

Новые материалы: достижения, ВОЗМОЖНОСТИ и перспективы развития

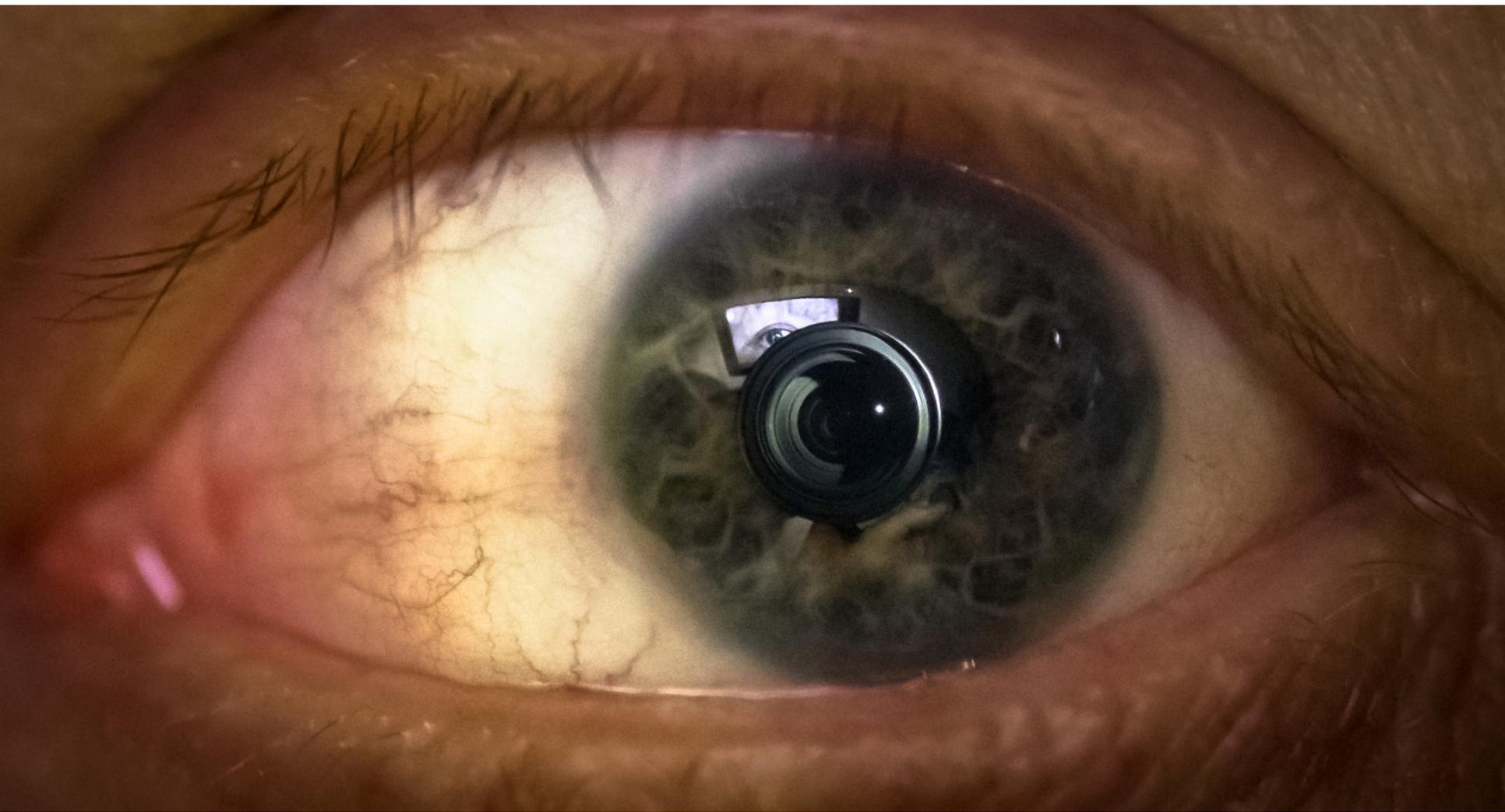


Е.А.Гудилин

www.nanometer.ru

goodilin@yandex.ru

Санкт – Петербург
2017

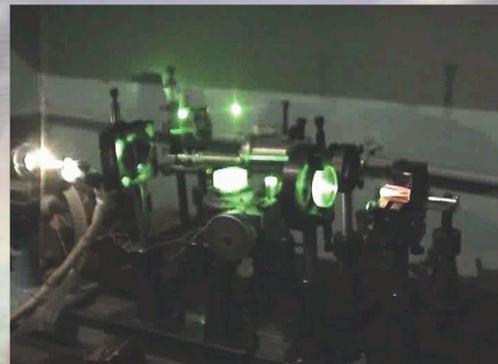




(x, y)

Пространство

(z)



(секунда,.. тысячелетия) **Время** (фемтосекунда, ..., миллиарды лет)



5 измерение?

Материаловедческие миниреволюции



- Реальная структура твердого тела – с 70х годов (В.А.Легасов, Н.Н.Олейников)
- Криохимическая технология – с 70х годов (К.Г.Хомяков, ..., О.А.Шляхтин)
- Магнетодиэлектрики (ферриты) – с 70х годов (С.Р.Ли, Е.А.Еремина, ..., ЛНМ)
- Синергетика воздействий – после 2005 года (В.К.Иванов, Б.Р.Чурагулов, ...)
- Процессы самоорганизации – после 2000 года (В.К.Иванов, ..., А.А.Елисеев)
- Образование материаловедов – после 90х годов (+ www.nanometer.ru, НОР)
- Аналитика материалов – всегда (ЦКП ФНМ МГУ)

- **ВТСП (купраты)** – с 90х годов
 - расплавные технологии (Н.Н.Олейников, П.Е.Казин)*
 - тонкие пленки (А.Р.Кауль)*
- **КМС (манганиты)** – с «нулевых» годов
 - структура, свойства, фазовые диаграммы (О.А.Шляхтин)*
 - тонкие пленки (А.Р.Кауль)*
- **Фотоника** – с «нулевых» годов
 - опаловые структуры (С.О.Климонский)*
 - инвертированные опалы (К.С.Напольский)*
- **Нanomатериалы** – после 2005 года
 - слоистые двойные гидроксиды (А.В.Лукашин)*
 - мезопористые системы (А.А.Елисеев)*
 - углеродные наноматериалы (А.А.Елисеев)*
 - неорганические нанотрубки (А.В.Григорьева)*
 - аэрогели, ZnO, TiO₂, ZrO₂ (А.Н.Баранов, Б.Р.Чурагулов)*
- **Биоматериалы** – после 2005 года
 - биокерамика (В.И.Путляев)*
 - диоксид церия (В.К.Иванов, ...)*
 - медицинская диагностика (А.Е.Гольдт, А.А.Семенова, Н.А.Браже)*
- **Химические источники тока** – после 2010 года
 - катодные материалы (О.А.Брылев, О.А.Шляхтин, Д.М.Иткус)*
 - литий – воздушные аккумуляторы (Д.М.Иткус)*

ФНМ

ЛНМ х/ф

ИОНХ РАН

Функциональные наноматериалы



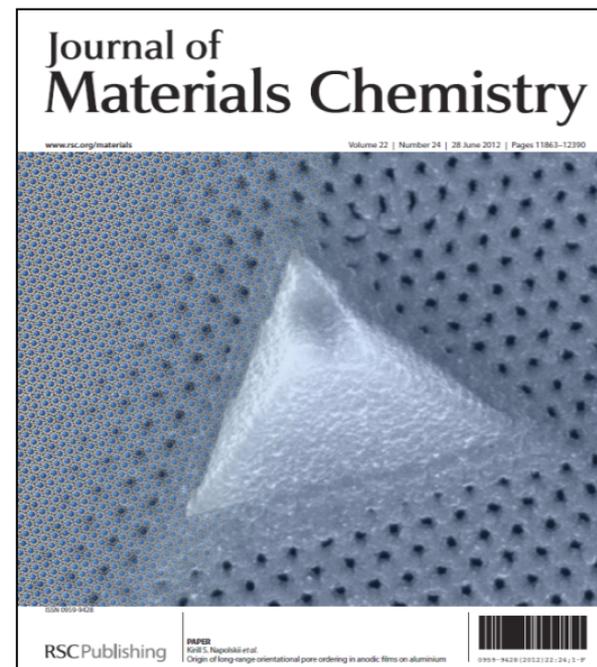
*Член – корр.,
д.х.н. А.В.Лукашин*



*Доц., к.х.н.
А.А.Елисеев*

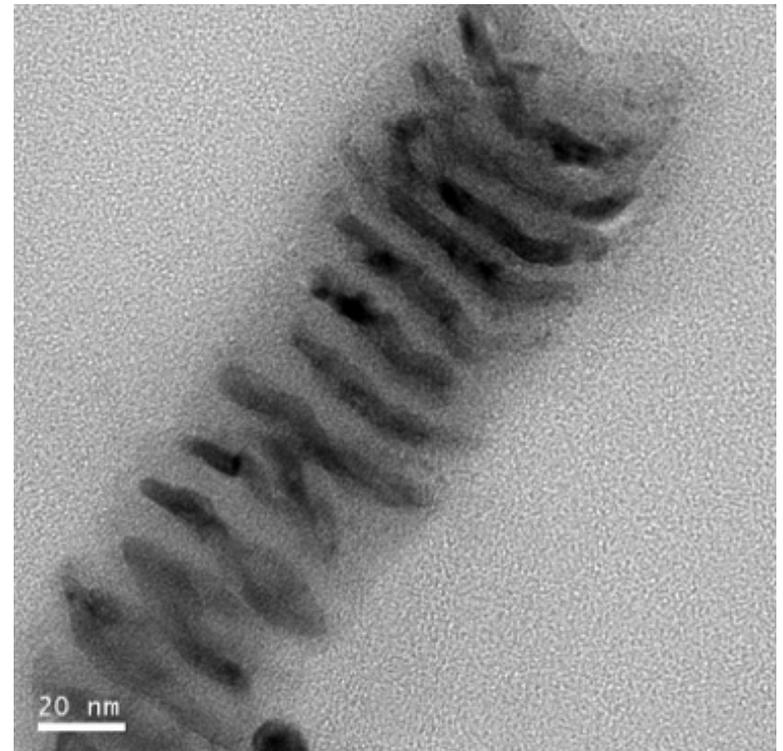
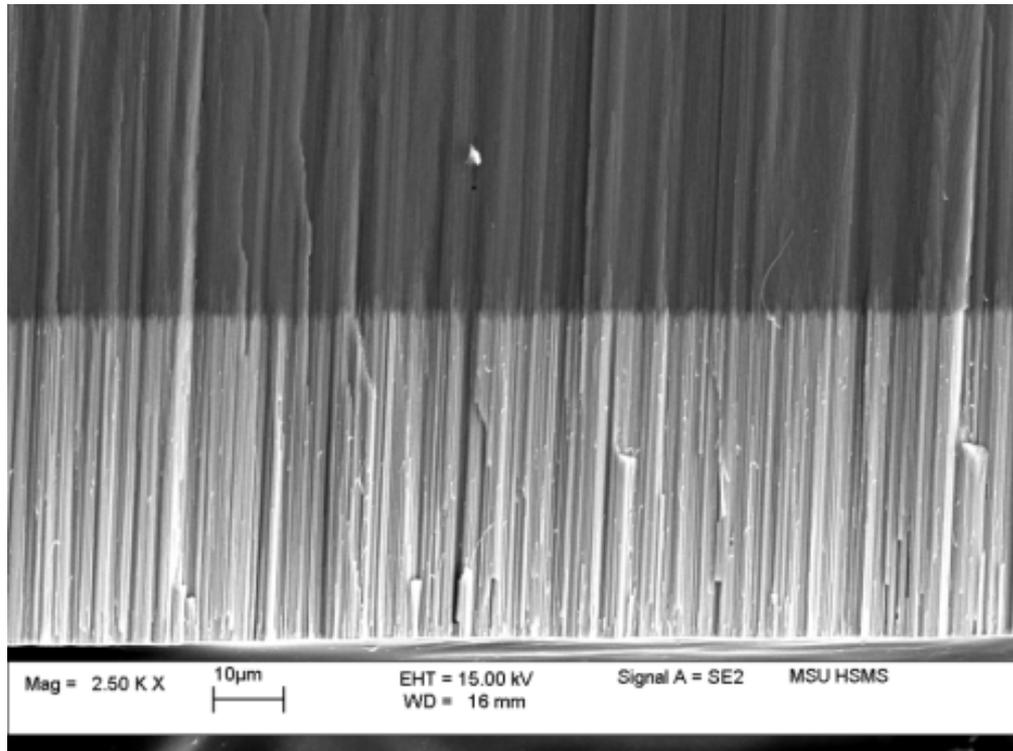
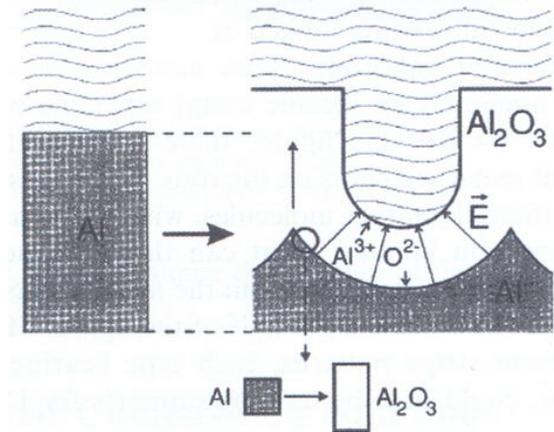
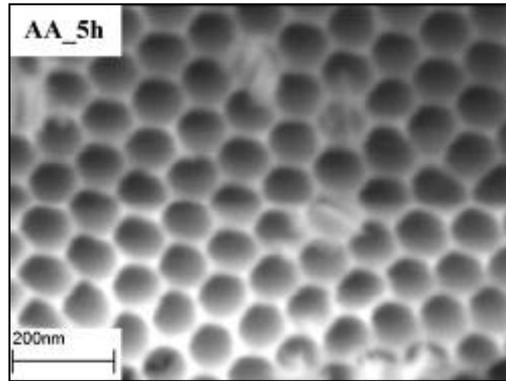
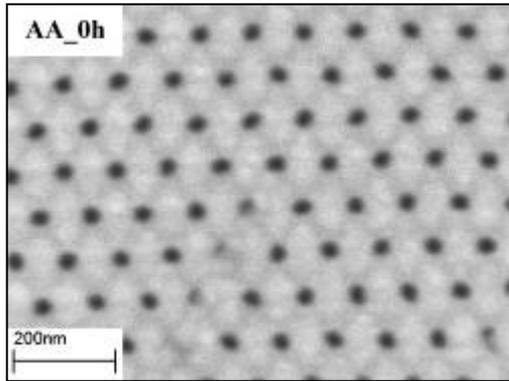


