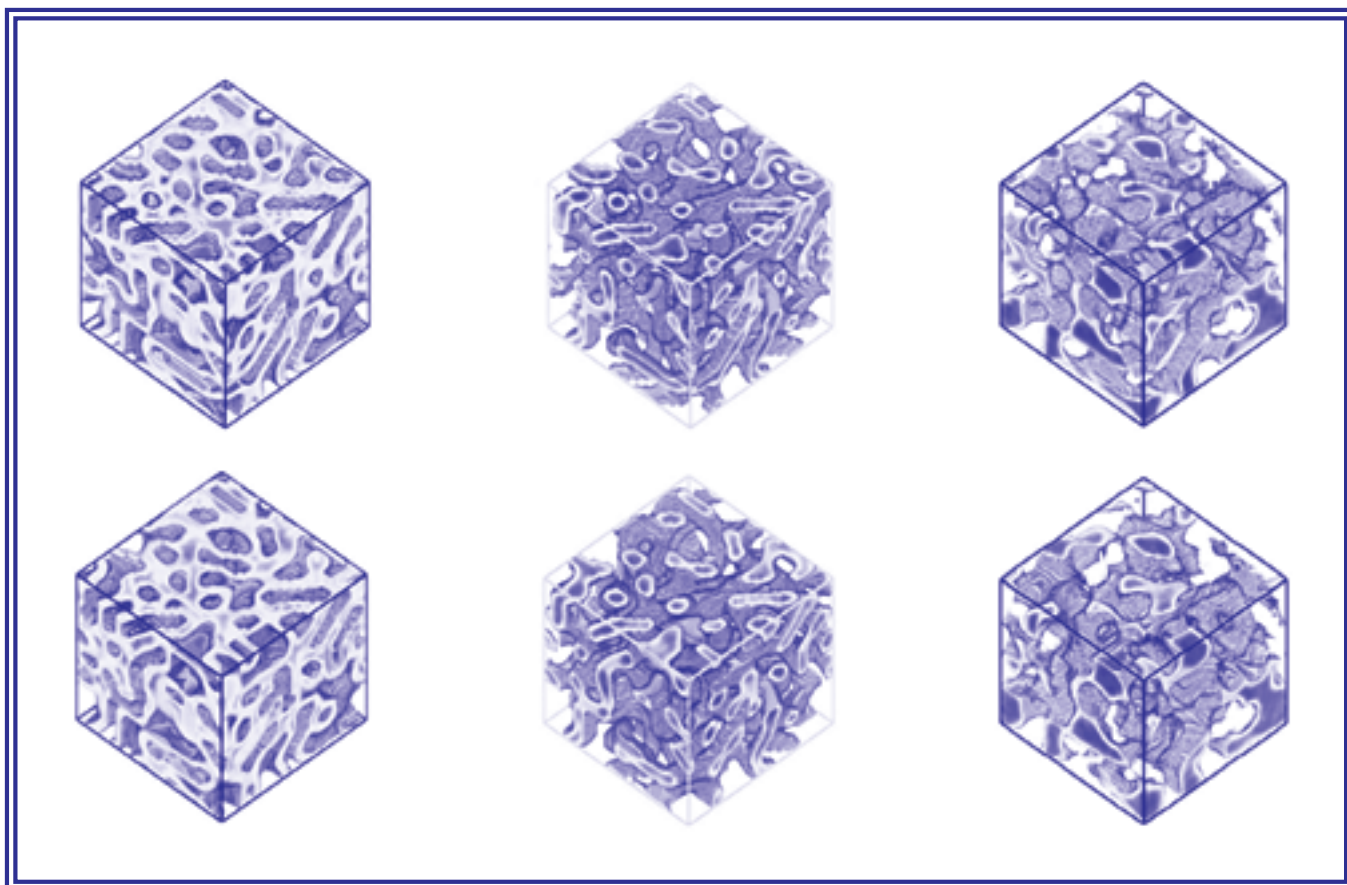


# РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

июль-август 2011

том 6, № 7-8

**Влияние особенностей химического строения иономера на морфологию водных каналов ионообменных мембран: мезоскопическое моделирование**



ISSN 19927223



- Мониторинг как инструмент государственного контроля и управления развитием национальной nanoиндустрии
- Нейтронные исследования углеродных наноструктур
- Влияние условий синтеза на оптические свойства квантовых точек селенида кадмия

# Наука и технологии России – STRF.ru



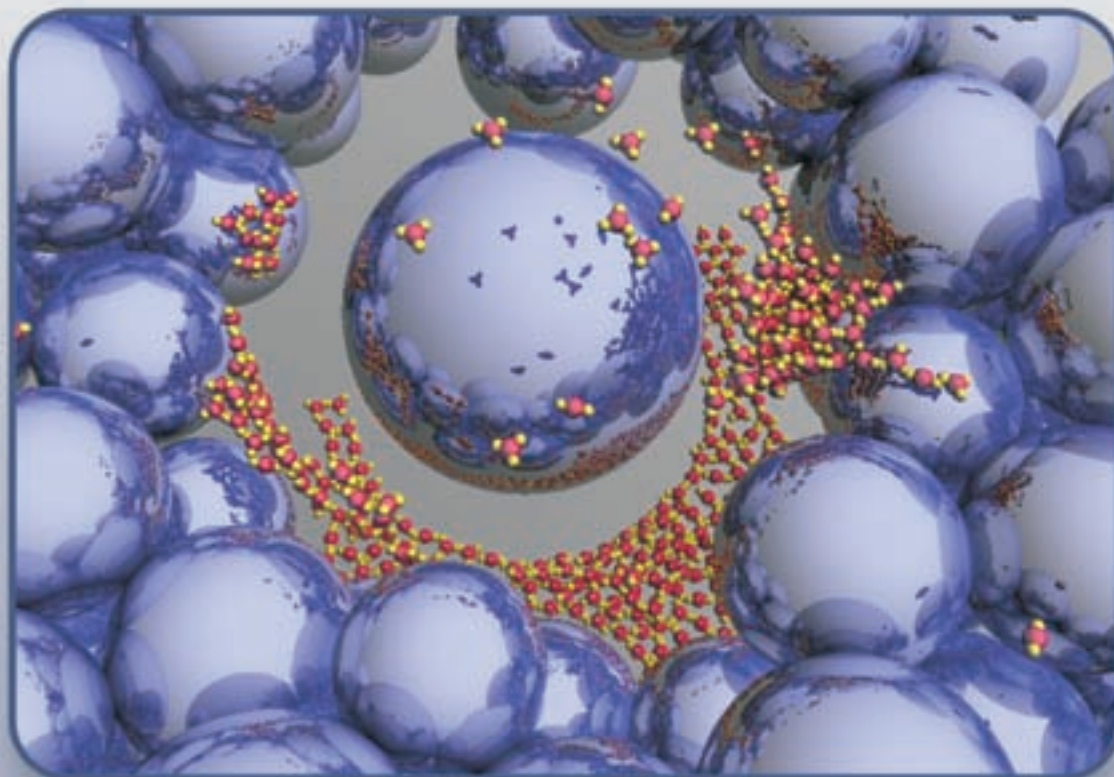
**40%** учёных согласны с тем, что публикации о результатах научной работы способствуют просвещению общества, росту престижа профессии учёного, улучшению имиджа науки

**34%** считают, что, распространяя информацию о результатах своей работы, они смогут привлечь клиентов, партнёров, деньги

**12%** надеются, что публикации о результатах исследований помогут им выделиться на фоне коллег и конкурентов...  
...при этом

**17%** учёных никогда не общались с журналистами\*

Откройте миру свои открытия



## МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИЯХ

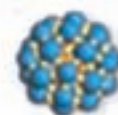
### Учебно-методический программный комплекс

- Современный электронный образовательный ресурс
- Виртуальный лабораторный практикум по нанотехнологическим специальностям в вузах
- Интеграционная платформа для компьютерных моделей, алгоритмов и визуализаторов с веб-интерфейсом
- Интерактивная демонстрационная площадка результатов научно-исследовательских работ



### Демонстрация комплекса в вашем городе

Если вас заинтересовал Учебно-методический программный комплекс «Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях», компания SIAMS и Центр фотохимии РАН проведет демонстрацию возможностей комплекса для вашей организации.



