



**Аналитический обзор значимых разработок и их связи  
с учебным процессом по тематическому направлению  
деятельности национальной нанотехнологической  
сети**

**«Композитные наноматериалы»**

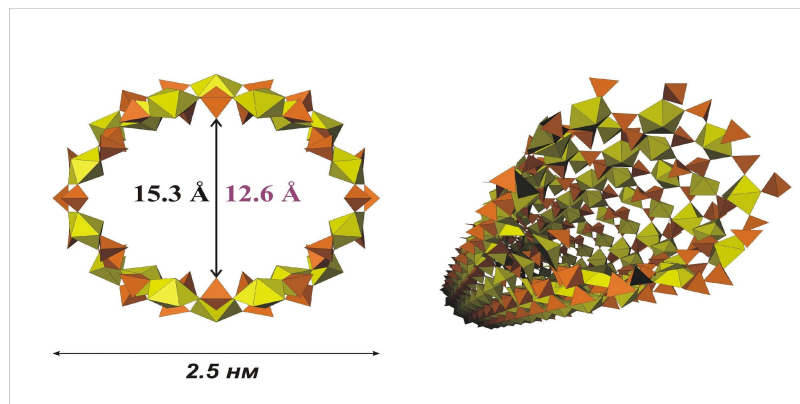


- Концепция программы
- Результаты реализации программы – 2008 год.
- Образовательные программы СПбГУ в области наносистем, наноматериалов и нанотехнологий. (22 образовательные программы)
- Трудоустройство выпускников СПбГУ, получивших специальную подготовку в области исследования наносистем, наноматериалов и нанотехнологий (2006-2007 годы).
- Взаимодействие с научными и промышленными организациями в области наносистем, наноматериалов и нанотехнологий.
- Научные исследования СПбГУ в области наносистем, наноматериалов и нанотехнологий.
- Научно-исследовательское и научно-технологическое оборудование в области наносистем, наноматериалов и нанотехнологий.
- Стратегическое развитие – Концепция Регионального образовательного сегмента Российской нанотехнологической сети.
- Приложение 1. Краткие аннотации проектов СПбГУ в области нанотехнологий
- Приложение 2. Предложения СПбГУ по созданию системы подготовки кадров для  
наноиндустрии как части национальной  
технологической сети.

12.11.2008



## Нанотехнологическая Инициатива СПбГУ



©Санкт-Петербургский Государственный  
Университет 2008

### Контакты:

И.А.Горлинский, проректор по научной работе,  
E-mail: [gorlinsky@hq.spbu.ru](mailto:gorlinsky@hq.spbu.ru) Phone: +7(812)328-9484 fax:  
+7(812)3284421

И.В.Рождественский, советник проректора по научной работе  
E-mail: [irojdest@innovation.spbu.ru](mailto:irojdest@innovation.spbu.ru) Phone: +7(921)978-89-20

Ю.В.Чижов, советник проректора по научной работе  
E-mail: [nanocenter2008@mail.ru](mailto:nanocenter2008@mail.ru) Phone: +7(812)428-75-00,  
+7(921)405-47-61



## **Образовательные программы СПбГУ в области наносистем, наноматериалов и нанотехнологий.**

<b>Подразделение, программы</b>	<b>базовая кафедра</b>	<b>Название образовательной программы</b>
Физический факультет	Кафедра Электроники твердого тела	Магистерская программа «Физическая электроника»
Физический факультет	Кафедра Электроники твердого тела	Магистерская программа «Физика полупроводников и диэлектриков»
Физический факультет	Кафедра фотоники.	магистерская программа «Фотоника гетерогенных и конденсированных систем»
Физический факультет	Кафедра Физики Твердого тела	Магистерская программа «Фотоэлектроника (новые материалы, новые методы)»
Биолого-почвенный факультет,	Кафедра Физиологии и Биохимии Растений	магистерская программа «Нанобиология»
Геологический факультет	Кафедра минералогии	программа «Молекулярная геохимия и биогеохимия»
Химический факультет	Кафедра химии твердого тела	Магистерская программа «Ионика твёрдого тела и реакционная способность твёрдых веществ»
Химический факультет	Кафедра химии твердого тела	Магистерская программа «Современные методы диагностики материалов»