*В.н.с., к.х.н.
К.С.Напольский*

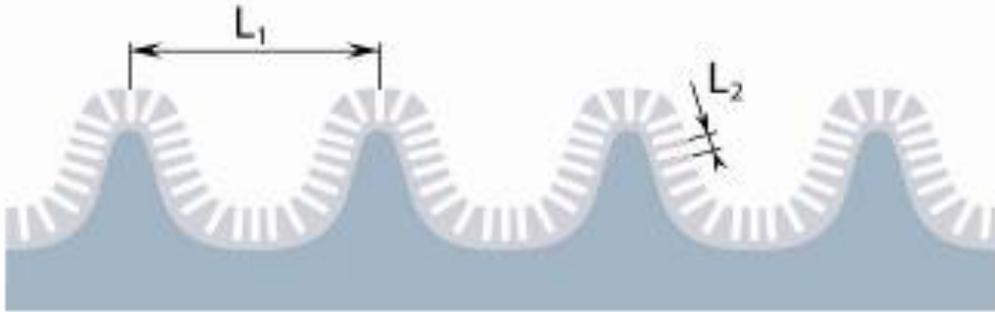
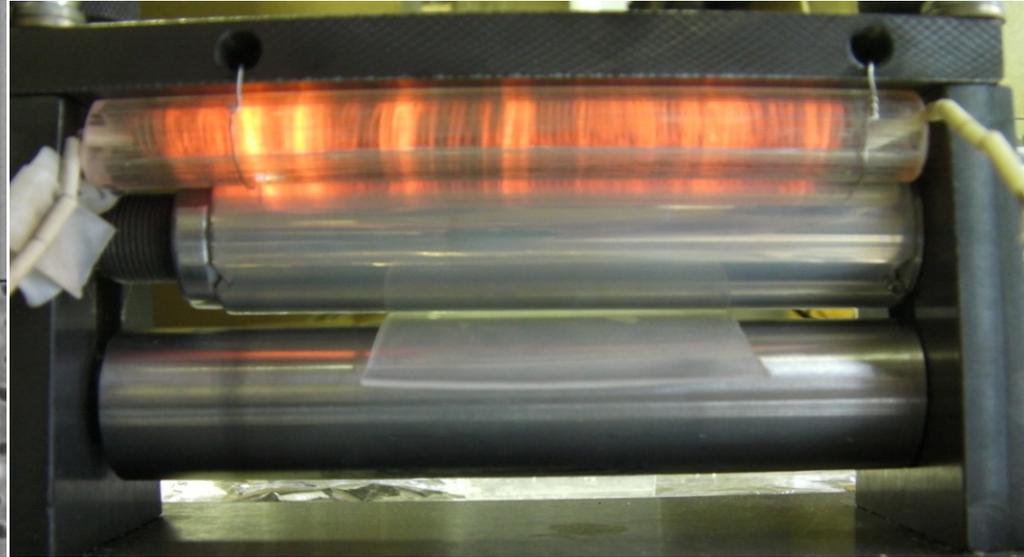
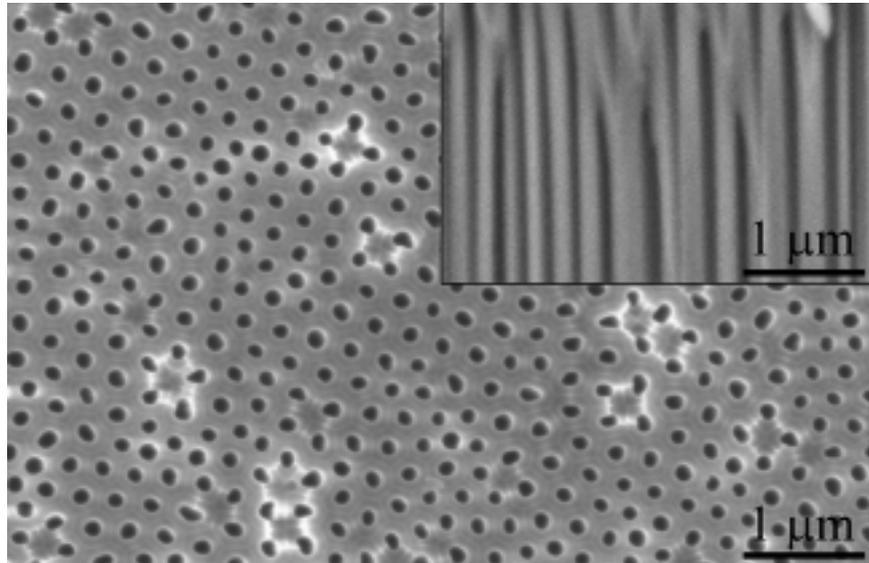


- разработка неорганических и гибридных мембран для фракционирования газообразных и жидких сред,
- получение одномерных наноструктур на основе нанонитей и углеродных нанотрубок для элементов наноэлектроники,
- разработка планарных газовых сенсоров,
- синтез высокоэффективных катализаторов,
- создание фотонных кристаллов,
- фундаментальные исследования процессов самоорганизации,
- развитие новых методов аттестации пространственно-упорядоченных наноматериалов.

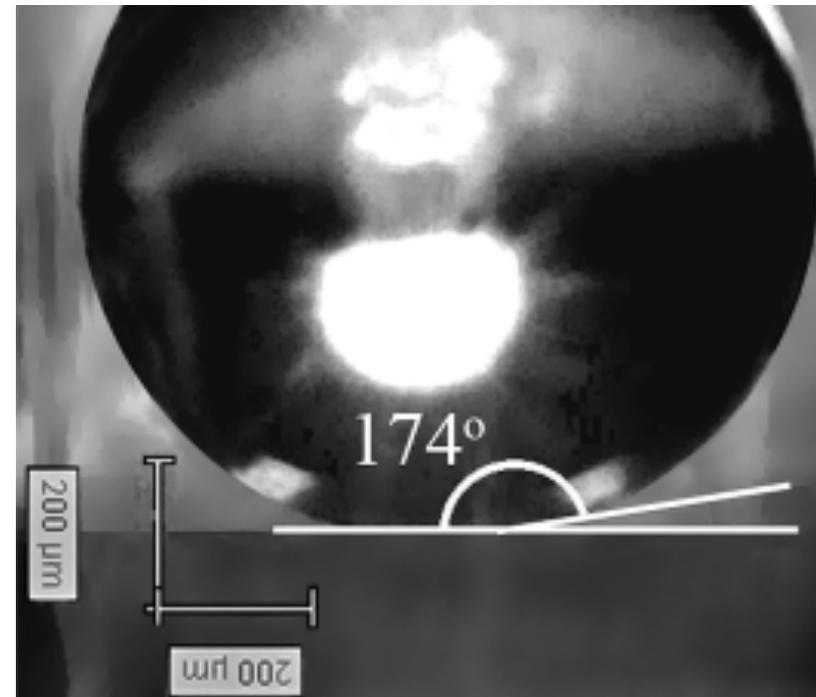
Нанокompозиты



Мембраны пористого оксида алюминия



Микрошероховатости
 $L_1 = 5-10\ \mu\text{m}$
Расстояние между
порами $L_2 = 300-500$



Материалы электроники

64 Гб = 25 нм

(линейный размер
записывающих
элементов
«флэшки» на
64 Гб составляет
в среднем 25 нм)

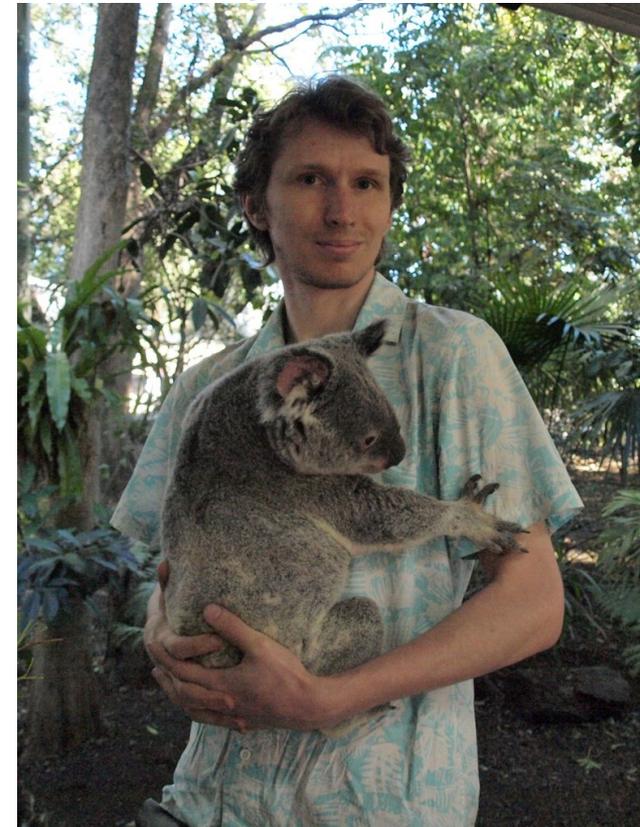


(импакт-фактор в 2016 г. – 38.9)

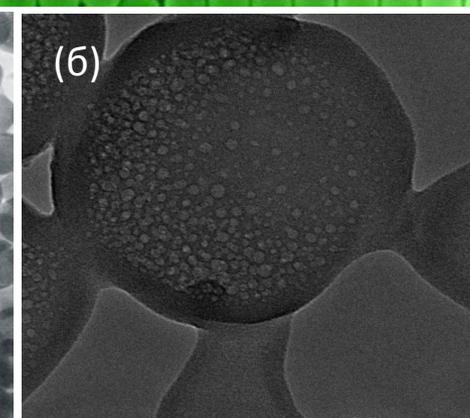
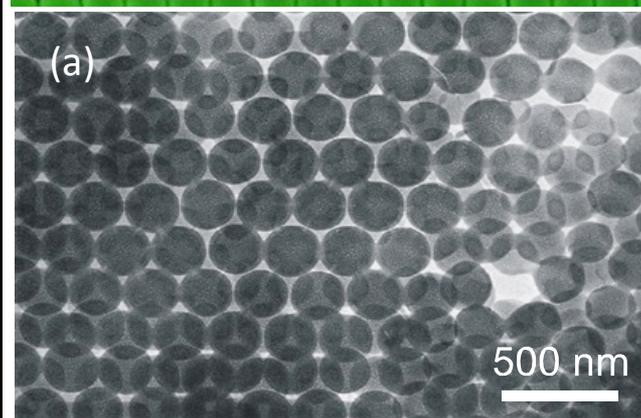
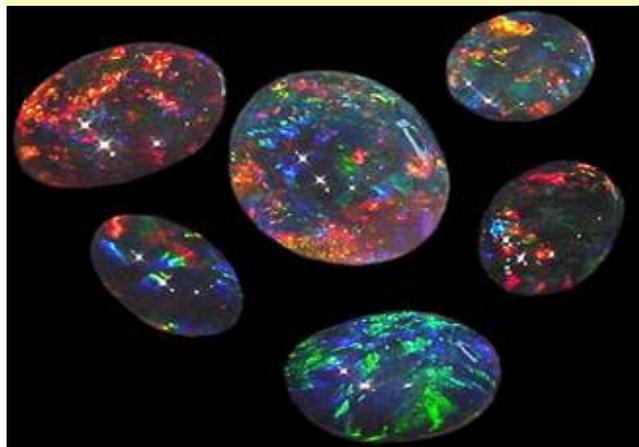
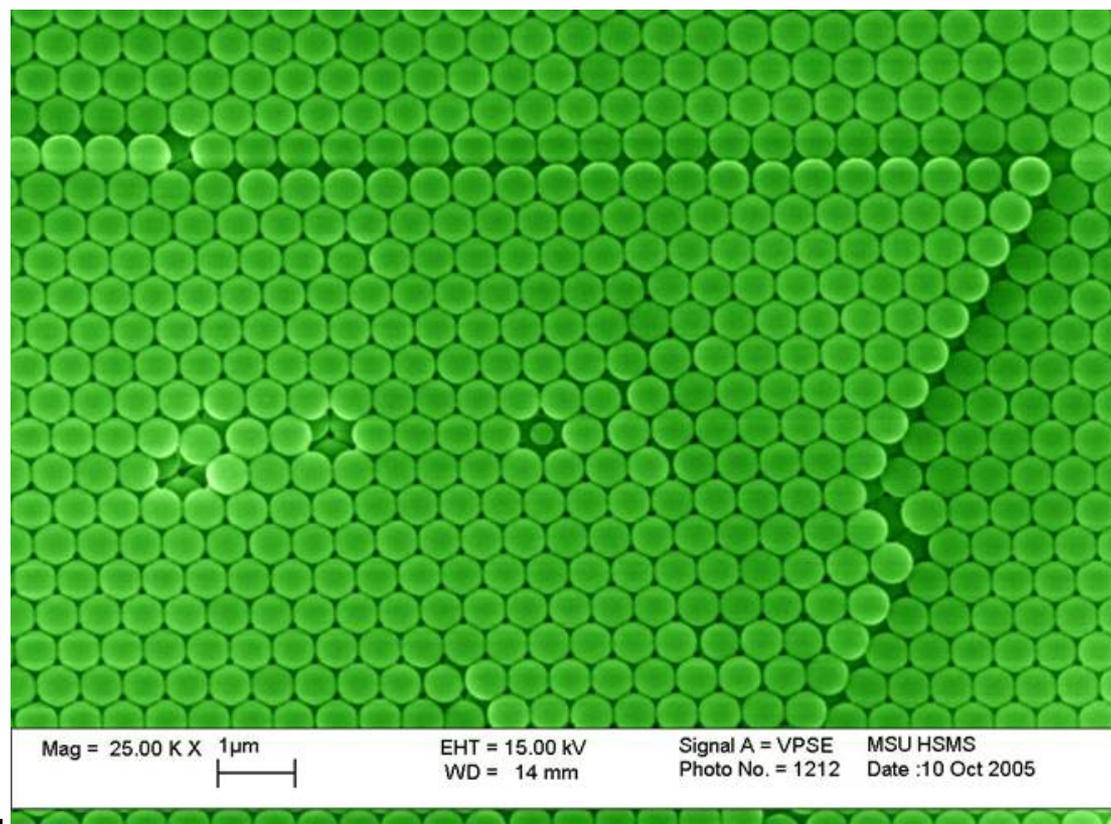
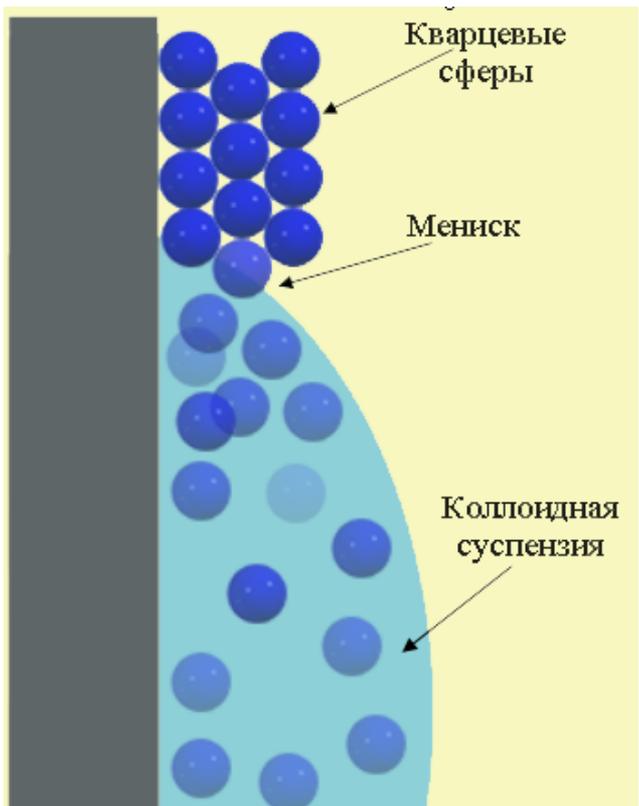
Layered memristive and memcapacitive switches for printable electronics

Alexander A. Bessonov^{1*}, Marina N. Kirikova¹, Dmitrii I. Petukhov^{1,2}, Mark Allen³, Tapani Ryhänen³ and Marc J. A. Bailey¹

Впервые получены структуры со свойствами гибкого **мемристора** из материала на основе слоистого дисульфида молибдена и слоистого дисульфида вольфрама (**мемристор** — это особое устройство с эффектом памяти, способное хранить информацию о приложенном напряжении и протекающем через него токе, изменяя электрическое сопротивление).