**nanoModel.ru**

Тел.: +7 343 379 00 34 (35)

E-mai: [info@siams.com](mailto:info@siams.com)

Web: [www.nanomodel.ru](http://www.nanomodel.ru)

# Наноструктурированные биоматериалы – основа систем восприятия физического мира человеком



Игнат Соловьев

**В**нешний физический мир существует в форме электромагнитного поля и вещества. Кванты поля и молекулы вещества воздействуют на рецепторные слои сенсорных систем человека, и это воздействие преобразуется в электрические сигналы, которые передаются в центральную нервную систему, где они обрабатываются. Можно говорить о том, что приемные слои сенсорных рецепторов – это «окна», через которые сигналы внешнего мира (фотоны, молекулы и т.д.) попадают в наше сознание. Строение и химический состав рецепторных приемных слоев сенсоров человека задают возможности восприятия человеком физического мира.

Опираясь на свои ощущения, мы постоянно конструируем в своем мозгу представления об окружающем мире.

Сегодня мы знаем, что в окружающем нас физическом мире существуют электромагнитные поля широкого спектра энергий, но наши рецепторы способны откликаться только на очень узкий диапазон длин волн электромагнитного поля – 400–750 нм, который мы называем видимым светом. Зрительный рецептор может формировать отклик на один поглощенный квант света. Это означает, что приемный слой зрительного рецептора человека – сетчатка – обладает максимально возможной светочувствительностью. Для достижения такой высокой эффективности природа в процессе эволюции создала наноструктурированный биоматериал иерархической архитектуры, содержащий колбочки и палочки, поглощающими центрами

квантов света в которых являются наноразмерные белковые комплексы (родопсин).

Именно свойства этих комплексов определяют то, что мы «видим» окружающий мир в таком узком спектральном диапазоне, но с чувствительностью в один квант света.

Сенсорная система живых организмов, которая позволяет «чувствовать» молекулы вещества в окружающем мире, – система обоняния. Мембранные белки (наноструктуры) рецепторных клеток системы обоняния способны связывать молекулы различных химических веществ. А приемные слои, построенные природой на основе таких белков, способны формировать отклик на очень малые концентрации молекул (до нескольких молекул в кубическом метре) и различать молекулы, отличающиеся одним атомом вещества, например, кислород и озон.

Интересно отметить, что рецепторные центры системы обоняния и зрительной системы построены на основе белков, принадлежащих к одному классу белков, содержащих семь трансмембранных доменов. Учитывая, что зрительные рецепторы были созданы природой на более позднем этапе эволюции, похоже, что природа использовала для решения задач зрительной рецепции «старые разработки», дополняя их новыми свойствами.

Разработанные к настоящему времени светочувствительные и хемочувствительные наноструктурированные материалы и устройства на их основе по характеристикам приблизились к природным сенсорным системам.

**Главный редактор,  
академик РАН М.В. АЛФИМОВ**

# РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

июль-август 2011

ТОМ 6, № 7-8

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ №ФС77-26130 выдано Федеральной службой по надзору  
за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций  
и охране культурного наследия 03 ноября 2006 г.

## Учредители:

Федеральное агентство по науке  
и инновациям РФ, ООО «Парк-медиа»

## Редакционный совет:

*Председатель:* М.В. Ковальчук  
*Главный редактор:* М.В. Алфимов

Ж.И. Алфёров, А.Л. Асеев,  
Е.Н. Каблов, М.П. Кирпичников,  
С.Н. Мазуренко, К.Г. Скрябин

## Редакционная коллегия:

*Ответственный секретарь:* М.Я. Мельников  
М.И. Алымов, В.М. Говорун, А.А. Горбачевич,  
С.П. Громов, А.М. Желтиков, А.Н. Озерин,  
А.Н. Петров, Б.В. Потапкин, В.Ф. Разумов,  
И.П. Суздальев, С.П. Тимошенко,  
Я.И. Штромбах, Е.Б. Яцишина

*Издатель:* А.И. Гордеев

*Руководитель проекта:* Т.Б. Пичугина

*Выпускающий редактор:* М.Н. Морозова

*Редактор:* С.А. Озерин

*Подготовка иллюстраций, макет и верстка:*

С.В. Новиков, К.К. Опарин

*Фотоподбор:* М.Н. Морозова

*Распространение:* Е.Л. Пустовалова

*E-mail:* [podpiska@nanorf.ru](mailto:podpiska@nanorf.ru), [www.nanorf.ru](http://www.nanorf.ru), [www.nanoru.ru](http://www.nanoru.ru)

*Дизайн журнала:* С.Ф. Гаркуша

*Корректура:* Г.В. Калашникова

Адрес редакции: 119234, Москва, Ленинские горы, Научный парк МГУ,  
владение 1, строение 75Г. Телефон/факс: (495) 930-87-07.

Для писем: 119311, Москва-311, а/я 136

Подписка: (495) 930-87-07.

*E-mail:* [podpiska@nanorf.ru](mailto:podpiska@nanorf.ru), [www.nanorf.ru](http://www.nanorf.ru), [www.nanoru.ru](http://www.nanoru.ru)

ISSN 1992-7223

При перепечатке материалов ссылка на журнал «Российские нанотехнологии» обязательна. Любое воспроизведение опубликованных материалов без письменного согласия редакции не допускается. Редакция не несет ответственность за достоверность информации, опубликованной в рекламных материалах.

© РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ, 2011

Номер подписан в печать 19 июля 2011 г.

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «МЕДИА-ГРАНД»

## СОДЕРЖАНИЕ

Развитие межуниверситетской кооперации при реализации междисциплинарной подготовки и профессиональной переподготовки кадров для наноиндустрии .....	6
Мониторинг как инструмент государственного контроля и управления развитием национальной наноиндустрии .....	8
Извлечение знаний из текстов научных публикаций и создание баз знаний в области нанобиотехнологии .....	14
Факультет наук о материалах Московского государственного университета – вчера, сегодня, всегда... ..	22
Каталог научно-образовательных центров национальной нанотехнологической сети .....	28
Читаем новинки .....	40

Импакт-  
фактор РИНЦ

0.732

Выходит

6 раз  
в год

Публикация статьи  
занимает

3 месяца

### ЖУРНАЛ «РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ»

входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (далее – Перечень).

Издание входит в Перечень как удовлетворяющее достаточному условию включения в Перечень – включение текущих номеров или переводных версий изданий на иностранном языке в одну из систем цитирования (библиографических баз) Web of Science, Scopus, Web of Knowledge, Astrophysics, PubMed, Mathematics, Chemical Abstracts, Springer, Agriis.

Журнал «Российские нанотехнологии» включен в одну из перечисленных систем цитирования – Springer. В этом можно убедиться, зайдя на сайт <http://www.springerlink.com>

Также журнал указан как входящий в Перечень на сайте ВАК.