## Учебники и учебные пособия в области нанотехнологий, изданные в 2006-2008 гг.

- Долгих Ю.К., Елисеев С.А., Ефимов Ю.П., Петров В.В.«Техника молекулярно-лучевой эпитаксии» стр.110
- Жданов Г.С.«Рабочая станция нанолитографии 1540 ХВ CrossBeam» стр.67
- Давыдов В.Г., Строганов Б.В.«Стенд фемтосекундной фотоники эпитаксиальных наноструктур» стр.76
- Рябчук В.К., Емелин А.В.«Нанофотоника гетерогенных систем», стр.323
- Рябчук В.К., Емелин А.В.«Прикладная нанофотоника гетерогенных систем» стр.132
- Кузнецов В.Н.«Нанофотоника оксидов металлов, сенсibilизированных к излучению в видимой области спектра» стр. 126
- Крауклис И.В., Маслов В.Г., Чижов Ю.В.«Стационарная и нестационарная теория функционала плотности в применении к задачам прикладной нанофотоники » стр.219
- Лялин.Г.Н.« Нанофотоника многоатомных молекул» стр.135

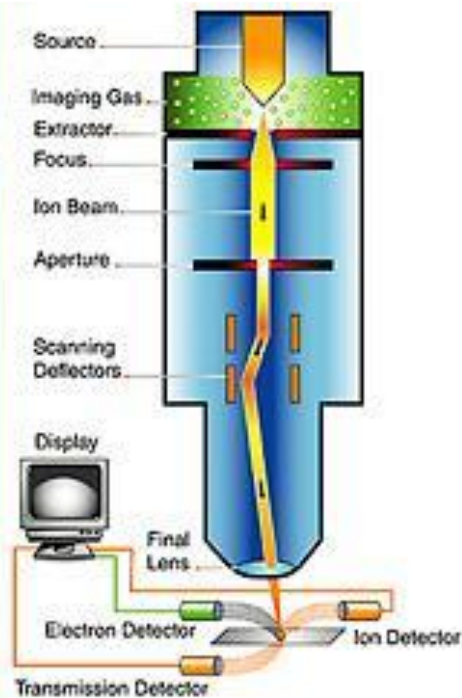


## Наиболее значимые научные разработки, выполненные в НОЦ.

- Разработка нанотехнологии и оборудования для синтеза многослойных пленочных структур с трехмерной топологией на полупроводниковых подложках
- Технология электрохимической депозиции квантовых точек и квантовых проволок для нанoeлектроники
- Физика и технология полупроводниковых наноструктур для фотонной информатики.
- Разработка катализаторов и развитие технологий каталитических систем с применением наноструктурированных материалов для целей водородной энергетики
- Датчики на основе наноструктурированных органических и неорганических пленок для мгновенного определения концентрации кислорода в газовых смесях.
- Лазерные и микроволновые методы синтеза и полученные с их помощью наноматериалы
- Новые наноструктурированные микро- и нанопористые материалы на основе кислородных соединений урана



12.11



- \*Ионный гелиевый микроскоп «ORION» с разрешением 0.5 нм, с усиленным контрастом по атомному номеру, с огромной глубиной резкости (объемность изображения). Этот прибор – единственный в РФ, ни один европейский университет не имеет подобного оборудования.