Фотонный кристалл



Направленный неорганический синтез

Супрамолекулярная химия – раздел, описывающий сложные образования, которые являются результатом ассоциации двух и более химических частиц, связанных вместе межмолекулярными силами. Супрамолекулярная химия – химия молекулярных ансамблей и межмолекулярных связей

Новые области:

информационный перенос

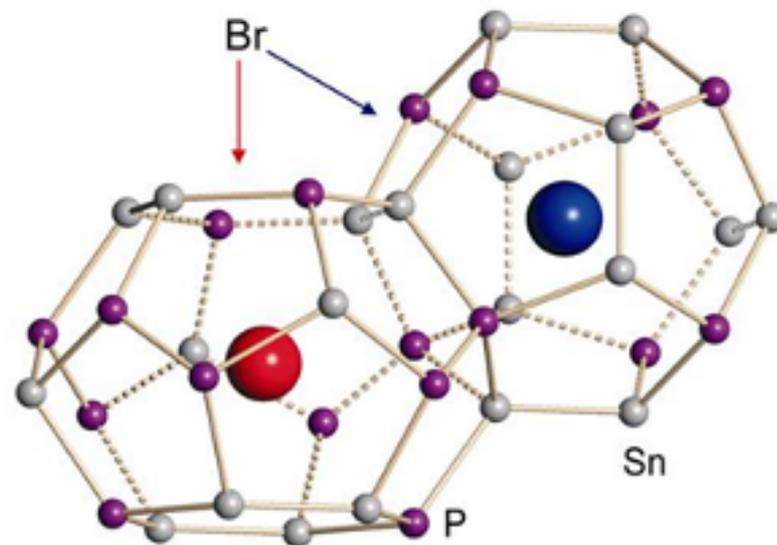
распознавание

фиксация

самосборка

самоорганизация

репликация



Химия кластеров

Супрамолекулярные соединения

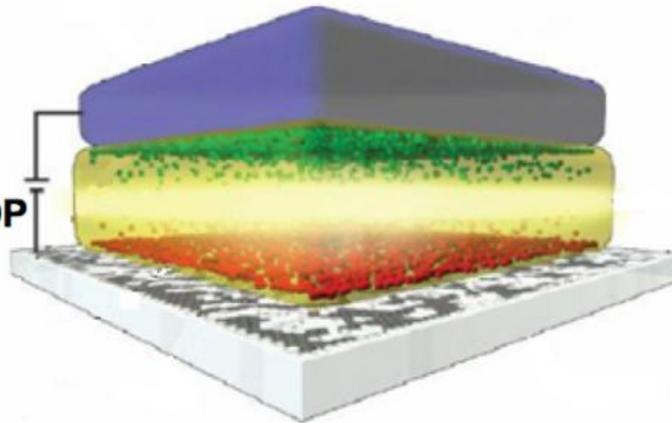
Термоэлектрические материалы

Строение органического светодиода

=3=



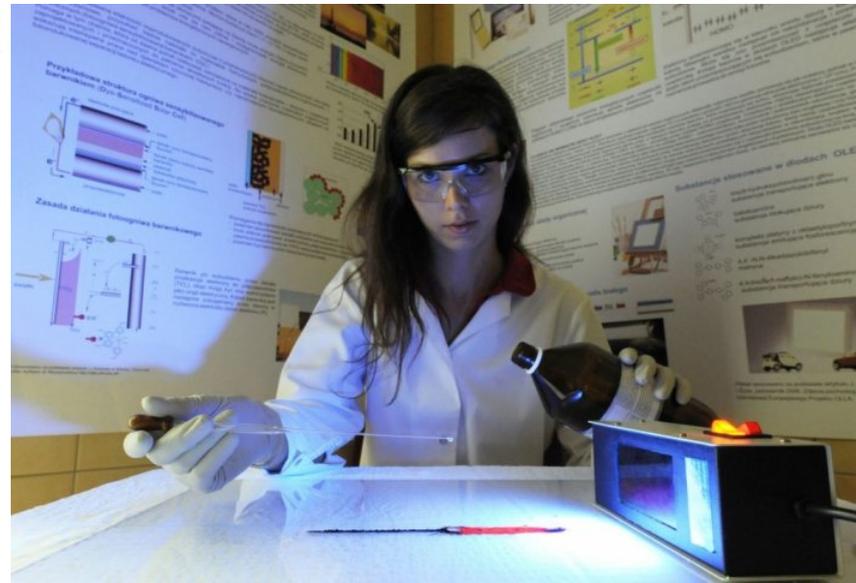
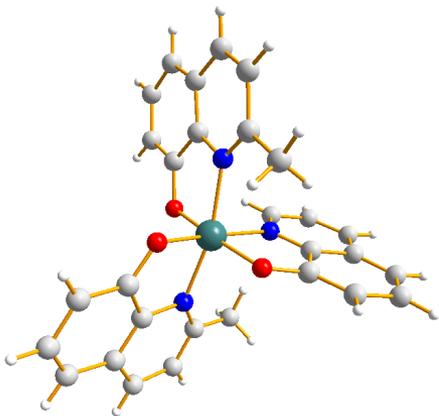
Катод
ETL
ЛЮМИНОФОР
HTL
Анод



ETL – электронпроводящий слой

HTL – дырководящий слой

1987 г. (C.W. Tang и S.A. VanSlyke) - многослойное устройство на основе комплекса алюминия с 8-гидроксихинолином (AlQ3).



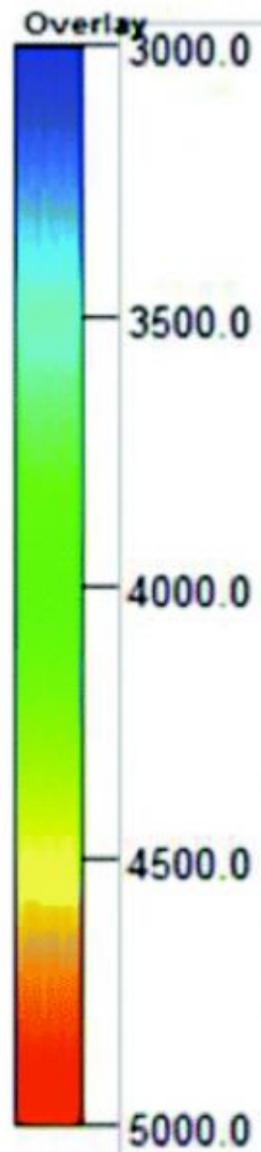
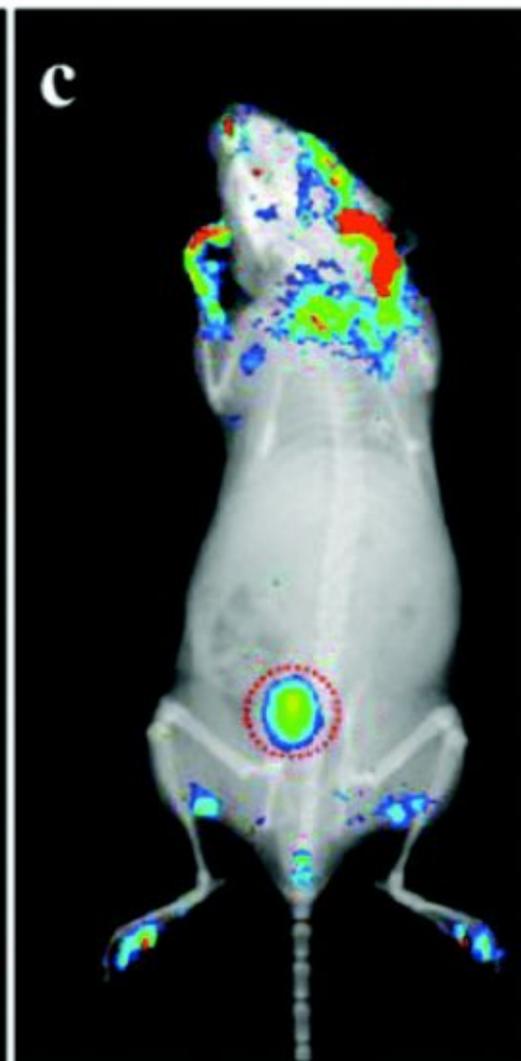
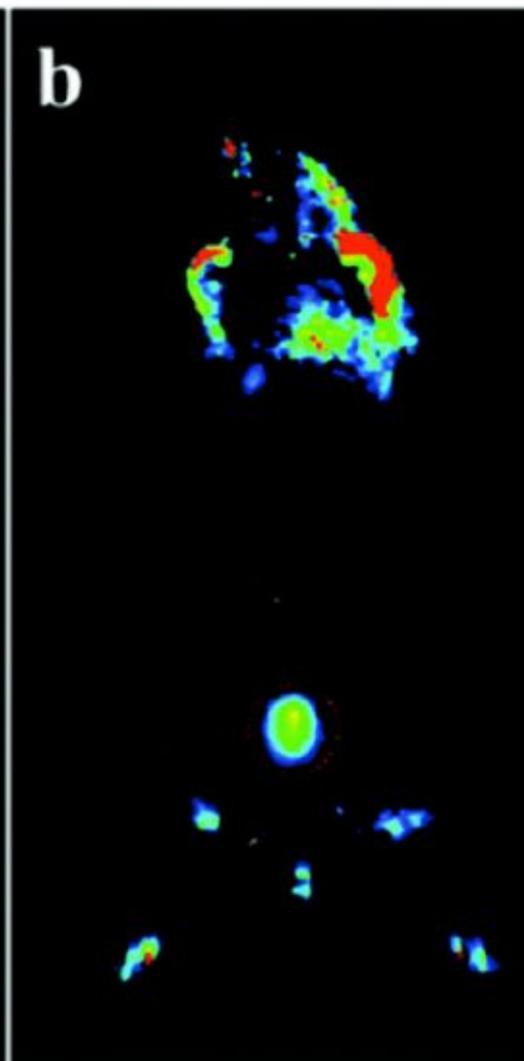
Биовизуализация



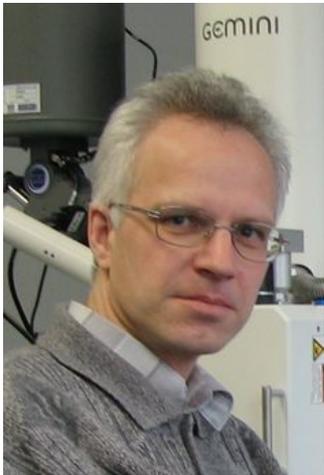
микроскоп

люм. микроскоп

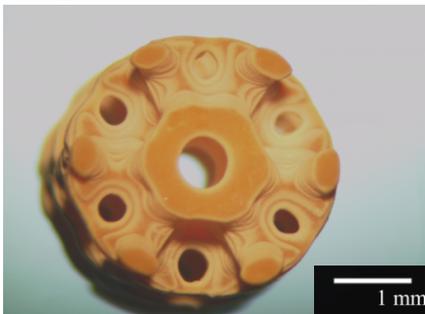
наложение



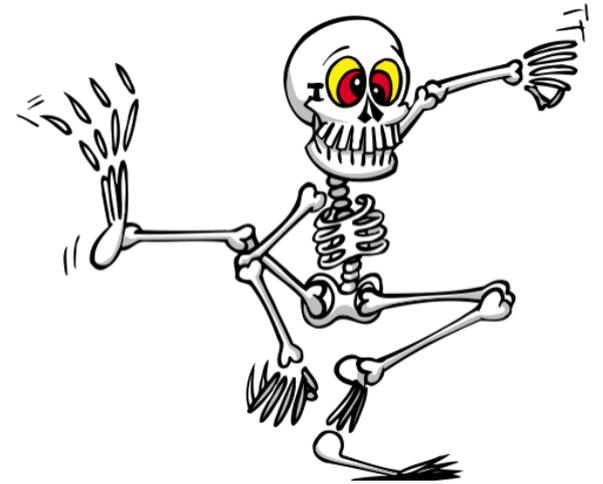
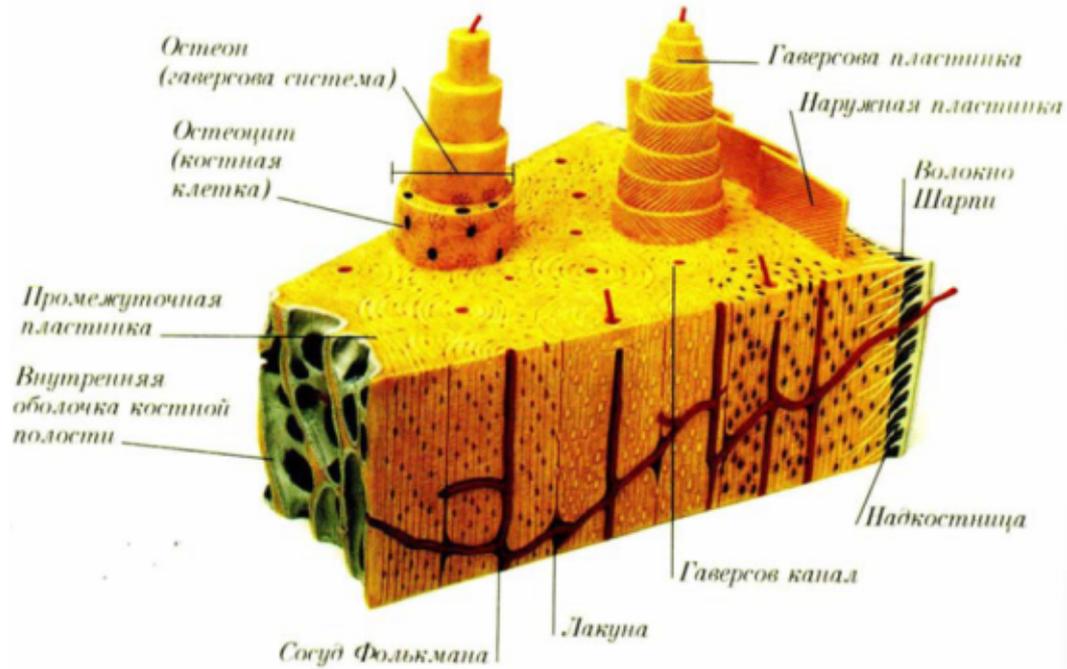
Биоматериалы



Доц., к.х.н.
В.И.Путляев и др.