Как его найти: Смотрите страницу на сайте ВАК: [http://vak.ed.gov.ru/ru/help\\_desk/list/](http://vak.ed.gov.ru/ru/help_desk/list/)

Англоязычная версия  
распространяется

Springer

Журнал  
индексируется в базе

Scopus

Публикация в журнале  
бесплатная

## Наноструктуры, включая нанотрубки

В.Л. Аксенов

Нейтронные исследования углеродных наноструктур .44

## Наноматериалы конструкционного назначения

А.С. Артёмов

Химико-механическое полирование материалов .....54

# НАНО статьи

## Самоорганизующиеся структуры и наносборки

Воронина Л.В., Лившиц В.А., Алфимов М.В.

Исследование возможности детектирования ароматических углеводородов из газовой фазы по флуоресценции комплексов «гость-хозяин» с циклодекстринами, иммобилизованными на микросферах двуокиси кремния . . . .74

Б.И. Шапиро, Е.С. Кольцова, А.Г. Витухновский, Д.А. Чубич, А.И. Толмачев, Ю.Л. Сломинский

Взаимодействие плазмонов наночастиц золота с агрегатами полиметинового красителя: наночастицы – «невидимки» .....83

## Наноструктуры, включая нанотрубки

А.Б. Исаев, Н.А. Закаргаева, З.М. Алиев

Электрохимический синтез наночастиц  $\text{Si}_2\text{O}$  под давлением и исследование их фотокаталитической активности . . .88

С.Д. Антипов, Г.Е. Горюнов, А.А. Ежов, А.А. Корнилов, М.Н. Пивкина, В.А. Сенина, Г.В. Смирницкая, П.Н. Степенко

Исследование магнитного поведения наноразмерных сверхрешеток  $\text{Mo/Fe/Co}$  .....92

И.Н. Веселов, П.В. Комаров

Влияние особенностей химического строения иономера на морфологию водных каналов ионообменных мембран: мезоскопическое моделирование .....97

Зеленский В.А., Анкудинов А.Б., Пенкин А.Г., Алымов М.И.

Влияние дисперсности порошков и среды спекания на активность акустической эмиссии .....103

А.Л. Степанов, В.Ф. Валеев, В.И. Нуждин, В.Н. Попок

Особенности синтеза наночастиц серебра в кварцевом стекле при низкоэнергетической ионной имплантации 108

## Наноматериалы функционального назначения

Б.Н. Хлебцов, Е.В. Панфилова, В.А. Ханадеев, А.В. Маркин, Г.С. Терентюк, В.Д. Румянцева, А.В. Иванов, И.П. Шилов, Н.Г. Хлебцов

Композитные многофункциональные наночастицы на основе золото-серебряных наноклеток, покрытых двуокисью кремния и гематопорфирином иттербия .112

## Наноматериалы конструкционного назначения

Д.В. Мамонова, М.Д. Михайлов, К.Г. Севастьянова, А.В. Семенча, А.С. Тверьянович, А.Л. Шахмин

Синтез нанокристаллических порошков алюмоиттриевого граната, легированного неодимом .....118

## Метрология, стандартизация и контроль нанотехнологий

О.А. Коновалова, Н.В. Калачева, Ф.В. Ширишков, М.Х. Салахов

Изучение особенностей электростатического взаимодействия РНКаз с поверхностью слюды методом атомно-силовой микроскопии .....122

## Нанопотоника

Е.С. Сперанская, В.П. Дмитриенко, А.О. Дмитриенко, Д.А. Потапкина, И.Ю. Горячева

Влияние условий синтеза на оптические свойства квантовых точек селенида кадмия .....126

## Нанобиология

А.Г. Першина, В.Ю. Серебров, А.Э. Сазонов

Особенности взаимодействия эндонуклеаз с плазмидной ДНК, входящей в состав комплекса с наночастицами феррита кобальта. ....131

Д.Г. Дерябин, Е.С. Алешина, А.С. Тлягулова

Острая токсичность углеродных наноматериалов в отношении *Escherichia coli* частично определяется присутствием технологических примесей .....136

Правила для авторов .....142

Для рекламодателей .....143



## Публикуем статьи по проектам ФЦП

Редакция «Российских нанотехнологий» обращается к руководителям проектов, поддержанных ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям на научно-технологического комплекса России на период 2007–2012 годы» и «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2011 годы». Мы будем рады опубликовать статьи с результатами, полученными в ходе выполнения ваших проектов. Статьи могут быть подготовлены как в научные рубрики, так и в деловые – «Научно-техническая политика», «Исследования и разработки».

Публикуя в нашем журнале статьи с результатами проектов ФЦП, вы убиваете двух зайцев: отчитываетесь перед заказчиком и повышаете свои ПРНД.

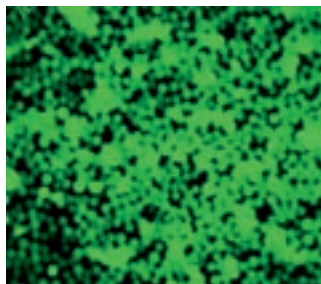
В правилах для авторов (стр. 142) вы найдете все необходимые указания для подготовки публикаций. А если остались вопросы, пишите, звоните нам: +7-495-930-88-08, sozerin@strf.ru

Редакция

## В этом номере

стр.  
74

В статье Л.В. Ворониной и др. описано сравнительное исследование материалов, полученных физической сорбцией ЦД на поверхности микросфер двуокиси кремния, модифицированных аминопропильными группами, и путем ковалентного связывания ЦД. Исследование показало, что при использовании для физической сорбции полимерных карбоксиметил- и сульфо-β-ЦД может быть достигнуто более чем 100 % покрытие поверхности молекулами ЦД, в результате чего получаются более интенсивные спектры флуоресценции преимущественно от мономеров АУ, чем при использовании микросфер с ковалентно связанным ЦД. Обнаружены разные типы эксимеров нафталина на материалах, полученных адсорбцией полимерных ЦД или ковалентным связыванием β-ЦД; путем спектрального вычитания определены вклады мономеров и эксимеров нафталина в спектры флуоресценции и форма спектров эксимеров.



Расположение на стекле микросфер силикагеля, модифицированных аминопропильными группами

стр.  
122

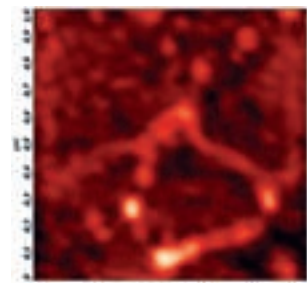
В исследовании О.А. Коноваловой и др. изучена физическая адсорбция панкреатической РНКазы А и РНКазы *Bacillus intermedius* на отрицательно заряженную поверхность слюды с помощью метода атомно-силовой микроскопии. Полученные результаты позволяют оценить различия в биологических эффектах РНКаз с позиции их взаимодействия с клеточной поверхностью. В частности, для исследуемых РНКаз эти различия могут быть обусловлены большей эффективностью связывания РНКазы Vi с мембраной. Кроме того, образование димерных и агрегированных форм РНКазы Vi на адсорбирующей поверхности (мембране) также может положительно влиять на проникновение фермента в клетку.



