способы синтеза наноструктурированных катализаторов.



**Баринов Сергей Миронович** – заместитель директора по научной работе Института металлургии и материаловедения РАН, лауреат Государственной премии, доктор технических наук, профессор. С.М. Баринов – выдающийся специалист в области физикохимии и технологии керамических материалов. Им

разработаны научные основы технологии керамических биологически совместимых материалов нового поколения, которые внедрены в клиническую практику, разработан целый ряд высокопрочных керамических и композиционных материалов. Сергей Миронович на протяжении последних лет является членом ГАК Факультета наук о материалах МГУ.



**Авраменко Валентин Александрович** – заведующий лабораторией Института химии ДВО РАН. В.А. Авраменко активно работает в таком важном направлении науки, как синтез наноразмерных сорбентов, селективных по отношению к радионуклидам. На основе полученных Авраменко В.А. фундаментальных результатов созданы принципиально новые функциональные сорбционно-реагентные наноматериалы для извлечения долгоживущих радионуклидов цезия, стронция и кобальта, разработаны и внедрены технологии их использования для переработки жидких радиоактивных отходов.

**НАНОМЕТР:** 119992, Москва, Ленинские Горы, ФНМ МГУ им. М.В.Ломоносова, тел. (495)-939-20-74, факс (495)-939-09-98, [yudt@inorg.chem.msu.ru](mailto:yudt@inorg.chem.msu.ru) (акад. РАН Ю.Д.Третьяков, главный редактор), [metlin@inorg.chem.msu.ru](mailto:metlin@inorg.chem.msu.ru) (в.н.с. Ю.Г.Метлин, отв. редактор), [goodilin@inorg.chem.msu.ru](mailto:goodilin@inorg.chem.msu.ru) (проф. Е.А.Гудилин, пресс-центр), [petukhov@inorg.chem.msu.ru](mailto:petukhov@inorg.chem.msu.ru) Д. И. Петухов (ст. ФНМ, верстка)