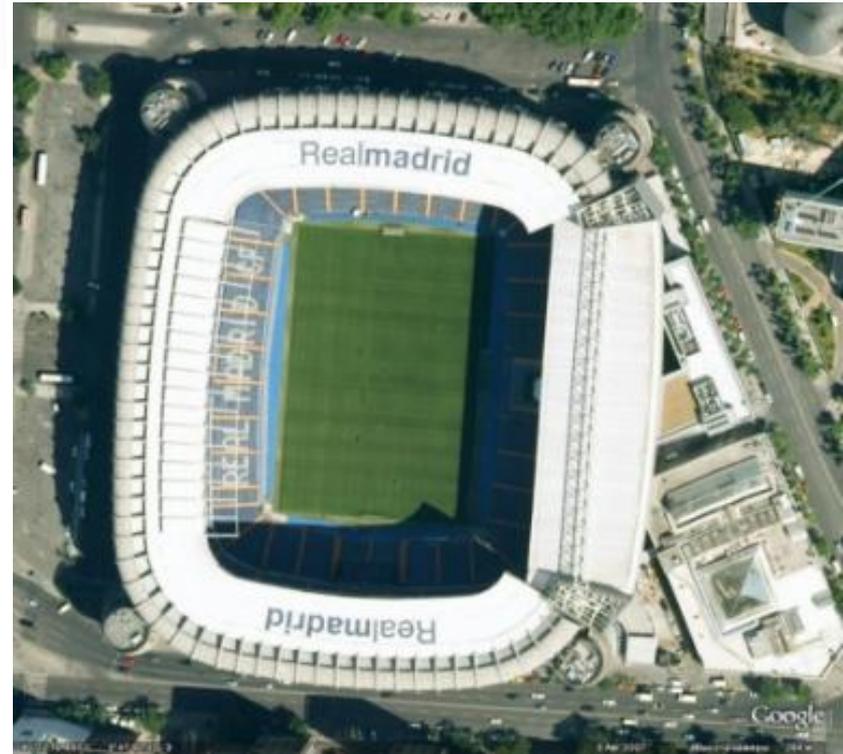
- **Биоматериалы:** неорганическая химия оксидов и фосфатов ($(Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$, $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, $Ca_8(HPO_4)_2(PO_4)_4 \cdot 5H_2O$, $Ca_2P_2O_7$, полифосфаты кальция),
- материаловедение керамики, цемента, стекла, композитов для биомедицинских применений,
- разработка новых методов синтеза и модифицирования неорганических порошковых материалов, высокотехнологичного дизайна и механики компактных неорганических композиционных материалов биомедицинского применения,
- оценка медико-биологических свойств аллопластических биоматериалов,
- формирование остеокондуктивной биокерамики на основе смешанных ортофосфатов типа $Ca_{3-x}M_{2x}(PO_4)_2$ ($M=Na, K$) с ренанитоподобной структурой методами 3D-печати
- Модификация **армирующих наполнителей в композитах строительного назначения:** формирование контактной зоны неорганических композиционных конструкционных материалов с использованием направленной модификации приповерхностного слоя армирующей фазы (базальтовые, кварцевые, асбестовые, волластонитовые и др. волокна),
- Исследование материалов методами **электронной микроскопии:** исследование как материалов, полученных в рамках собственных проектов группы, так и материалов ЛНМ, кафедр МГУ, ФНМ, сторонних подразделений и организаций, методами растровой и просвечивающей электронной микроскопии (Libra 200 (Carl Zeiss) и JEM-2000FXII (JEOL), растрового электронного микроскопа LEO Supra 50VP.



=10

(площадь монослоя чешуек гидроксилапатита из нашего скелета составит десять футбольных полей)

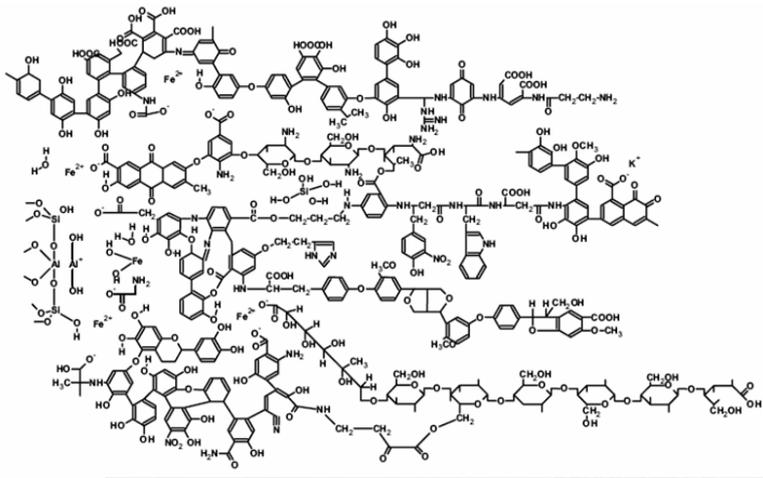
15



3D-печать остеокондуктивной биокерамики



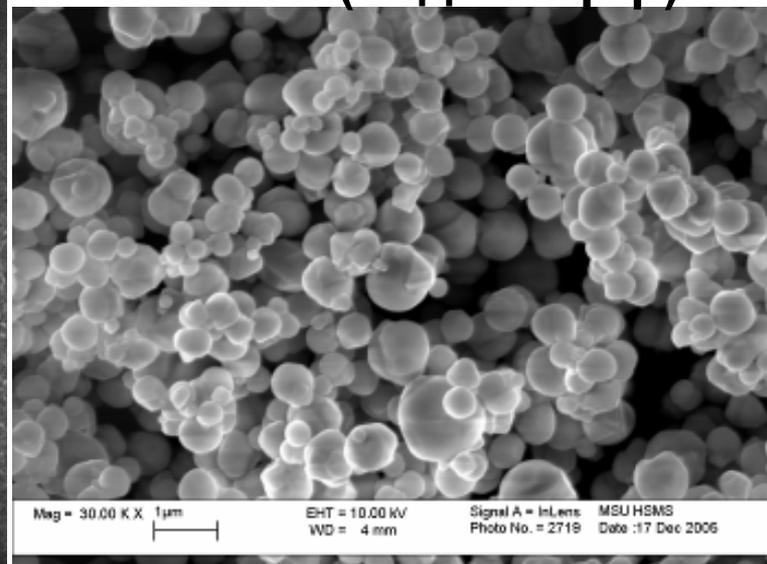
SPION / NaCl



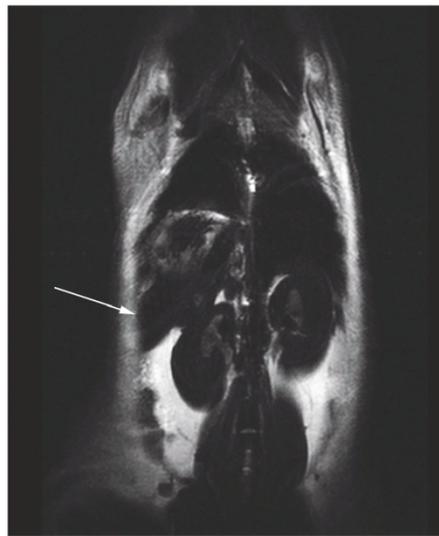
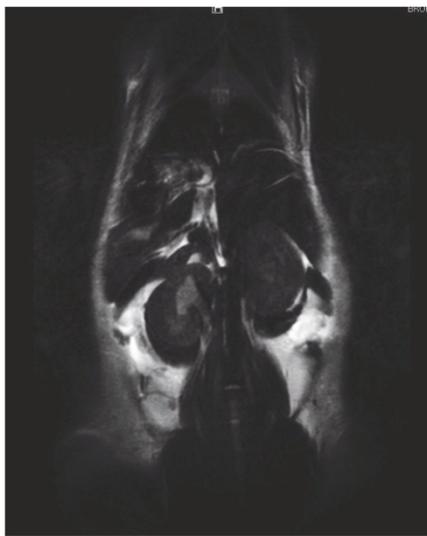
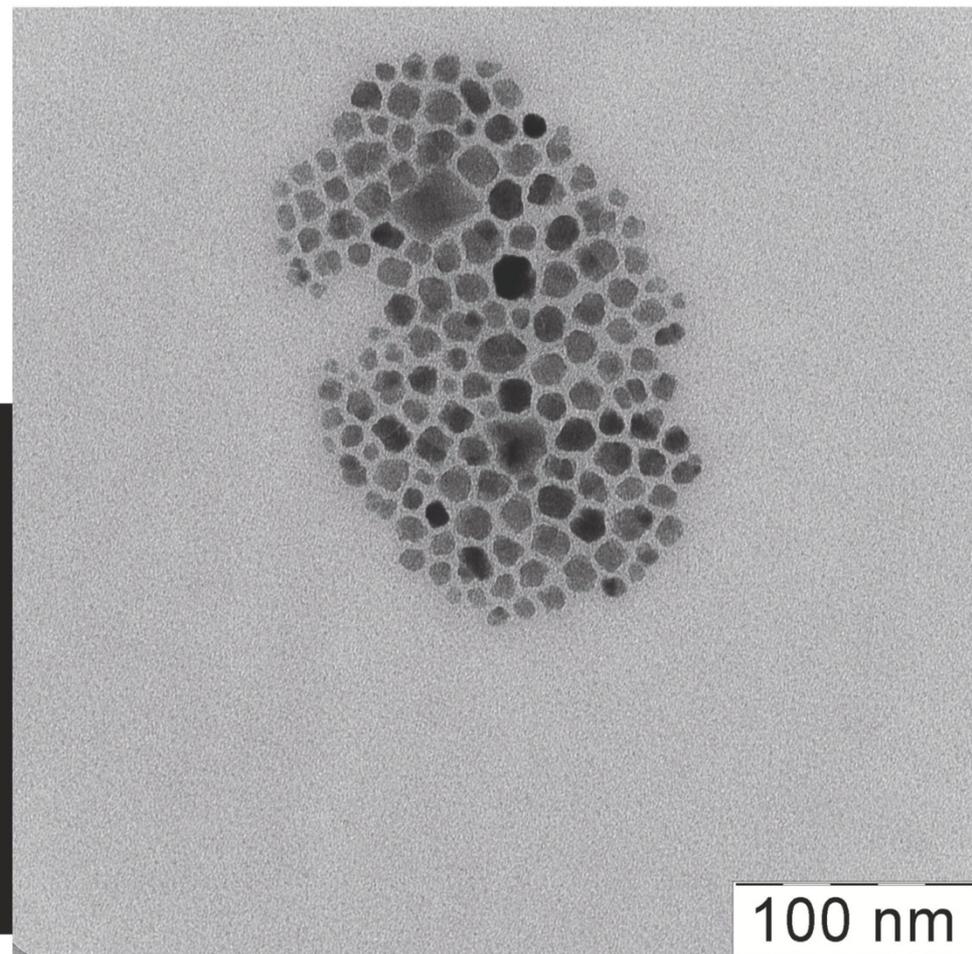
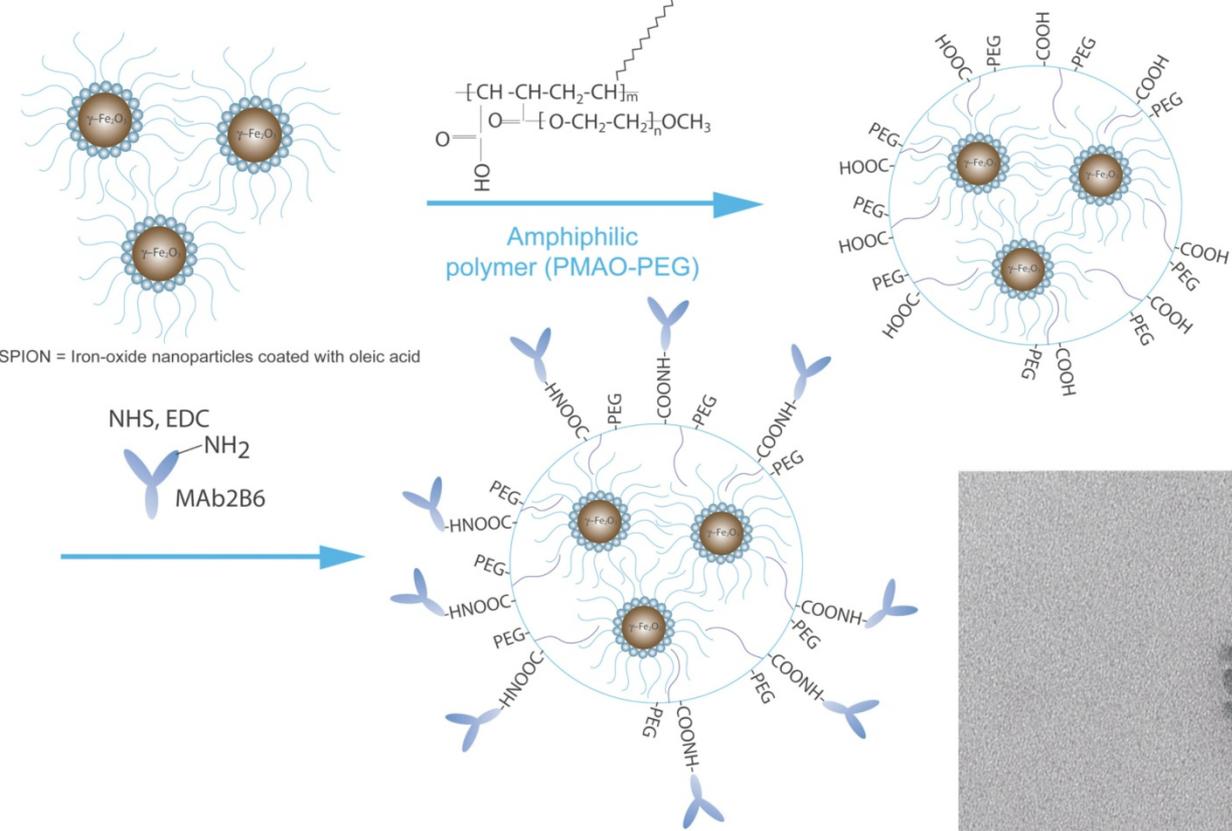
Средний размер магнитных наночастиц – 10 нм