АСМ-изображение мономерной формы РНКазы Vi

стр.  
131

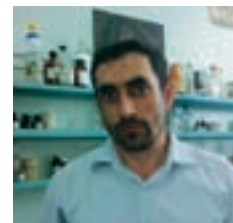
В статье А.Г. Першиной и др. описано исследование по формированию бионаноконструктивного комплекса, содержащего наноразмерные частицы феррита кобальта и плазмидную ДНК. Показано, что АТ-содержащие участки плазмиды, связанной с частицами, доступны для эндонуклеаз рестрикции, в то время как GC-содержащие нет. Доказано, что связывание плазмиды с частицами обратимо, не приводит к дегградации ДНК и нарушению ее структурно-функциональных свойств. Полученные данные могут быть использованы в области бионаноконструирования и для разработки подходов к управлению функциональной активностью ДНК.



СЭМ-изображение комплекса наночастиц феррита кобальта и плазмидной ДНК pBLSK (Ntegra)

### Первый автор

Электрохимическому синтезу наночастиц  $\text{Cu}_2\text{O}$  под давлением и исследованию их фотокаталитической активности посвящена статья (стр. 88) Абдулгалима Будаевича Исаева и др. Исследования проводились в НОЦ «Нанотехнологии» при Дагестанском государственном университете в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России». На вопросы «Российских нанотехнологий» отвечает первый автор статьи, к.х.н., доцент кафедры экологической химии и технологии Дагестанского государственного университета Абдулгалим Будаевич Исаев.



### Почему для исследования вы использовали электрохимический метод получения закиси меди?

Выбор электрохимического метода получения закиси меди был обусловлен тем, что он имеет некоторые преимущества перед известными химическими способами ее получения. Во-первых, при использовании электрохимического метода окисление меди осуществляется электрическим током и, соответственно, не происходит загрязнения куприта продуктами воздействия химических окислителей или восстановителей. В результате синтезированный куприт имеет высокую степень чистоты.

Во-вторых, при электрохимическом растворении меди в герметичном электролизере-автоклаве происходит генерирование чистого водорода, содержащего только пары воды, но не примеси кислорода. Обусловлено это тем, что мы заменяем реакцию выделения кислорода на аноде электрохимическим окислением меди до закиси меди при использовании в качестве анода медной пластины. Стоит отметить, что генерирование водорода под давлением в автоклаве, побочного продукта получения куприта, является несомненным преимуществом предлагаемого нами способа получения закиси меди под давлением, если рассматривать этот процесс в свете развития водородной энергетики и получения высококачественного водорода.

В-третьих, изменяя давление водорода и плотность тока, можно синтезировать закись меди с различной дисперсностью, цвет которой меняется от степени дисперсности. В частности, мы получали куприт с окраской от светло-оранжевого до ярко-красного цвета.

### Когда планируется внедрение в практику полученных наночастиц куприта и в каких отраслях?

Оксид меди (I) применяется для окрашивания стекла, эмалей и борьбы с вредителями в сельском хозяйстве. Он также входит в состав красок для подводной части морских кораблей. Такая краска препятствует обрастанию подводной части корабля водорослями. Кроме того, куприт ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) является полупроводником p-типа с прямой шириной запрещенной зоны 2.0–2.2 eV, который может быть использован при конструировании элементов преобразования солнечной энергии.

Исходя из этого, при наличии потребителей куприта мы можем наладить синтез куприта с различными морфологическими характеристиками, так как для внедрения его в производство не требуется дорогостоящего оборудования. Поэтому мы думаем, что производство куприта можно наладить с относительно небольшими материальными затратами на первоначальном этапе. Мы готовы рассмотреть различные варианты сотрудничества.

### Какими будут ваши дальнейшие исследования в этом направлении?

Мы будем исследовать  $\text{Cu}_2\text{O}$  как сенсибилизатор для объединения с подходящим полупроводником p-типа, в частности с  $\text{TiO}_2$ , с формированием поверхностного слоя, в котором соблюдаются термодинамические условия передачи электрона от  $\text{Cu}_2\text{O}$  до полупроводника p-типа. Эти исследования будут использоваться при создании солнечных элементов на основе диоксида титана с сенсибилизатором – купритом. Планируются исследования по проблеме устойчивости куприта. Кроме того, мы будем исследовать проблему иммобилизации нанодисперсного куприта на различных носителях при использовании его в качестве фотокатализатора при обезвреживании различных сточных вод от органических соединений с использованием солнечного света, что будет способствовать разработке энергонезависимых технологий обезвреживания сточных вод. Для этого планируется синтезировать композиционный материал на основе диоксидов кремния, титана и закиси меди.

### Что, вы думаете, самое важное в работе и почему?

Нам удалось разработать методику синтеза высококачественного куприта, который может быть использован в различных отраслях промышленности. Как уже было отмечено, в качестве побочного продукта синтеза образуется высококачественный водород под давлением, который также может быть использован. При задании определенных начальных параметров синтеза можно получить закись меди с различной степенью дисперсности, что приводит к повышению устойчивости куприта к окислению до оксида меди (II), так как одним из недостатков закиси меди является его невысокая устойчивость в атмосфере кислорода.

# Развитие межуниверситетской кооперации

## при реализации междисциплинарной подготовки и профессиональной переподготовки кадров для наноиндустрии

К.П. Алексеев<sup>1</sup>, А.А. Малахов<sup>3</sup>, В.Д. Борман<sup>2</sup>, В.Н. Тронин<sup>2</sup>,  
А.Д. Шляпин<sup>1</sup>, Ю.А. Шиков<sup>1</sup>, А.Б. Юрасов<sup>1</sup>

данные и создаваемые в рамках ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в РФ на 2008–2011 годы» (далее – Программа), можно объединить в следующие крупные группы. Первая группа – это оборудование, поставленное в наноцентры при ведущих университетах, а также созданные образовательные ресурсы, позволяющие обучаться и работать на этом оборудовании. Вторая группа – образовательные ресурсы, создаваемые на базе отдельных университетов или силами отдельных университетов и осуществляющие обучение, подготовку и переподготовку специалистов на базе отдельных университетов. Третья группа – образовательные ресурсы, предназначенные для объединения первых двух групп в систему междууниверситетской кооперации при подготовке и переподготовке кадров для наноиндустрии. Первая и вторая группа образовательных ресурсов позволяет выстроить систему подготовки по всем отдельным направлениям тематической деятельности ННС без междууниверситетской кооперации. Третья группа образовательных ресурсов, построенная на междууниверситетской кооперации, дает очень важный результат – междисциплинарность подготовки и переподготовки кадров.

Эффективный процесс междисциплинарной подготовки может быть организован на основе создаваемых в ведущих университетах образовательных ресурсов путем их объединения и дополнения недостающих разделов знаний и компетенций в области нанотехнологий как в лекционной теоретической, так и в инструментально-лабораторной подготовке по тематическим направлениям деятельности национальной нанотехнологической сети (ННС).

Межуниверситетская кооперация позволяет готовить специалистов на стыке тематических направлений деятельности ННС, удовлетворяя появление потребностей в подготовке по новым возможным направлениям в будущем.

Основу междууниверситетской кооперации при подготовке специалистов составляет междууниверситетская сетевая система подготовки и профессиональной переподготовки кадров для наноиндустрии. Следует отметить, что создание



Sandia National Laboratories

Профессиональная подготовка и переподготовка кадров для наноиндустрии требуют организации тематически ориентированного процесса обучения и использования в этом процессе самого современного и актуального учебно-методического обеспечения и передовой лабораторной базы. Обязательное условие подготовки высококвалифицированного

специалиста для наноиндустрии – необходимость изучения широкого спектра естественнонаучных дисциплин, в программах которых должны быть представлены современные решения в области нанотехнологий.