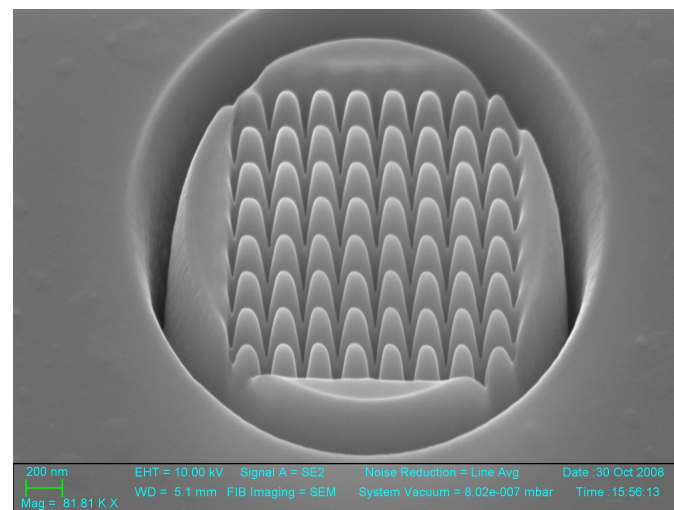
\*Просвечивающий  
аналитический электронный  
микроскоп высокого разрешения  
Libra 200FE с разрешением 0.14  
нм, с криодержателем и системой  
трехмерной топографии для  
биообъектов





\*Многофункциональный аналитический растровый электронный микроскоп Supra 40 с разрешением 1нм, с системами микроанализа, охлаждения до гелиевых температур, катодолюминесцентной спектроскопии, наноманипулирования





\*Рабочая станция электронно-ионной нанолитографии XВ1540



## Проекты СПбГУ в области нанотехнологий (раздел Наноконпозиты)

1. биомедицинские нанотехнологии для сверхлокальной **наноизбирательной диагностики, терапии, хирургии** и генной инженерии, нанотехнологии для вооружения и военной техники
2. **наноконпозиты** на основе бактериальной целлюлозы для медицинских применений
3. **наноконпозиционные** материалы, обладающие "интеллектуальными" свойствами, включая адаптивность, ассоциативность, память"
4. **наноконпозиционные** и нанодисперсные материалы для высокоэффективной сепарации и избирательного катализа
5. наноструктуры и **наноконпозиции** для электронных и фотонных информационных систем
6. **наноконпозиционные** материалы для генерации, преобразования и хранения энергии
7. **наноконпозиционные** материалы с особой устойчивостью к экстремальным факторам для термически-, химически- и радиационно-стойких конструкций
8. **наноконпозиционные** материалы со специальными механическими свойствами для сверхпрочных, сверхэластичных, сверхлегких конструкций
9. зондовые и пучковые нанотехнологии, обеспечивающие **нанослоевой тотальный синтез**, наноразмерные локальные процессы нанесения, удаления и модифицирования вещества



## Национальная нанотехнологическая сеть, головные организации

- РНЦ «Курчатовский институт» - головная научная организация
- ФГУП «НИИ физических проблем имени Ф. В. Лукина» - направление «наноэлектроника» (НИИФП)
- Московский государственный институт электронной техники - направление «наноинженерия» (МИЭТ)
- ФГУП «ВНИИ неорганических материалов им. А.А.Бочвара» - направление «функциональные наноматериалы для энергетики» (ВНИИНМ)
- ФГУП «ЦНИИ химии и механики» - направление «нанотехнологии для систем безопасности» (ЦНИИХМ)
- ФГУП «ВНИИ авиационных материалов» - направление «композитные наноматериалы» (ВИАМ)
- ФГУП «Исследовательский центр им. М. В. Келдыша» - направление «функциональные наноматериалы для космической техники»
- ФГУП «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» - направление «конструкционные наноматериалы» (ТИСНУМ)
- ФГУП «ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» - направление «конструкционные наноматериалы» (ЦНИИ КМ «Прометей»)