3-10 часов (водный р-р)



**Субмикронные микросферы
NaCl : γ - Fe₂O₃**



Лаборатория Электрохимических Материалов



**ELECTROCHEMICAL ENERGY CONVERSION
MATERIALS LAB**

Lomonosov Moscow State University

Верхняя камера
пробоподготовки

Камера
загрузки
образцов

Камера анализа

Боковая камера
пробоподготовки

Staff & PostDocs



Dr. Daniil Itkis

senior research scientist
d.itkis@fmlab.ru



Dr. Elmar Kataev

junior research scientist
e.kataev@fmlab.ru



Dr. Lada Yashina

leading research scientist
yashina@inorg.chem.msu.ru



Dr. Olesya Kapitanova

junior research scientist
o.kapitanova@fmlab.ru



Dr. Victor Krivchenko

senior research scientist
victi81@mail.ru

PhD students



Alina Belova

a.belova@fmlab.ru

Research: Advanced in situ tools for electrochemical interfaces, Oxygen redox in aprotic media



Anna Kozmenkova

a.kozmenkova@fmlab.ru

Research: Lithium-ion battery materials, Oxygen redox in aprotic media



Artem Sergeev

a.sergeev@fmlab.ru

Research: Oxygen redox in aprotic media



Tatiana Zakharchenko

t.zakharchenko@fmlab.ru

Research: Oxygen redox in aprotic media



Victor Vizgalov

vvizgalov@fmlab.ru

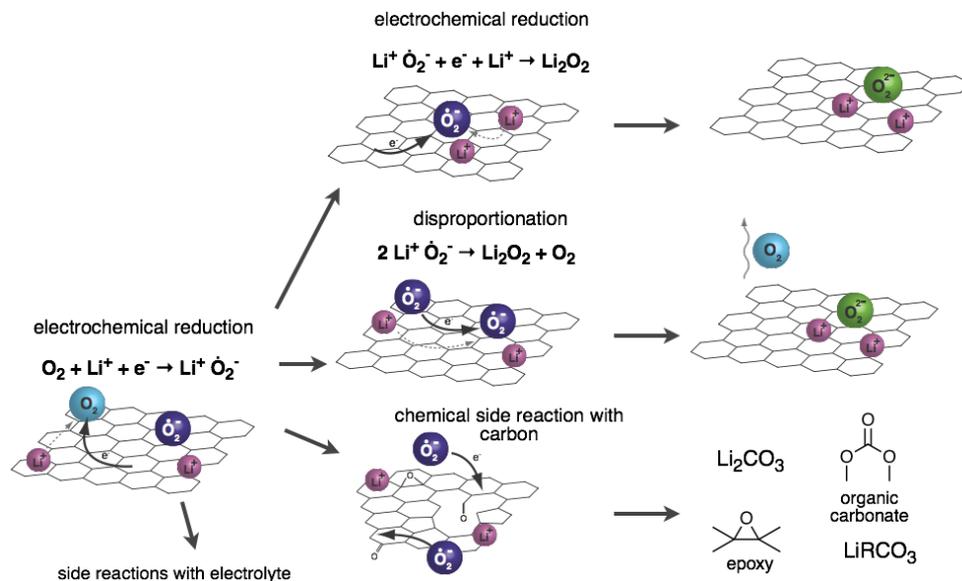
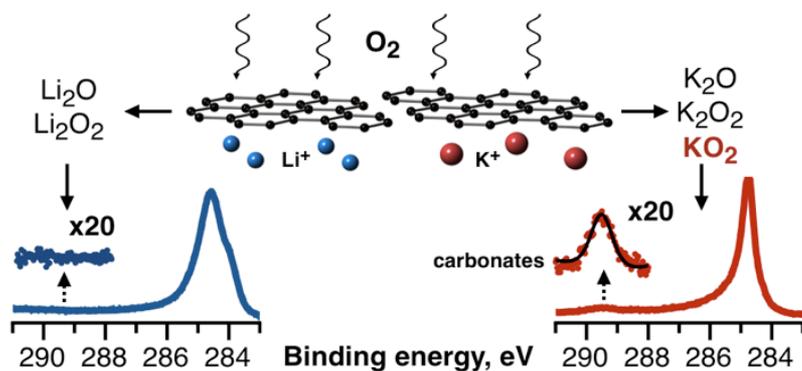
Research: Solid lithium-ion conductors

Электрохимическая энергетика

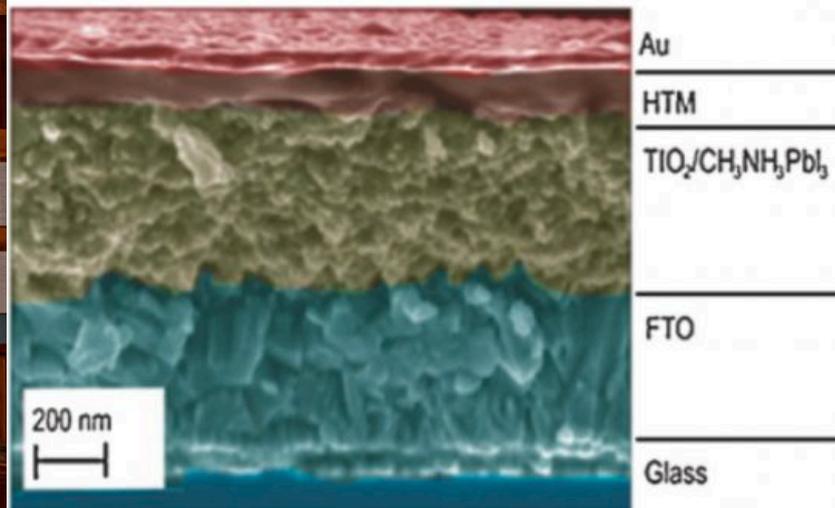
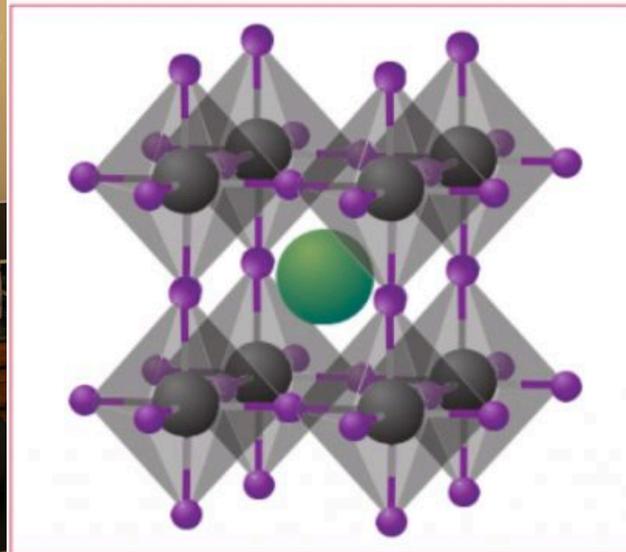


С.Н.С., К.Х.Н.
Д.М.Иткус и др.

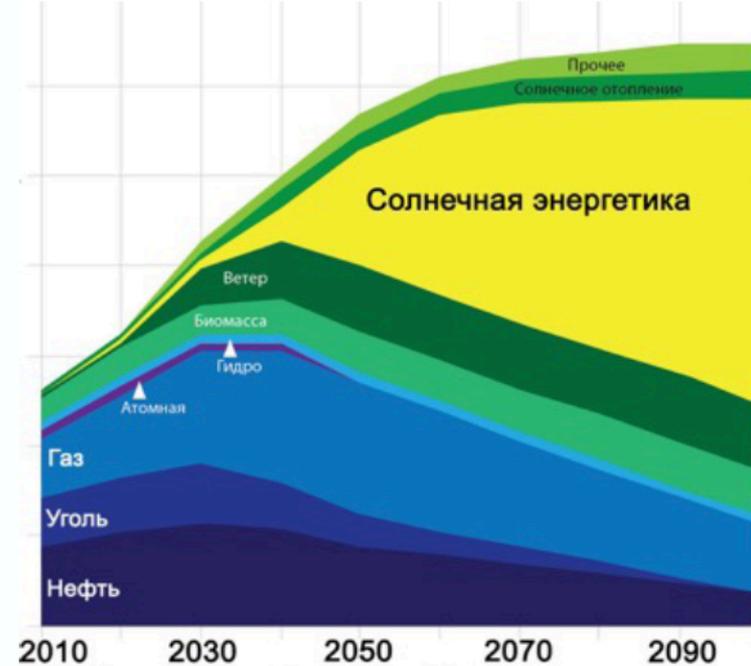
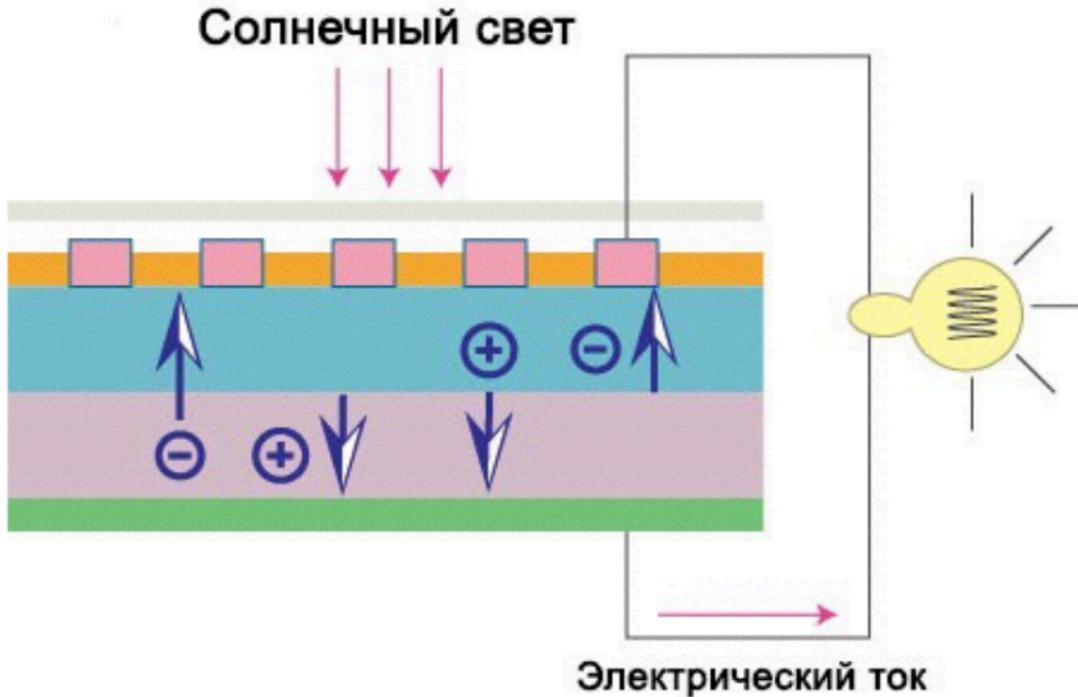
- проблемы создания перезаряжаемых литий-воздушных аккумуляторов,
- разработка высокочемких электродных материалов для интеркаляции лития,
- разработка новых твердых литий-проводящих электролитов,
- развитие методов инструментального анализа материалов и механизмов процессов в электрохимических источниках тока (в том числе in situ) при использовании современных подходов в электрохимии, электронной микроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния, синхротронного излучения,
- многомасштабное компьютерное моделирование процессов в электрохимических источниках тока.



Молодежная лаборатория Новых Материалов для Солнечной Энергетики



Солнце - самый перспективный источник безопасной энергии



Солнечная батарея позволяет переводить энергию света в электричество



История развития перовскитных ячеек

1991 год

Михаэль Гретцель создал сенсibilизированные красителем солнечные ячейки (ячейки Гретцеля)



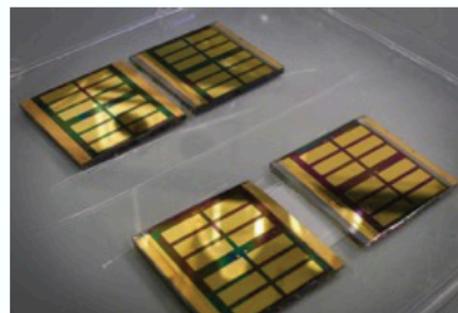
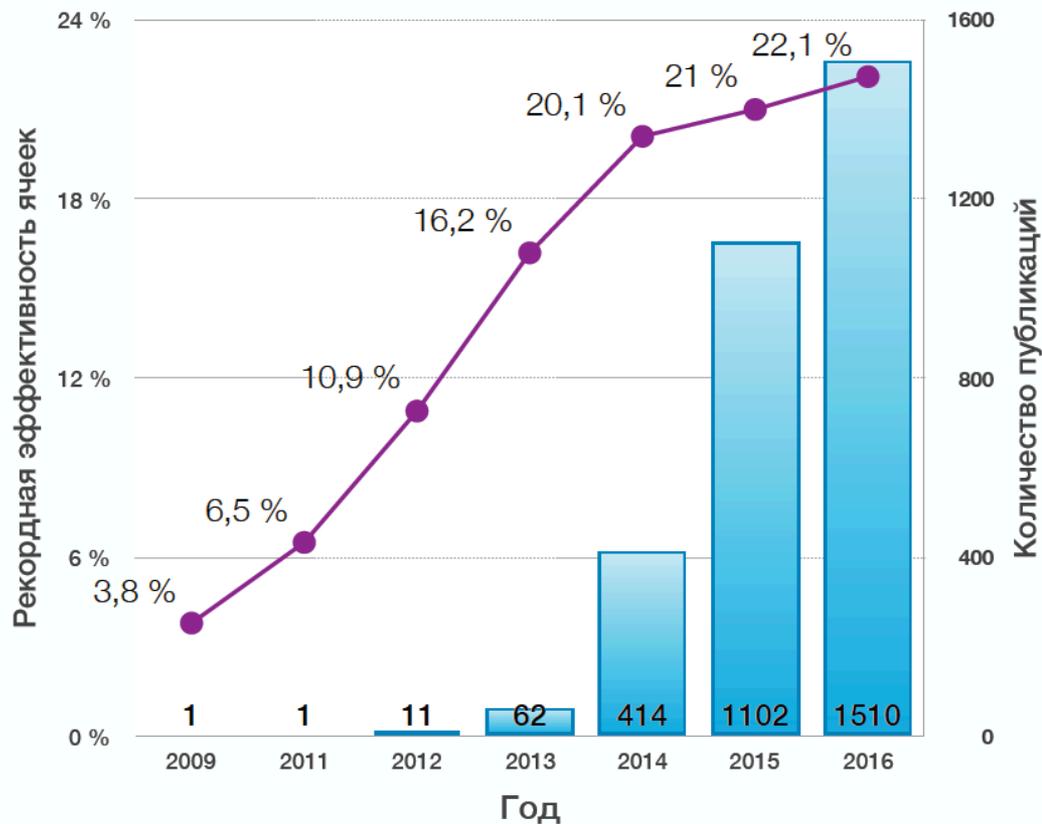
2009 год