Объекты инфраструктуры образовательного сегмента национальной нанотехнологической сети (ННС), соз-

<sup>1</sup> ГОУ ДПО ГИНФО, Москва

<sup>2</sup> НИЯУ МИФИ, Москва

<sup>3</sup> ОАО "ВИКОР" МО, г. Юбилейный



образовательных ресурсов по третьей группе было начато с самого начала выполнения Программы. А в завершении Программы именно образовательные ресурсы третьей группы объединяют многие ресурсы первых двух групп. Большинство из них объединяются на базе междууниверситетской сетевой системы подготовки и профессиональной переподготовки кадров для nanoиндустрии.

Одним из важнейших элементов формируемой инфраструктуры nanoиндустрии является информационно-аналитическая составляющая, которая обеспечивает координацию работ, полноту и актуализацию сведений о перспективных разработках, технологиях и кадровом потенциале в сфере nanoиндустрии. В нашем случае это положение Программы должно обеспечивать следующее:

- координацию ведущих университетов в подготовке и переподготовке кадров для nanoиндустрии;
- полноту и актуализацию сведений о перспективных разработках и технологиях, изучаемых в ходе подготовки и переподготовки кадров для nanoиндустрии;
- осуществлять мониторинг потребностей в подготовке высококлассных исследователей для отрасли, способных проводить исследования и разработки в нанотехнологиях и наноматериалах на уровне лучших специалистов ведущих западных стран.

В ходе выполнения Программы была создана сетевая междууниверситетская система маршрутного обучения ([www.nanoobr.ru](http://www.nanoobr.ru)), на базе которой были разработаны и апробированы принципы сетевого междууниверситетского обучения при повышении квалификации преподавателей и научных работников высшей школы [1]. Разработка этих принципов и последующая апробация созданной сетевой системы была проведена в тесном взаимодействии с 15 ведущими университетами [1]. Был применен новый подход в организации повышения квалификации, сочетающий современные дистанционные технологии обучения теоретическим разделам учебных курсов и обучение в лабораториях нескольких университетов. Система рассчитана на проведение повышения квалификации преподавателей, научных сотрудников и инженерно-технических работников вузов. Система позволяет настраивать и подбирать учебные курсы из базы более 100 дистанционных теоретических частей и связанных с ними лабораторных работ на современном диагностическом и технологическом оборудовании. Предварительный выбор маршрута обучения на базе нескольких универси-

тетов и связанных с ними учебных курсов позволяет спланировать изучение отдельных разделов в нанотехнологиях и подобрать прохождение лабораторного практикума. Достигается выравнивание уровней слушателей перед посещением университетов за счет предварительной теоретической подготовки в дистанционном режиме. Планирование долей теоретического и лабораторного изучения в маршруте обучения позволяет более эффективно проводить повышение квалификации за счет существенно увеличения лабораторной составляющей в обучении. Формирование междисциплинарного подхода при изучении нанотехнологий достигается благодаря обучению в нескольких университетах. Возможность глубокого погружения в тему достигается за счет изучения близких методов диагностики и технологических приемов с точки зрения их применения в различных университетах. Апробацию в режиме повышения квалификации прошли более 200 слушателей из 53 вузов, которым были выданы соответствующие сертификаты.

Разработанные и апробированные принципы позволяют ведущим университетам адаптировать учебно-методические комплексы (УМК) дисциплин по 10 тематическим направлениям деятельности ННС в сетевую междууниверситетскую систему обучения студентов старших курсов.

При создании сетевой системы обучения студентов старших курсов появляются новые носители мотивирующих интересов. Это студенты и их на учные руководители. Принципиальным является то, что на профилирующей выпускающей кафедре принимается решение о направлении того или иного студента на учебную практику в другой университет на близкую по профилю кафедру [2]. Кооперация кафедр и университетов может возникать на базе совместных научных и научно-образовательных проектов и быть связана с подготовкой специалистов по новому профилю.

Однако при решении практических задач организации взаимодействия университетов при направлении-приме студентов старших курсов, а также аспирантов, молодых преподавателей и ученых возникает ряд проблем, реше-

ние которых требует разработки методических рекомендаций, принципов системного построения информационного пространства, обеспечивающих теоретическую подготовку и реализацию практических занятий обучаемых [2]. Принципиально важное значение имеет разработка и совершенствование нормативных правовых основ взаимодействия близких по профилю подготовки выпускающих кафедр путем создания системы договорных отношений между университетами.

Важнейшей задачей развития межкафедральных связей является построение методически обеспеченного централизованного доступа к создаваемым образовательным ресурсам, обеспечивающим дистанционное обучение работе на современном специальном оборудовании для различных категорий обучаемых — студентов старших курсов, аспирантов, молодых преподавателей и ученых [2]. Увеличение числа обучаемых основам работы на современном специальном оборудовании будет способствовать более полной его загрузке заказами на учебные и научно-исследовательские работы.

Появляются задачи по организации и проведению практических очных этапов обучения, целью которых является выполнение экспериментальных работ в области современных нанотехнологий. С этой целью планируется формирование и подготовка профильных межкафедральных учебно-исследовательских команд (групп) из студентов старших курсов для работ на специальном оборудовании под руководством преподавателей университетов. Эта работа будет способствовать увеличению числа высокопрофессиональных молодых специалистов.

Таким образом, формируемая в рамках мероприятий Программы междууниверситетская сетевая система, обеспечивающая формирование, размещение и доступ к использованию адаптированных УМК и ресурсам обучения работе на специальном оборудовании, представляет целостный научно-образовательный комплекс, входящий в состав кадровой информационно-аналитической системы nanoиндустрии, позволяющей решать задачи междисциплинарной подготовки и профессиональной переподготовки кадров для nanoиндустрии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

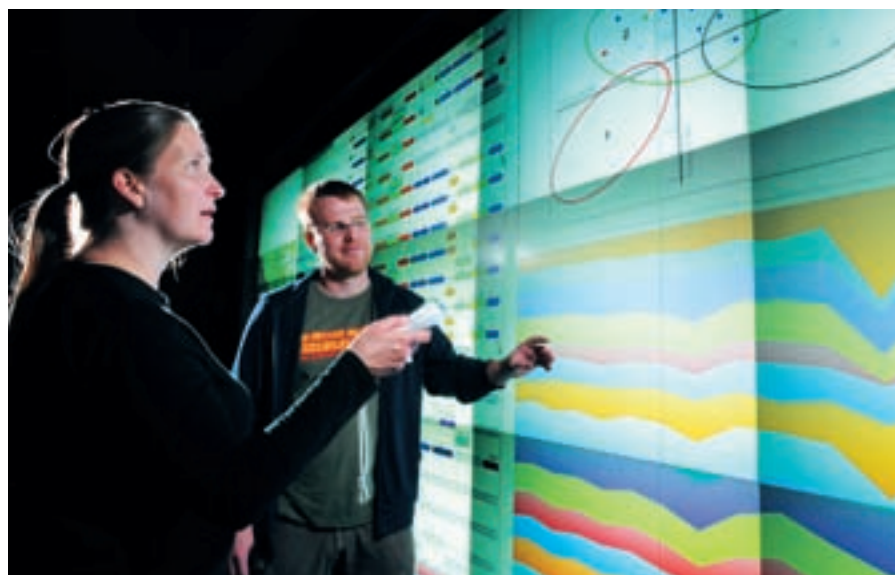
1. Алексеев К.П., Борман В.Д., Нижник В.А., Тронин В.Н., Шляпин А.Д. // Сетевая информационно-аналитическая система организации и сопровождения маршрутного обучения при повышении квалификации кадров на базе научно-образовательных структур ННС. Сборник тезисов первой международной конференции «Образование для сферы нанотехнологий: современные подходы и перспективы», 18–20 мая 2010 года.
2. Алексеев К.П., Анашина О.Д., Малахов А.А., Савченко А.Г., Шляпин А.Д., Шиков Ю.А., Юрасов А.Б. // Развитие междууниверситетской кооперации при реализации междисциплинарной подготовки и профессиональной переподготовки кадров для nanoиндустрии. Вторая международная конференция «Образование для сферы нанотехнологий: современные подходы и перспективы», 25–27 мая 2011 года.