## ВИАМ - головная организация национальной нанотехнологической сети по направлению «Композитные наноматериалы»

### Научные направления

1. Литейные жаропрочные сплавы и покрытия для монокристаллических лопаток ГТД с транспирационным охлаждением
2. **Высокотемпературные жаропрочные** и интерметаллидные материалы для горячего тракта ГТД
3. **Прогрессивные технологические процессы производства** и переработки авиационных металлических материалов
4. **Высокопрочные коррозионностойкие** стали и металлические приборные материалы
5. **Высокопрочные, жаропрочные и коррозионностойкие** алюминиевые и магниевые сплавы. **Композиционные** материалы на их основе
6. Анतिकоррозионная защита материалов и конструкций
7. **Высокопрочные, жаропрочные** и интерметаллидные титановые сплавы
8. Конструкционные и декоративно-отделочные термопластичные материалы
9. Современные методы, средства и технологии неразрушающего контроля



## ВИАМ - головная организация национальной нанотехнологической сети по направлению «Композитные наноматериалы»

### Научные направления

10. **Высокопрочные и высокомодульные полимерные композиционные материалы** (угле- и органопластики) для авиационных конструкций, эксплуатирующихся в широком диапазоне температур
11. Конструкционные, **радиопрозрачные и радиопоглощающие** стеклопластики и покрытия для планера и двигателя. Прогрессивные технологические **процессы производства и переработки полимерных композитов**
12. Связующие для конструкционных ПКМ, ЛКМ, клеев, герметиков, **высокотермостойких, теплозащитных** и теплозвукоизоляционных материалов и специальные жидкости
13. **Высокотемпературные защитные и антиокислительные** покрытия, а также угле-, **стеклокерамические материалы** для работы при температуре **выше 1300°C**
14. Конструкционные и **тепlostойкие** клеи, клеевые препреги, герметики и резины
15. Лакокрасочные, **теплозащитные** и теплозвукоизоляционные материалы
16. Паспортизация и сертификация авиационных материалов



# ГНЦ ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

## направление «конструкционные наноматериалы»

### Направления деятельности в nanoиндустрии

#### Наноструктурированные металлы и сплавы

1. **Высокопрочные** свариваемые конструкционные стали
2. Высокоазотистые сплавы железа
3. Малоактивируемые **коррозионностойкие** стали
4. Интерметаллиды
5. **Аморфные и нанокристаллические сплавы (высокопрочные, коррозионностойкие, сплавы-припой, магнитомягкие, магнитотвердые, высокорезистивные)**
6. **Легкие и прочные** сплавы на основе Ti и Al
7. Сварочные материалы.

#### Полимерные наноматериалы

8. **Антифрикционные металлополимерные композиты**
9. Многофункциональные **конструкционные корпусные материалы**
10. **Металломатричные нанокомпозиты для систем катодной защиты**



## ГНЦ ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

### **Функциональные наноматериалы и покрытия для модификации свойств поверхности**

11. **Материалы и покрытия для защиты от внешних воздействующих факторов (коррозия, износ, эрозия, бактерицидостойкость и биоинертность, магнитное и электромагнитное излучение, шум, вибрация, обледенение и обрастание)**
12. **Каталитические материалы и покрытия**
13. **Мембранные материалы**
14. **Объемно-пористые металлооксидные покрытия**

### **Аттестация и сертификация новых конструкционных наноматериалов, технологических процессов их получения и испытательного оборудования**

15. **Методы исследования структуры**
16. **Методы диагностики и контроля свойств**
17. **Стандартные образцы**



## Профессиональные дисциплины профиля «Композитные наноматериалы»

- Кинетика и термодинамика твердофазных реакций
- Фазовые переходы в нанокompозитах
- Научные основы создания нанокompозитных материалов
- Полимерные нанокompозиты
- Теория прочности и пластичности нанокompозитов
- Введение в нанометрологию
- Структурный анализ нанокристаллов
- Спектроскопические методы анализа нанокompозитных материалов
- Электронноспектроскопические методы изучения наноструктурированных материалов