Японский ученый Тсутому Миясака заменил органический краситель на перовскит в ячейке Гретцеля

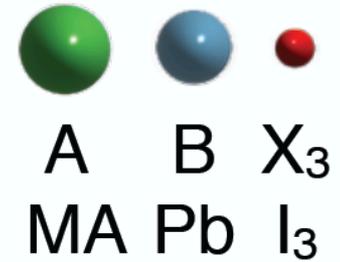
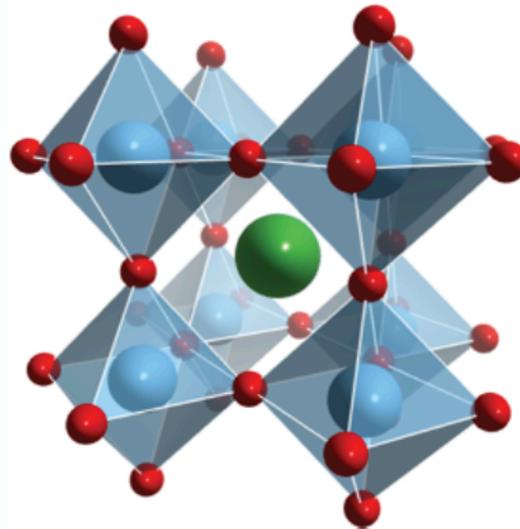


2016 год

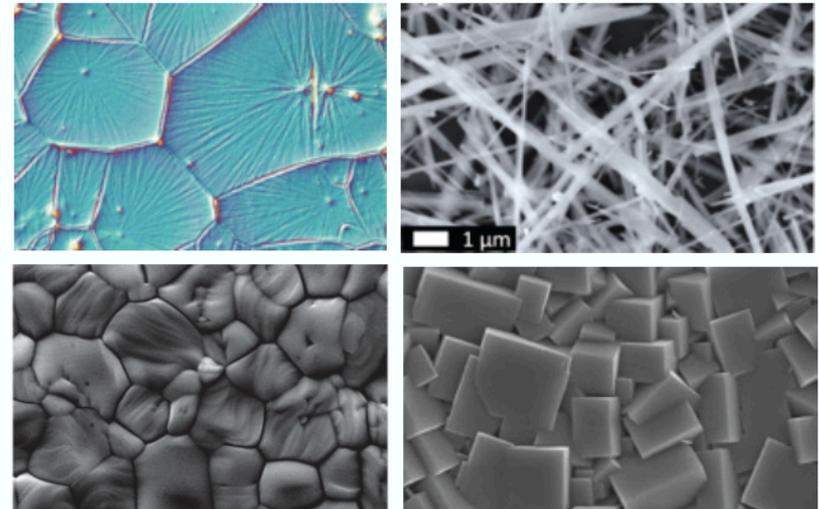
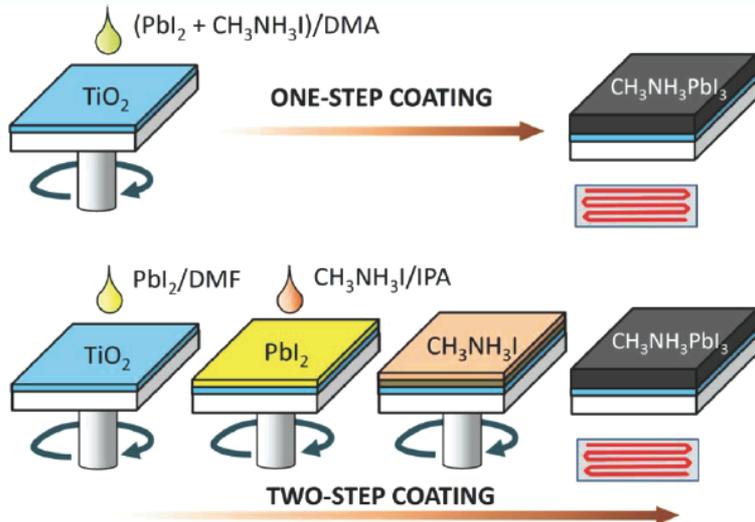
Перовскитные солнечные ячейки с рекордной эффективностью 22,1%



Перовскит - это соединение с общей формулой ABX_3 и характерной кристаллической структурой



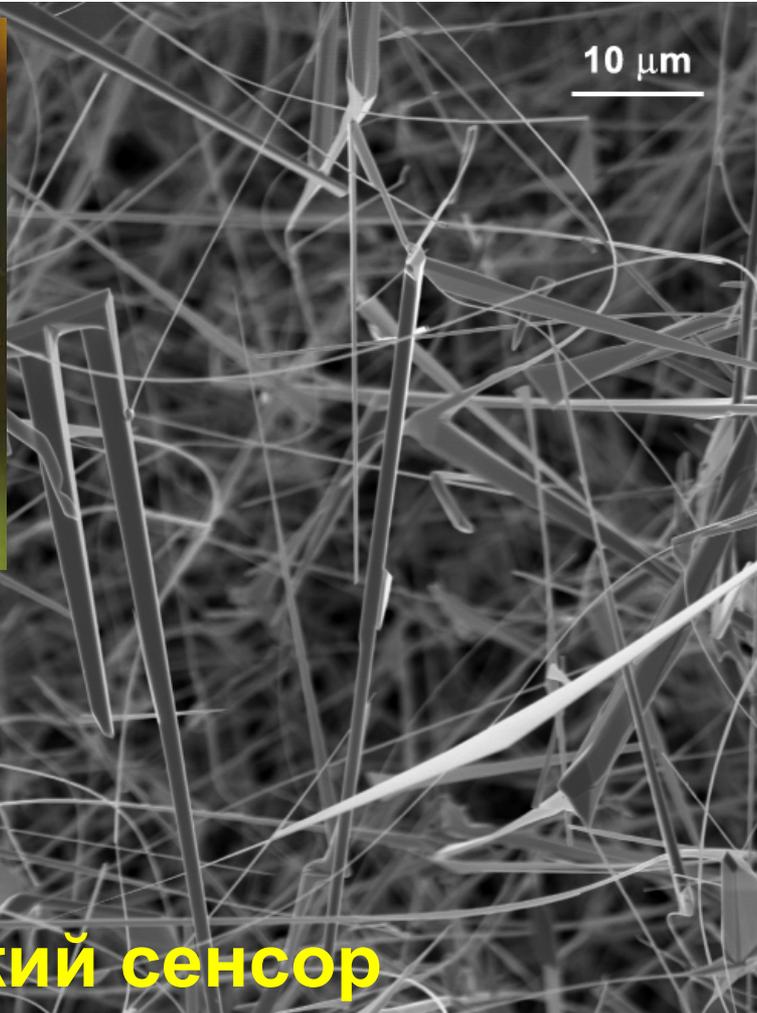
\downarrow
 $MA^+ - CH_3NH_3^+$
 $FA^+ - NH_2-CH-NH_2^+$
 Cs^+ и др.





Проект по солнечной энергетике
на проектной смене ОЦ «Сириус»

Диагностика неорганических материалов

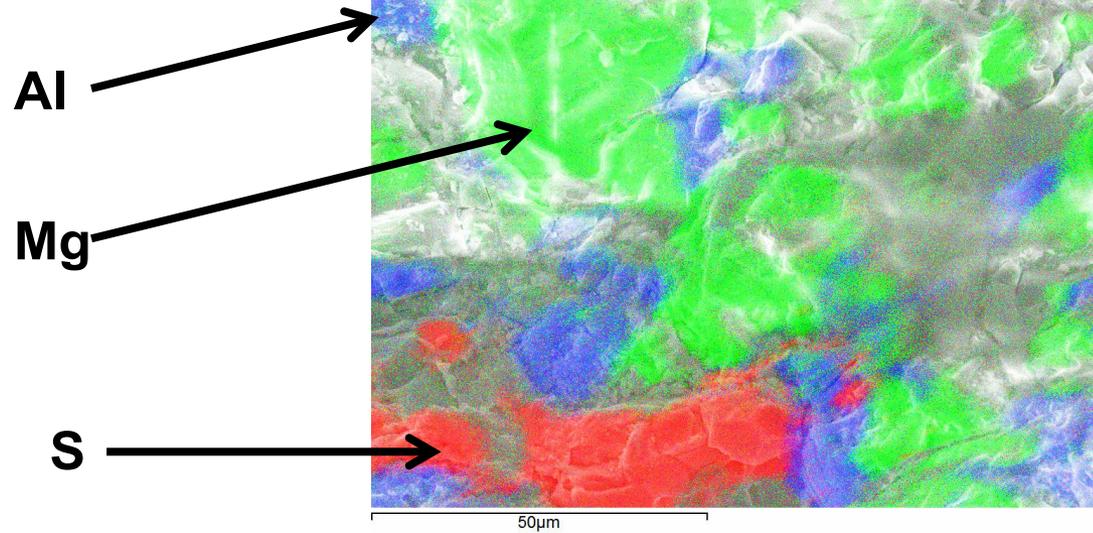


Сенсорика

SnO_2 – химический сенсор

Чебаркульский метеорит

- в его исследовании принимали участие сотрудники ФНМ

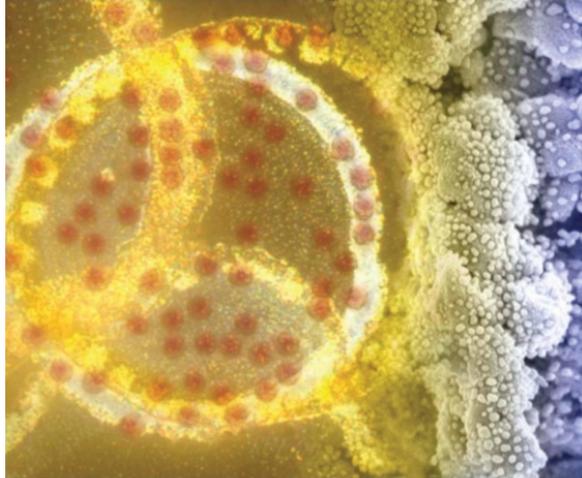


Наночастицы благородных металлов

Journal of
Materials Chemistry

www.rsc.org/materials

Volume 22 | Number 47 | 21 December 2012 | Pages 24479–24958



ISSN 0959-9428

RSCPublishing

PAPER

Egane A. Cavallin et al.
Planar SERS nanostructures with stochastic silver ring morphology for biosensor chips



0959-9428(2012)22:47:L:6

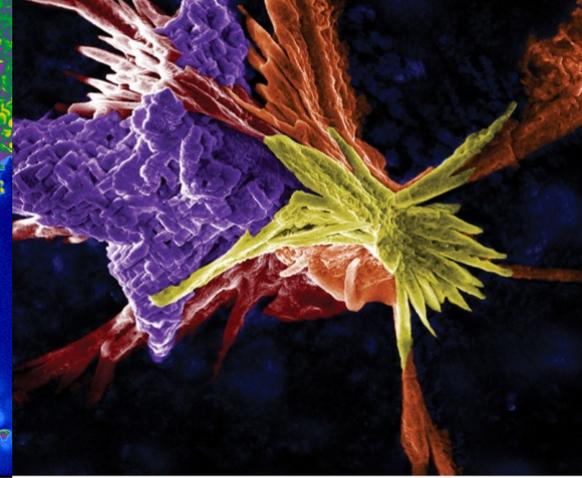


Mag = 100.00 K X 100 nm WD = 2.0 mm EHT = 7.00 kV Signal A = InLens ESD Grid = 654 V Date: 13 Oct 2011 Time: 11:58:07
HVision 40-58-60 FIB Imaging = SEM System Vacuum = 1.30e-008 mbar Aperture Size = 30.00 µm Gun Vacuum = 1.69e-009 mbar

CrystEngComm

www.rsc.org/crystengcomm

Volume 15 | Number 39 | 21 October 2013 | Pages 7835–8050



RSCPublishing

COVER ARTICLE

Semenova et al.
Unusual silver nanostructures prepared by aerosol spray pyrolysis