# Мониторинг

## как инструмент государственного контроля и управления развитием национальной наноиндустрии

к. ф.-м. н. А.А. Балякин

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,  
123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1



Argonne National Laboratory

### МОНИТОРИНГ: ЗАЧЕМ, ПОЧЕМУ?

Основная цель выполнения госконтракта «Создание системы мониторинга исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов» состояла в повышении эффективности принятия управленческих решений по развитию направлений nanoиндустрии и созданию новых нанотехнологий и наноматериалов за счет мониторинга исследований и разработок в этой области и обеспечения формирования на основе данных мониторинга аналитических материалов по развитию nanoисследований, нанотехнологий и nanoиндустрии маркетингового анализа мирового и российского рынков нанотехнологий.

Система сбора и анализа информации (мониторинг), созданная в рамках данного госконтракта, как раз и обеспечивает достижение этой цели, предоставляя необходимые сводные данные для принятия как оператив-

ных, так и стратегических управленческих решений. При этом потребителями данной информации является широкий круг организаций, прежде всего, государственных заказчиков, предусматривающих финансирование мероприятий по развитию и коммерциализации нанотехнологий; иных заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, а также организаций национальной нанотехнологической сети (ННС), осуществляющих координацию и экспертизу результатов работ по развитию и коммерциализации нанотехнологий.

Задача получения объективной, достоверной и своевременной информации об ожидаемых средне- и долгосрочных перспективах развития отдельных направлений отечественных и зарубежных нанотехнологий, а также возможных в средне- и долгосрочной перспективе масштабах коммерциализации этих технологий в рамках соответствующих секторов

(рынков продукции и услуг) отечественной и мировой nanoиндустрии не может быть решена иначе, чем путем проведения регулярного мониторинга научных заделов, исследований и разработок с привлечением головных организаций ННС и отечественных научно-исследовательских организаций, обладающих опытом разработки долгосрочных технологических и маркетинговых прогнозов. Кроме того, ввиду объективно высокого уровня неопределенности перспектив, в особенности – временных, развития и внедрения (коммерциализации) нанотехнологий, присущего на данном этапе как отечественной, так и мировой nanoиндустрии, система подготовки указанной информации должна предусматривать постоянную ее корректировку.

Становление системы сбора и анализа информации предусматривает системный подход по обеспечению мониторинга и формирования на его базе прогноза развития nanoисследований, наноразработок и nanoиндустрии как системно связанной процедуры, где мониторинг, аналитическая и прогнозная компоненты взаимосвязаны и опираются на результаты друг друга. По этой причине система мониторинга системно связана и дополняет Дорожную карту развития nanoиндустрии в Российской Федерации, которая, в свою очередь, существенным образом опирается на данные мониторинга.

### МОНИТОРИНГ: КТО И КАК?

На сегодня исследования в области нанотехнологий в Российской Федерации осуществляются в рамках государственных академий (как инициативные проекты, финансируемые из Российского фонда фундаментальных исследований – РФФИ), в рамках государственного заказа (ФЦП «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации на 2008–2011 годы»), а также в рамках вузовской и корпоративной науки. Ввиду такой многомерности и система мониторинга должна охватывать как отраслевой разрез, так и территориальный. Именно по такому принципу и была построена система мониторинга. Участниками проекта, наряду с головным исполнителем проекта НИЦ «Курчатовский институт», были ведущие московские и региональные университеты, а именно: МГТУ имени Н.Э. Баумана, Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, Южный федераль-

**Таблица 1.** Количество российских организаций по регионам

ЦФО	ЮФО	СЗФО	ДВФО	СФО	УФО	ПФО	СКФО
656	38	149	32	137	73	156	26

ный университет (г. Ростов-на-Дону), а также опытный интегратор и создатель ПО ЗАО «ПРОГНОЗ» (г. Пермь). Сотрудничество НИЦ «Курчатовский институт» с головными организациями отраслей в рамках выполнения проекта по «Формированию дорожной карты развития nanoиндустрии Российской Федерации на период до 2015 года и на перспективу до 2025 года» позволило получить не только текущую статистическую информацию о развитии нанотехнологий, но также создать исчерпывающий список перспективных нанотехнологий, положенный в основу долгосрочных прогнозов развития nanoиндустрии.

В целях мониторинга была сформирована региональная экспертная панель: в каждом регионе создана экспертная группа, куда входит не менее 4 человек. При отборе экспертов в каждом конкретном регионе учитывалась специфика региона. При опросах экспертов выяснялись не только технологические вопросы развития nanoиндустрии, но также ставились вопросы о политической поддержке со стороны местных властей об экономических, социальных условиях в регионе. Видение проблемы развития nanoиндустрии в России, сформулированное на основе опросов экспертной панели, позволяет выявить особенности становления инновационных технологий в России и сформулировать долгосрочные прогнозы этого развития, учитывающие специфику и возможности регионов.

**Таблица 2.** Организации по направлениям деятельности (включая дополнительные направления)

Направление	организации	проекты
Нанoeлектроника	269	324
Наноинженерия	150	98
Функциональные наноматериалы. И высокочистые вещества	202	183
Функциональные наноматериалы для энергетики	94	83
Функциональные наноматериалы для космической техники	28	16
Нанобиотехнологии	218	199
Конструкционные наноматериалы	226	157
Композитные наноматериалы	354	319
Нанотехнологии для систем безопасности	62	47
<b>Дополнительные направления деятельности</b>		
Подготовка кадров	105	74
Метрология и стандартизация	62	67
Коммерциализация инновационных проектов	42	27
Оборудование для nanoиндустрии	55	107
Информационная инфраструктура	31	119
Строительство объектов инфраструктуры	2	1

### КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА. ОРГАНИЗАЦИИ И ДОСТИЖЕНИЯ

По результатам мониторинга состояния nanoиндустрии по состоянию на 1 марта 2011 года выявлено 1398 организаций (включая иностранные), ведущих работы в области нанотехнологий на территории Российской Федерации. Первоначальный быстрый рост числа зарегистрированных организаций (565 на конец 2008 года и 1380 на 31 декабря 2009 г.) приостановился. В процессе анализа данных в головной организации имеет место удаление части организаций из базы данных, так как часть организаций либо прекратила свою деятельность, либо при более детальном рассмотрении характера их работы на основании данных мониторинга был сделан вывод об ошибочном занесении организации в базу данных. Это связано с заявительным характером включения в базу данных участников ННС.

В базе данных головной научной организации представлены следующие организации, ведущие работы в сфере нанотехнологий: 157 вузов, 28 венчурных фондов, 267 НИИ, 69 научно-образовательных центров, 655 НПО и 84 центра коллективного пользования.

Распределение организаций по регионам представлено в *табл. 1*. Видно, что основная масса организаций работает в Центральном и Северо-Западном федеральных округах, что отражает высокую централизацию науки в России.