## ГНЦ ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»

### Функциональные наноматериалы и покрытия для модификации свойств поверхности

11. Материалы и покрытия для защиты от внешних воздействующих факторов (коррозия, износ, эрозия, бактерицидостойкость и биоинертность, магнитное и электромагнитное излучение, шум, вибрация, обледенение и обрастание)
12. **Каталитические материалы и покрытия**
13. **Мембранные материалы**
14. Объемно-пористые металлооксидные покрытия

### Аттестация и сертификация новых конструкционных наноматериалов, технологических процессов их получения и испытательного оборудования

15. Методы исследования структуры
16. Методы диагностики и контроля свойств
17. Стандартные образцы



## РНЦ «Курчатовский институт» -

головная научная организация национальной нанотехнологической сети

### Приоритетное направление «Индустрия наносистем и материалов»

- Междисциплинарные фундаментальные исследования в области нанонауки, включая разработку технологии конвергенции нано-, био-, инфо- и когнитивных наук.
- **Нанобиотехнологии и нанотехнологии для медицины, включая:**
  - нанобиосенсорику, в том числе гибридные системы и устройства;
  - **материалы** и технологии их обработки для медицинских изделий, в том числе для **имплантов** и фиксирующих инструментов;
  - технологии и системы **целевой доставки лекарств**;
  - использование наночастиц для **диагностики** и терапии;
  - генную наноинженерию.
- Функциональные наноустройства, включая устройства нано- и микросистемной техники, в том числе наносенсоры различных физических величин.
- Нанотехнологическое оборудование и диагностика наноматериалов и структур, включая технологии и оборудование с использованием:
  - рентгеновского и синхротронного излучения;
  - излучения лазера на свободных электронах;
  - излучения нейтронов и других частиц.



# РНЦ «Курчатовский институт» - головная научная организация национальной нанотехнологической сети

## Новые наноструктурированные материалы, включая:

- реакторные материалы с ресурсом до 100 лет;
- материалы для высокотемпературных сверхпроводящих систем новой электротехники, систем передачи электроэнергии, систем электродвижения и т.д.;
- материалы для атомно-водородной энергетики;
- **материалы для спинтроники.**

## Новые технологические процессы и оборудование для производства продукции нанотехнологий, включая:

- технологии селективного удаления атомов;
- фторидные и другие технологии ядерного топливного цикла.

## Информационно-аналитическое обеспечение nanoиндустрии, включая:

- **технологии и специальные программно-алгоритмические средства математического моделирования, в том числе многомасштабного моделирования наночастиц, наноматериалов и наноустройств;**
- долго-, средне- и краткосрочное прогнозирование развития нанотехнологий;
- технологии распределенных вычислений и инфокоммуникационные технологии.



## ЦКП МГУ направлен на получение и исследование следующих типов наноматериалов и наноструктур:

- 1) **полупроводниковые наноструктуры и композиты, люминесцентные наноматериалы;**
- 2) **магнитные наноструктуры и композиты, молекулярные магнетики;**
- 3) **магнитные наночастицы в стеклообразных матрицах;**
- 4) **многооболочечные наночастицы с «распознающими» способностями;**
- 5) **наноструктуры с нелинейными диэлектрическими свойствами;**
- 6) **супрамолекулярные (наноячеистые) материалы и клатраты;**
- 7) **кластерные материалы;**
- 8) **фуллереноподобные материалы;**
- 9) **нанобиоматериалы;**



## **ЦКП МГУ направлен на получение и исследование следующих типов наноматериалов и наноструктур:**

- **10) гибридные органо-неорганические и неорганно-органические наноматериалы;**
- **11) тонкие пленки, гетероструктуры и сверхрешетки;**
- **12) пленки Лэнгмюра-Блоджетт и самособирающиеся слои, послойная сборка сложных структур с квантовыми и туннельными эффектами;**
- **13) частично упорядоченные гелевые покрытия, мезопористые структуры и аэрогели;**
- **14) самоорганизующиеся структуры на поверхностях с анизотропным или нелинейным смачиванием;**
- **15) искусственные иерархические структуры, полученные нанолитографией;**
- **16) микроэлектромеханические системы;**
- **17) конструкционные наноматериалы;**
- **18) материалы наноионики;**
- **19) сенсорные материалы;**
- **20) материалы фотоники.**