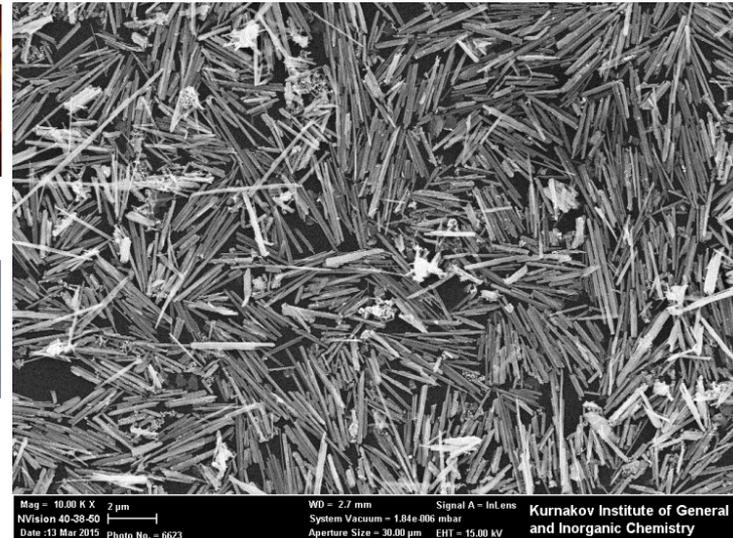
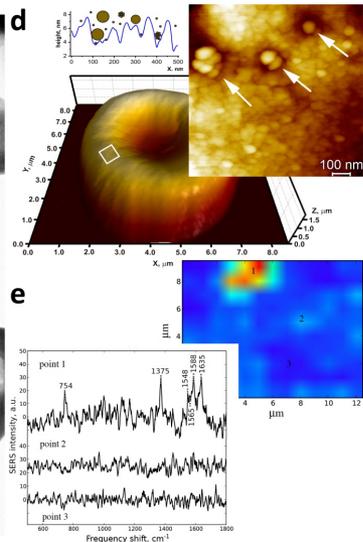
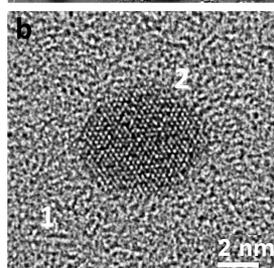
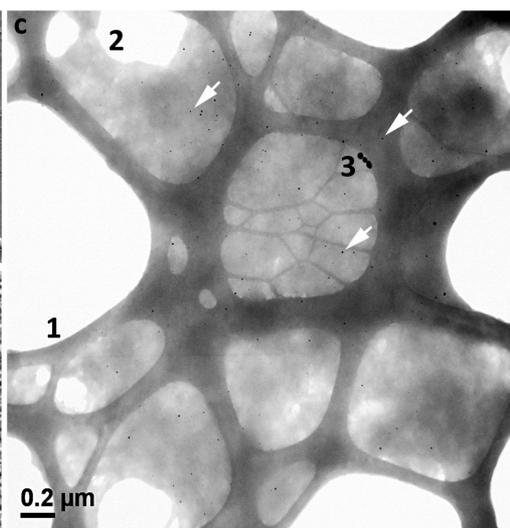
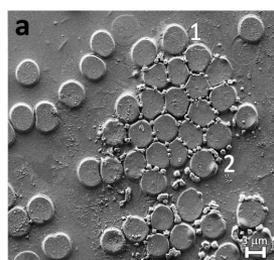
- десятки способов контролируемого восстановления
- легкость получения ультрадисперсных систем заданной концентрации и с контролируемой морфологией дисперсной фазы
- низкая токсичность и цитотоксичность наночастиц
- надежная модификация поверхности (тиолы, амины)
- широкий диапазон структурно – чувствительных свойств
- разработке активных элементов для современных методов спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния при определении нМ концентраций аналитов по «молекулярным отпечаткам пальцев»

Функциональные материалы

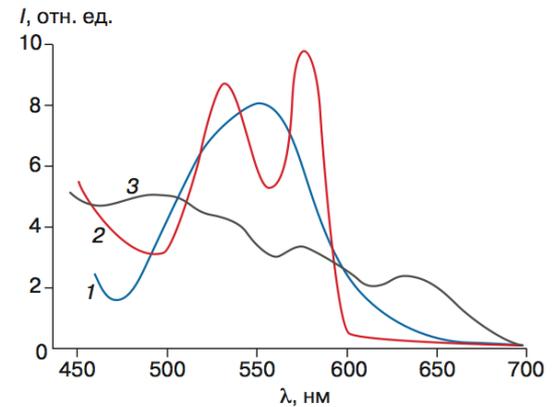
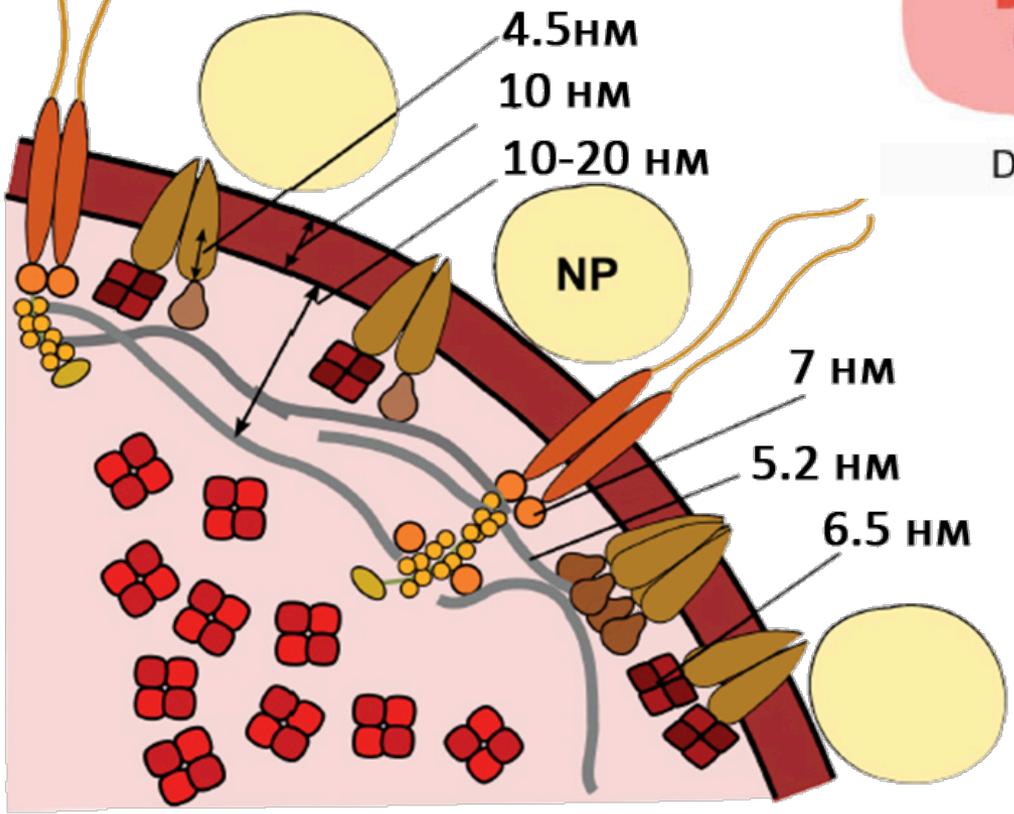
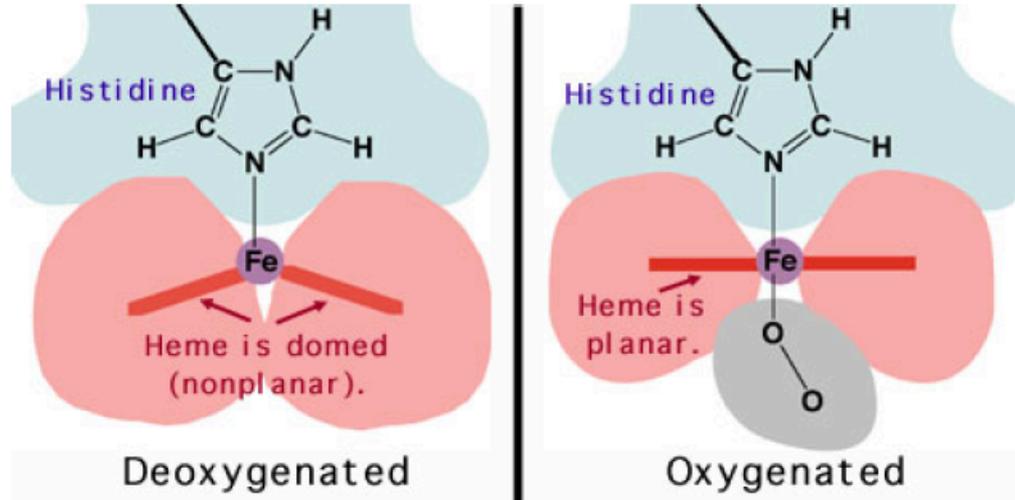


Член – корр.,
д.х.н. Е.А.Гудилин и др.

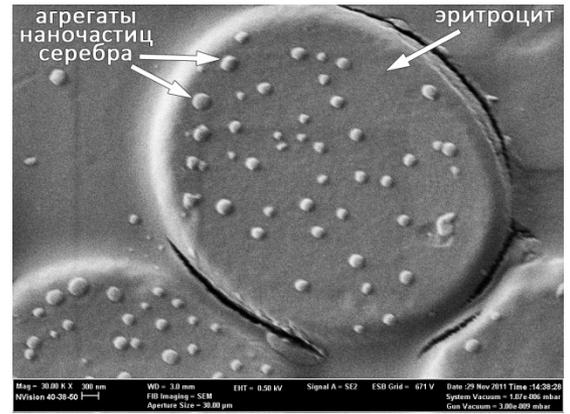
- получение композитных наноматериалов для спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния,
- развитие подходов ГКР в диагностике биологических и других практически - важных объектов,
- синтез неорганических нанотрубок и нанокомпозитов на их основе,
- развитие методов получения планарных наноструктур,
- оптимизация методов «мягкой химии» получения наноструктурированных наноматериалов (магнитных, полупроводниковых, металлических).



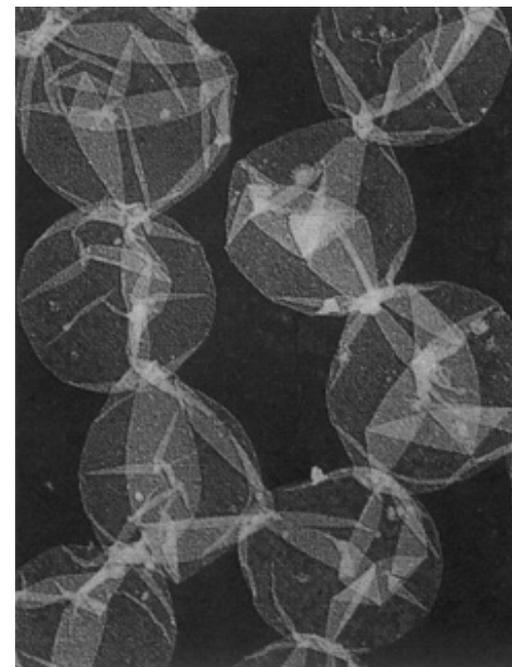
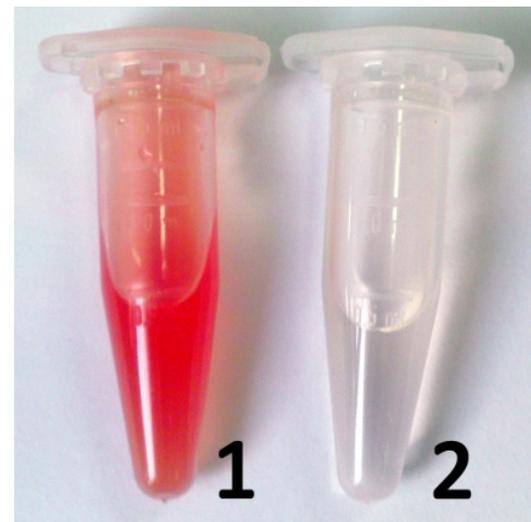
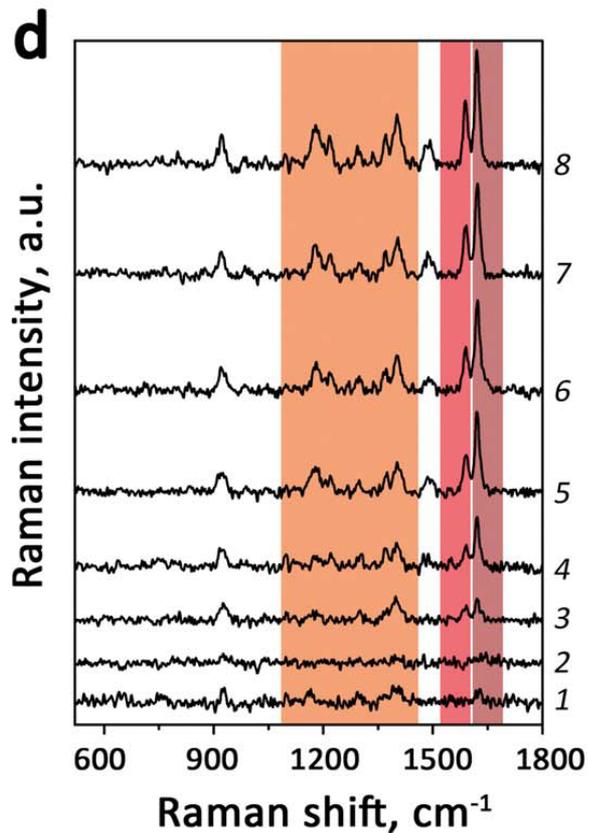
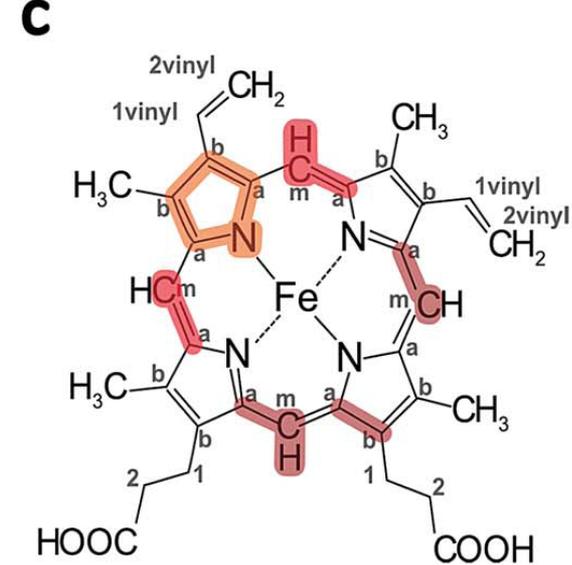
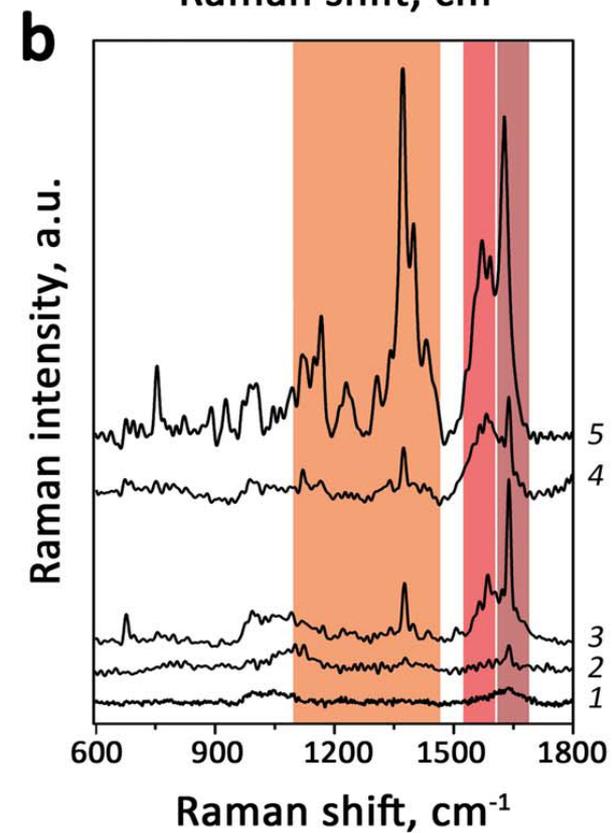
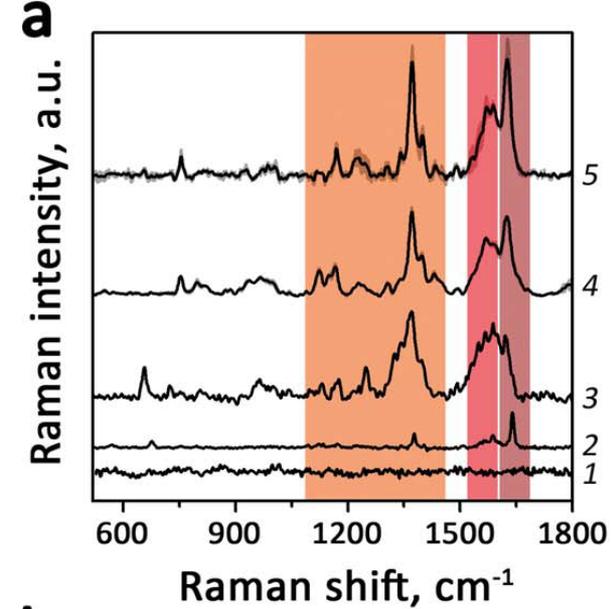
Кровь людей