Как показывают результаты мониторинга, на настоящий момент больше всего организаций в области nanoиндустрии относятся к научно-производственным объединениям и научно-исследовательским институтам. Наименее представлены в России иностранные организации и венчурные фонды. Последнее отражает проблему, характерную для всей инновационной сферы в нашей стране, — ее общую неразвитость и отсутствие инвестиционной привлекательности.

### КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА. ТЕХНОЛОГИИ

Все технологии сгруппированы по научным направлениям, перечисленным в Программе развития nanoиндустрии до 2015 года. В процессе мониторинга был определен ряд организаций, которые нельзя отнести к какому-либо направлению развития nanoиндустрии, определенному в Программе, но которые имеют непосредственное отношение к формированию и развитию nanoиндустрии в России. Для систематизации информации по таким организациям в базу данных головной научной организации были внесены дополнительные направления деятельности:

- подготовка кадров;
- метрология и стандартизация;
- коммерциализация инновационных проектов;
- оборудование для nanoиндустрии;
- информационная инфраструктура;
- строительство объектов инфраструктуры.

Некоторые из вышеперечисленных организаций не могут быть отнесены к участникам Национальной нанотехнологической сети, так как не являются участниками информационного обмена в рамках ННС, но имеют непосредственное отношение к формированию и развитию инфраструктуры nanoиндустрии. Соответствующее распределение организаций по направлениям представлено в *табл. 2*.

В рамках выполнения федеральных целевых программ задействованы 175 организаций по ФЦП «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии на 2008–2011 годы» и 758 организаций по ФЦП «Исследования и разработки на 2007–2012 годы».

В базе данных головной научной организации содержатся сведения о 1324 проектах, реализуемых в течение 2010 года по направлению нанотехнологии. Из общего числа проектов экспертами были выделены 54 проекта, которые были отнесены к категории

«уникальных». Из них наибольшее количество реализуется по направлениям: композитные наноматериалы — 19, наноэлектроника — 13, нанобиотехнологии — 10, функциональные наноматериалы и высокочистые вещества — 10.

### **КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА. ПРОДУКТЫ**

В рамках выполнения проекта «Создание системы мониторинга исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов» по инициативе НИЦ «Курчатовский институт» было проведено маркетинговое исследование рынка нанотехнологий по основным направлениям развития наноиндустрии. К выполнению исследования были привлечены эксперты от ГОО и опытные маркетологи. На начальном этапе экспертами были отобраны к изучению 47 наиболее перспективных продуктов nanoиндустрии, в ходе дальнейшего анализа были отобраны 29 продуктов, для которых были проведены детальные маркетинговые исследования.

Выполненная работа показала, что при традиционно упоминаемой неготовности российской промышленности к производству наносодержащей продукции более чем для половины рассмотренных продуктов готовность промышленности к производству можно оценить как высокую, так как есть практически готовые производственные цепочки или требуется только расширение производства.

Ключевыми отраслями, концентрирующими около 70 % объема

производства конечной продукции, произведенной с использованием нанотехнологий, наноматериалов или нанотехнологических компонентов, являются автомобилестроение, ракетно-космическая отрасль и авиастроение, с существенным преобладанием доли автомобилестроения за счет работы данной подотрасли на массовом рынке. При этом структура предложения нанотехнологических продуктов, рассмотренных экспертами в данной работе, в целом соответствует потребностям ключевых отраслей.

Одним из ключевых барьеров коммерциализации является низкий спрос на нанотехнологичную продукцию со стороны российской промышленности. Решением данной проблем могло бы быть вовлечение промышленности в процесс коммерциализации на этапе научных разработок.

Среди 23 продуктов, для которых удалось выполнить денежные оценки потенциала продаж российских производителей, 6 продуктов уже выпускались с 2009 года, 12 продуктов будут серийно производиться через 1–2 года, а 4 продукта — через 3–5 лет. При этом продукты с наибольшими перспективами на российском и мировом рынке начнут производить в 2012–2014 гг. Это приводит к тому, что в период 2011–2015 гг. в структуре выручки от продажи нанотехнологической продукции на долю перспективных продуктов, производство которых начнется через 3–5 лет, приходится более 70 %.

По цепочке создания стоимости рассмотренные продукты распределены следующим образом (некоторые продукты могут быть отнесены в две категории, в зависимости от сферы своего применения):

- 5 — наноматериалы,
- 20 — наносодержащие полуфабрикаты и промежуточная продукция,
- 12 — конечная наносодержащая продукция,
- 1 — прибор для научной работы и метрологии.

Наиболее высокий уровень коммерциализации наблюдается среди наноматериалов. Все рассмотренные продукты, относящиеся к группе наноматериалов, уже производятся, при этом объем их производства был существенно увеличен в период 2010–2011 гг., что вызвало снижение себестоимости.

Производство большинства наносодержащих полуфабрикатов продуктов начнется до конца 2011 гг., а ключевой рассмотренный продукт (твердотельные накопители энергии) будет выпущен на рынок к 2012–2014 гг. Суммарный ожидаемый объем продаж российских производителей по данным продуктам составит более 820 млрд рублей в период 2012–2015 гг.

Из этой суммы около 550 млрд рублей (или около 67 % от суммарного объема продаж) обеспечивается продажами российских производителей на масштабных рынках. Это стремительно развивающиеся рынки,

## **ОКАЗАЛСЯ В ЦЕНТРЕ СОБЫТИЙ? НАПИШИ СТАТЬЮ**

Друзья, мы очень хотим побывать на всех «наноконференциях», куда вы нас приглашаете, но, к сожалению, не можем из-за нехватки времени и рабочих рук. Поэтому мы предлагаем рассказать о мероприятиях вам самим. Если ваше сообщение получится содержательным и интересным, мы опубликуем его в журнале «Российские нанотехнологии». В такой статье нам бы хотелось видеть:

- вступление, где необходимо сообщить, где, когда и какая конференция (симпозиум, форум, школа и т.д.) прошла. Кратко описать тематику и актуальность;
- краткие описания докладов — не всех, а только тех, которые вызвали наибольший интерес. По каждому из них указать основные достижения, новизну исследования по сравнению с имеющимися результатами. Можно привести точку зрения противника данной теории/метода (эксперта, сомневающегося в результатах);
- дальнейшие перспективы исследования данного вещества (объекта, изделия и т.д.), над чем авторский коллектив будет работать, чего хочет достигнуть.

Ждем ваши сообщения по адресу: [nano\\_hr@strf.ru](mailto:nano_hr@strf.ru)