# Золь-гель технологии нанокompозитов

Сегодняшняя золь-гель-технология - это способы получения многокомпонентных гелей высокой однородности и чистоты с последующим превращением геля (без стадии плавления) в:

- пленки,
- волокна,
- порошки,
- Монолитные,
- пористые изделия.



# Профессиональные дисциплины профиля «Композитные наноматериалы»

- Неэмпирические расчеты в моделировании композитных наноструктур
- Физика квантоворазмерных систем
- Электроактивные нанокompозитные материалы
- Оптические свойства нанокompозитов
- Фотоактивные композитные твердотельные наноматериалы.
- Плазмохимические методы получения композитных материалов на основе нанотрубок
- Углеродные наномодификаторы в технологии композитных материалов
- Мембранные нанокompозитные материалы
- Композитные наноматериалы ионики твердого тела
- Химические сенсоры на основе нанокompозитных материалов
- Магнитные свойства нанокompозитов
- Технологии биосовместимых композитных наноматериалов
- Препаративная «мягкая» химия композитных наноматериалов
- Основы золь-гель технологии нанокompозитов



## Экологические аспекты получения и применения нанокompозитных материалов

- Новое исследование выявило, что углеродные нанотрубки могут провоцировать заболевания, аналогичные тем, которые вызывает асбест. Нужно предельно аккуратно обращаться с такими материалами, - говорит Энтони Ситон (Anthony Seaton), соавтор исследования.
- В смеси с естественными органическими веществами в воде из относительно незагрязненной реки Суванни, берущей начало на юге Джорджии, многостенные углеродные нанотрубки (MWNTs) остаются взвешенными более месяца, что делает их транспортирование в окружающую среду более вероятным – в соответствии с исследованиями, возглавляемыми Технологическим Институтом штата Джорджия (Georgia Institute of Technology).
- ученые из Медицинского центра Университета Рочестера (University of Rochester Medical Center) показали, что у крыс вдыхаемые наночастицы легко попадают из носовых полостей в некоторые области мозга.
- Американское агентство по защите окружающей среды (U.S. Environmental Protection Agency, EPA) выделило гранты на сумму \$5 млрд. для изучения влияния нанотехнологий на природу и здоровье людей.





## Экологические аспекты получения и применения нанокомпозитных материалов

- Проведение первого семинара 2008 года **«Использование нанотехнологий при утилизации широкого спектра промышленных и бытовых отходов»** планируется **19 марта 2008 года** с 10-00 до 16-00 в малом конференц-зале ОАО «Московский радиозавод «Темп»
- исследователи из Lehigh University предлагают использовать наночастицы из железа для очистки почв от разного рода токсичных веществ,
- Нанотехнологии позволят защитить людей от электромагнитных волн, излучаемых мобильными телефонами, а воздух - от выхлопных газов. Об этом говорили отечественные профессора и академики, принявшие участие в научной конференции в Российском научном центре "Курчатовский институт".



## Управление научными и инновационными проектами

### ■ Содержание курса:

- Основы проектного управления по стандарту PMI
- Кейсы и примеры научно-исследовательских, инфраструктурных и инновационно-внедренческих проектов

### ■ Структура курса:

- Введение. Определение проекта. Процессы, проекты и программы.
- Стратегические и тактические цели проекта.
- Команда и участники проекта.
- Содержание проекта. Допущения, включения, исключения и ограничения.
- Фазы проекта. Этапирование. Точки принятия решения (kill-points).
- Задачи и субпродукты. Иерархическая структура работ.
- Управление рисками.
- Фандрейзинг в области науки и образования. Основы бюджетирования проектов.