Спектры поглощения дезоксигемоглобина (1), оксигемоглобина (2) и ферригемоглобина (3)



- Наночастица
- Гб_{МС}
- Гб_{ЦИТ}
- АЕ1 обменник (белок полосы 3)
- Анкирин
- Гликофорин
- Белок полосы 4.1
- Актин, тропомиозин, тропомодулин
- Спектрин



Современные «ВЫЗОВЫ»

- Медицина, диагностика, фармацевтика
- Экология, сенсорика
- Энергетика, нефтепереработка, альтернативная энергетика
- Информационные технологии, мобильная электроника
- Нейробиологический интерфейс
- Авиация, космос
- Строительство
-

Нанотехнологии в будущей повседневной жизни

Краска с наночастицами, предотвращающими коррозию

Термо-хромное стекло, регулирующее поток света

Органические светоиспускающие диоды (OLED) для дисплеев

Фотовольтаическая пленка, превращающая свет в электричество

Светоиспускающие диоды (LED) по своей мощности уже могут соревноваться с лампами накаливания

Оконные стекла со специальным покрытием против царапин и эффектом лотоса

Меню на электронной плате

Нанотрубки для дисплеев новых ноутбуков

Ткани со специальным покрытием против пятен

Пьезоподставки исключают нежелательные вибрации

Тазобедренные суставы, сделанные из биосовместимых материалов

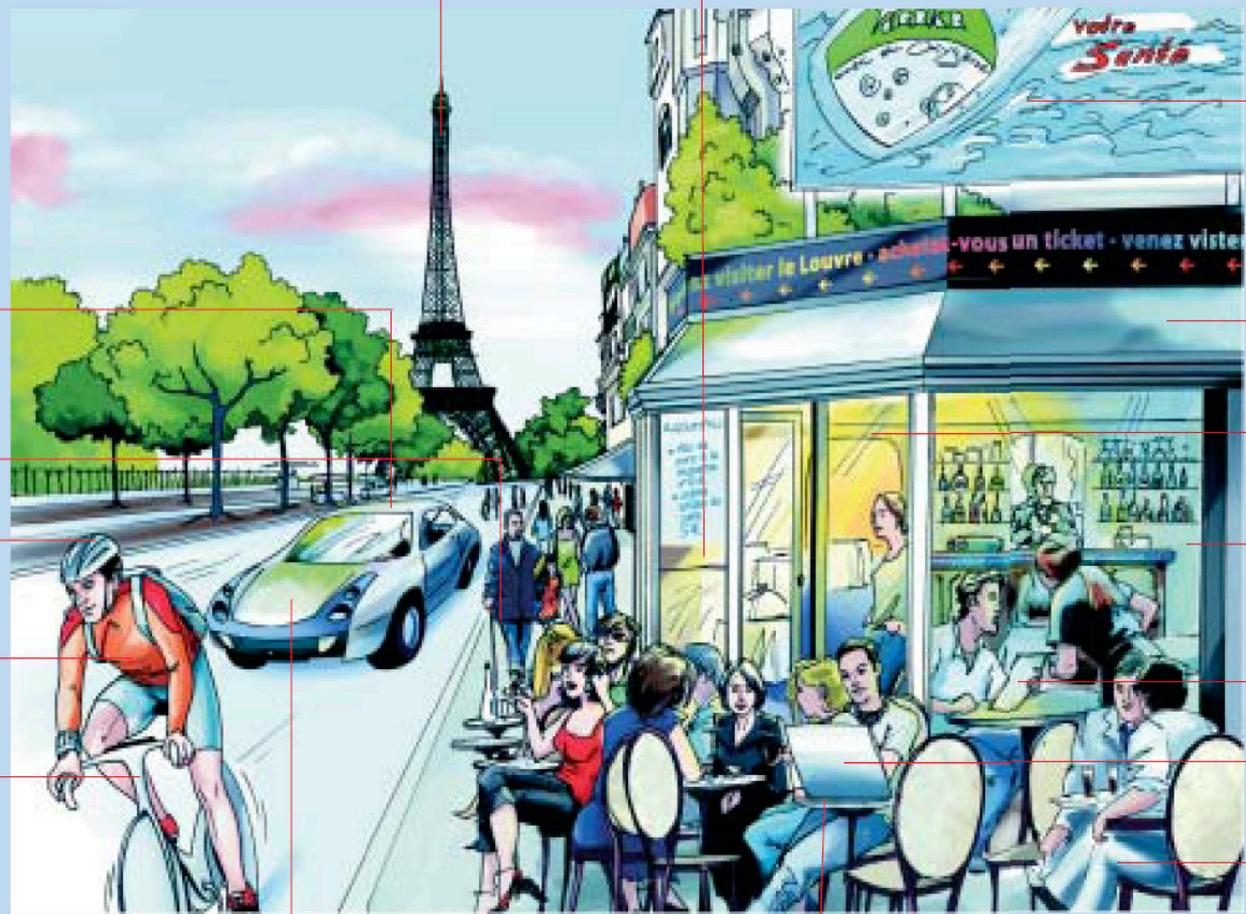
Шлем находится в контакте с владельцем

Умная одежда измеряет пульс и дыхание

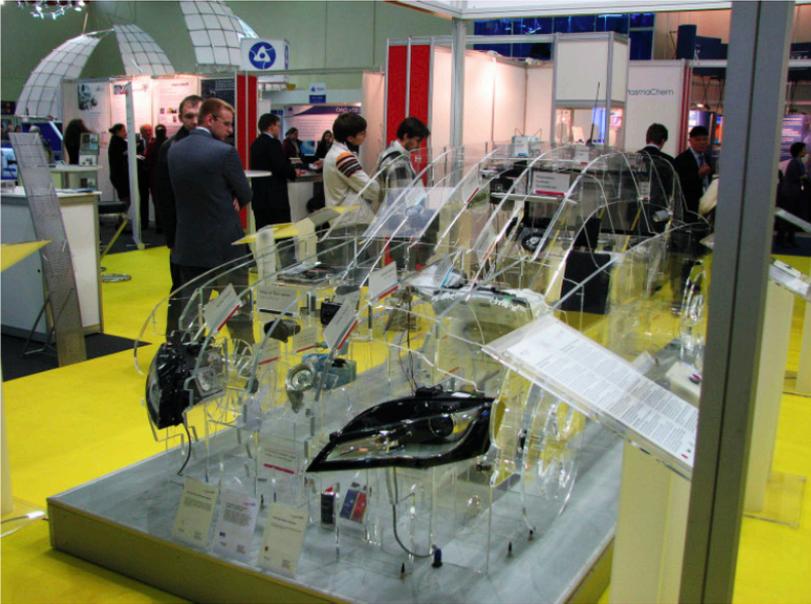
Рама из маркерных трубок при всей своей прочности легче пера

Топливные батареи снабжают энергией сотовые телефоны и транспортные средства

Магнитные слои для компактных запоминающих устройств



Реальные нанотехнологии



(ВИАМ, академик Е.Н.Каблов)



Фестиваль Науки в МГУ



Выставка ФНМ на Фестивале Науки в МГУ: солнечные батареи, фруктовые батарейки, печать шоколадом



Выставка ФНМ на Фестивале Науки в МГУ: люминесценция и защита документов



Выставка ФНМ на Фестивале Науки в МГУ:
керамические мембраны и фильтрация кока - колы



Выставка ФНМ на Фестивале Науки в МГУ:
Гроб Магомеда и сверхпроводящий поезд

Наноолимпиада



<http://enanos.nanometer.ru>

Школьники 5 – 11 классов (РСОШ)

Студенты

Аспиранты

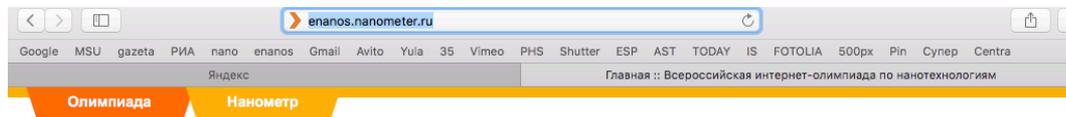
Молодые ученые

Учителя, преподаватели, тьюторы

Заочный тур: 1 декабря 2017 г. – 31 января 2018 г.

Очный тур: 26 - 31 марта 2018 г. (МГУ)

Новый сайт enanos.nanometer.ru



Всероссийская интернет-олимпиада по нанотехнологиям



[Вход](#) [Регистрация](#)

Об Олимпиаде

Новости

Регистрация

Конкурсы

Нормативные документы

Организаторы

Партнеры

Часто задаваемые вопросы

Архив

Рассылка

Введите Ваш email и подпишитесь на рассылку:

Организаторы



РОСНАНО
ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Пресс-релиз

Уважаемые участники!

Приветствуем Вас на сайте XII Всероссийской Интернет-олимпиаде "Нанотехнологии - прорыв в будущее!". Организаторами Олимпиады выступают Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова и Фонд инфраструктурных и образовательных программ.

Начался заочный тур Олимпиады 2017 / 2018 гг. Размещены условия всех конкурсов.

Для участия необходимо [зарегистрироваться](#), выбрать конкурс, решить задачи / подготовить работу и отправить файлы, следуя [инструкции по загрузке работ](#).

До 31 января 2018 - прием решений по следующим конкурсам для школьников:

- задания по [математике](#), [биологии](#), [физике](#) и [химии](#) для школьников 7 - 11 классов;
- конкурс "[Юный эрудит](#)" для младших школьников;
- конкурс проектных работ школьников "[Гениальные мысли](#)".

До 20 февраля 2018 - прием работ для студентов, аспирантов, молодых ученых:

- конкурс научно-популярных статей "[Просто о сложном](#)";
- конкурс паспортов проектов - [конкурс тьюторов](#);
- конкурс "[National Student Team Contest](#)".

Регистрация на участие в Олимпиаде для школьников продлится до 31 января 2018 года, для студентов, аспирантов, молодых ученых - до 20 февраля 2018 года.

Рекомендуем следить за новостями и подписаться на рассылку сайта.

Желаем удачи и новых достижений всем участникам!

Оргкомитет Олимпиады



Новости

Видео- и фотоматериалы недели науки

Фото





Биология для школьников

Сроки проведения: от 20.11.17 до 31.01.18

Биология

Блок теоретических заданий по **биологии для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по биологии, но и по физике, математике, химии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

[Отправить ответ](#)



Физика для школьников

Сроки проведения: от 23.11.17 до 31.01.18

Физика

Блок теоретических заданий по **физике для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по физике, но и по химии, математике, биологии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

[Отправить ответ](#)



Математика для школьников

Сроки проведения: от 20.11.17 до 31.01.18

Математика

Блок теоретических заданий по **математике для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по математике, но и по физике, биологии, химии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

[Отправить ответ](#)



Химия для школьников

Сроки проведения: от 27.11.17 до 31.01.18

Химия

Блок теоретических заданий по **химии для школьников 7-11 классов** включает задачи разной сложности. Для повышения вероятности прохождения на очный тур Вам желательно решить задачи не только по химии, но и по физике, математике, биологии, чтобы набрать больше баллов. Все прошедшие на очный тур обязательно решают задачи по всем четырем предметам.

[Отправить ответ](#)

Организаторы



РОСНАНО

ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

эрудиты



Юный эрудит

Сроки проведения: от 28.11.17 до 31.01.18

Юный эрудит

Блок простых задач для **младших** школьников. Лучшие школьники-младшеклассники будут приглашены на очный тур.

Отправить ответ

проекты



Гениальные мысли

Сроки проведения: от 01.12.17 до 31.01.18

Гениальные мысли

Гениальные мысли

Конкурс авторефератов **школьных проектов**. Конкурс дает дополнительные баллы участникам отборочного тура по комплексу предметов "физика, химия, математика, биология" для прохождения на очный тур. Участники конкурса, прошедшие на очный тур, могут представить свои проектные работы к устной защите.

Отправить ответ

Конкурсы

статьи



Просто о сложном

Сроки проведения: от 15.11.17 до 20.02.18

Просто о сложном

Конкурс научно-популярных статей, представленных авторами на основе своих публикаций в высокорейтинговых научных журналах. В статье авторам необходимо раскрыть суть разработки и объяснить сложные аспекты своей научной работы простым языком. Конкурс проводится совместно с Автономной некоммерческой организацией "Электронное образование для nanoиндустрии" (eNANO, ФИОП).

[Отправить ответ](#)

тьюторы



Конкурс тьюторов

Сроки проведения: от 15.11.17 до 20.02.18

Конкурс Тьюторов

Конкурс руководителей школьных проектов - тьюторов.

[Отправить ответ](#)



NANO > XII

НАНОТЕХНОЛОГИИ - ПРОРЫВ В БУДУЩЕЕ!



<http://enanos.nanometer.ru>

Материалы подготовлены:

- В.И. Путляев, Т.В. Сафронова, П.В. Евдокимов, Е.С. Климашина, Я.Ю Филиппов, А.В. Кнотько, А.В. Гаршев
- Е.А.Гудилин, А.А.Семенова, М.О.Володина, А.Б.Тарасов, А.Ю.Поляков, Н.П.Шленская
- Н.А.Браже, Г.В.Максимов
- Д.М.Иткис, А.В.Чертович
- А.В.Лукашин, А.А.Елисеев, К.С.Напольский
- В.К.Иванов, А.Е.Баранчиков
- Р.Б.Васильев
- С.О.Климонский

- *Факультет наук о материалах, лаборатория неорганического материаловедения химического факультета МГУ*
- *Биологический факультет МГУ*
- *Физический факультет МГУ*
- *ИМЕТ РАН*
- *ИОНХ РАН*