*Редакция*

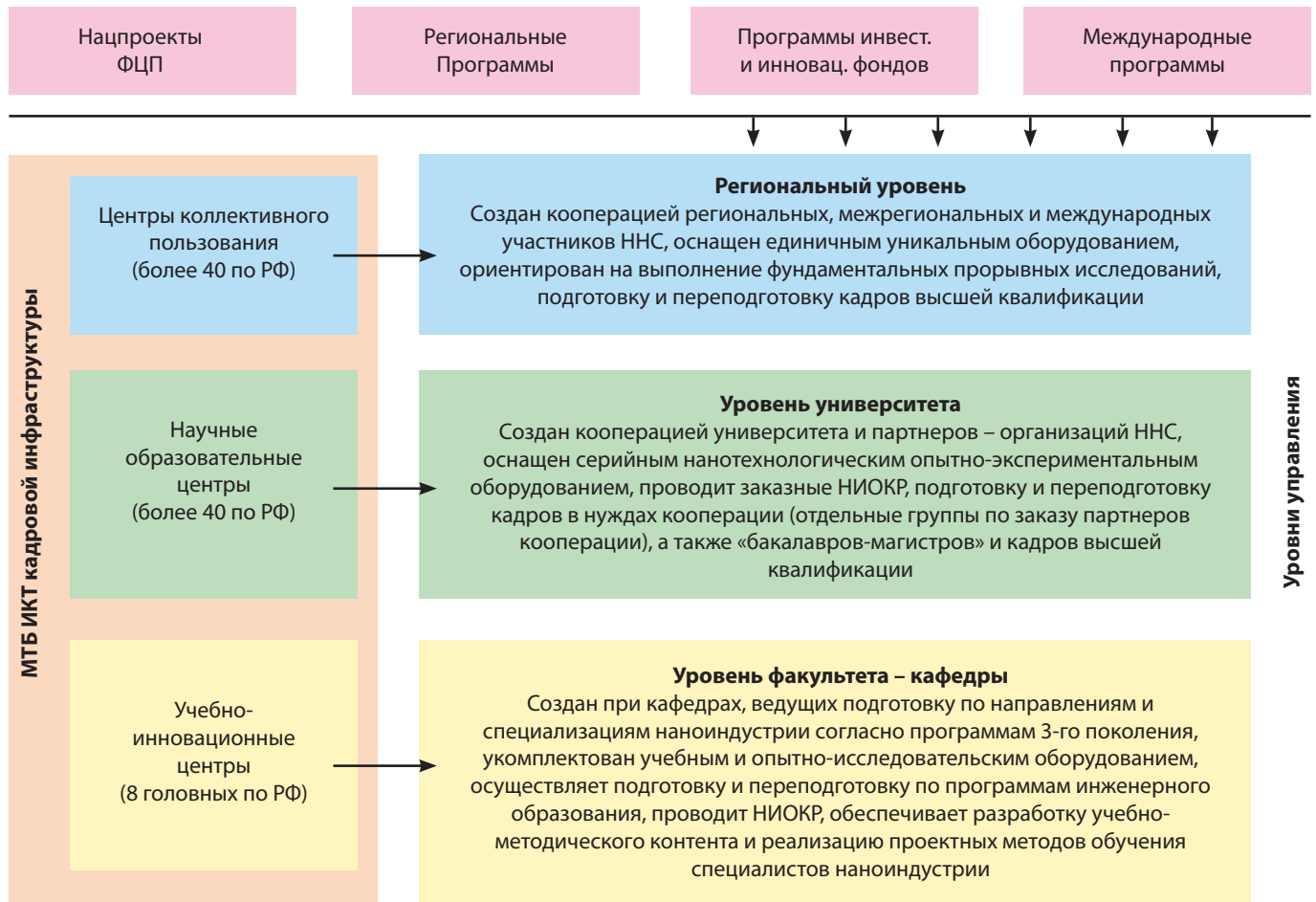


Рисунок 1. Компоненты материально-технической базы кадровой инфраструктуры nanoиндустрии

на которых российские производители могут занять существенную долю благодаря наличию необходимых технологий. Производство данных продуктов начнется в 2013–2014 гг., но в связи с важностью данного сегмента нанотехнологической продукции работы по изучению возможностей и мониторингу активности основных стран и компаний-конкурентов должны вестись на постоянной основе.

В среднем по всем продуктам, для которых была выполнена денежная оценка потенциала продаж российских производителей нанотехнологических продуктов и оценка мирового рынка, доля российских производителей составила 12.5 % от мирового рынка. Данная оценка показывает, что в сегменте приоритетных продуктов Россия имеет хороший шанс на лидерство.

Анализ продуктов по сферам применения показывает, что с точки зрения научной общественности военные заказы и потребности являются главной движущей силой внедрения нанотехнологий.

По сферам применения продуктов экспертами были упомянуты: 19 про-

дуктов двойного назначения, 7 продуктов для применения в промышленности, 4 продукта, ориентированные на частных пользователей (преимущественно услуги медицинского характера, рассмотренные в рамках нанобиотехнологий).

Работы по изучению рыночных перспектив продуктов nanoиндустрии, а также продуктовых кластеров, продолжаются в НИЦ «Курчатовский институт» совместно с Государственным университетом управления (ГУУ) в рамках действующего госконтракта между ГУУ и Министерством образования и науки Российской Федерации «Развитие информационно-аналитической инфраструктуры для проведения маркетингового анализа динамики рынков нанопродуктов на среднесрочную перспективу и разработки методических рекомендаций по формированию нанопродуктовых кластеров в Российской Федерации». В рамках этой работы будут изучены рыночные перспективы целого ряда продуктов nanoиндустрии, относящиеся к области медицины, энергетике, электронике, промышленности и т.д.

### КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА. ПОДГОТОВКА КАДРОВ И ИНФРАСТРУКТУРА

Принципиально важным аспектом развития nanoиндустрии в Российской Федерации является проблема привлечения высококвалифицированных кадров преподавателей для подготовки соответствующих кадров в области nanoиндустрии. Специалисты требуемого уровня активно участвуют в научных исследованиях в России и за рубежом, вовлечены в выполнение большого количества исследовательских проектов. Поднятие престижа преподавателя и исследователя позволит частично вернуть наших граждан, работающих в ведущих зарубежных научно-исследовательских и инновационных центрах.

Министерством образования и науки Российской Федерации и другими органами исполнительной власти были приняты и принимаются сегодня своевременные меры по подготовке соответствующих специалистов, по обеспечению образовательного процесса необходимым оборудованием, соответствующими образовательными программами.



Рисунок 2. Данные мониторинга по федеральным округам

В настоящее время наблюдается диспропорция между потребностью академической, вузовской и отраслевой науки, предприятий высокотехнологических отраслей промышленности, работающих в области наноиндустрии, в квалифицированных кадрах и их предложением на рынке труда: спрос явно превышает предложение.

Для ликвидации сложившейся диспропорции необходимо создание непрерывной по уровням образования системы подготовки кадров для индустрии нанотехнологий, обеспечивающей их расширенное производство, а также условий, способствующих привлечению молодежи и закреплению высококвалифицированных кадров в наноиндустрии. Указанная система должна опираться на сеть ведущих вузов Российской Федерации, осуществляющих подготовку и переподготовку кадров для наноиндустрии. При этом должна быть предусмотрена их широкая кооперация с научно-производственными центрами, входящими в состав национальной нанотехнологической сети, как в деле подготовки кадров, так и в проведении совместных научных исследований.

В общем количестве 41 вуз страны готовит бакалавров, магистров и специалистов в области нанотехнологий или направлений, с ними тесно связанными. При этом только 29 из них готовят бакалавров, магистров и специалистов по специальности, определяемым как строго нанотехнологические: наноматериалы, нанотехнологии, нанотехнологии в электронике.

Помимо вузов, компоненты развиваемой кадровой инфраструктуры ННС, которые проще всего классифицировать по уровням решаемых задач в интересах конкретных субъ-

ектов национальной нанотехнологической сети (ННС), являются следующие базовые компоненты: центры коллективного пользования, научно-образовательные центры и инфраструктура лабораторных кафедральных центров. Каждый из элементов инфраструктуры призван решать конкретные задачи на своем уровне экспертизы и компетенции (рис. 1).

Научно-образовательные центры (НОЦ) создаются, в основном, на базе университетов, они оснащаются нанотехнологическим опытно-экспериментальным оборудованием. НОЦы имеют возможность проводить заказные НИОКР, подготовку и переподготовку кадров в нуждах кооперации (отдельные группы по заказу партнеров кооперации), а также бакалавров-магистров и кадров высшей квалификации.

В первую очередь НОЦы ориентированы на создание инфраструктуры опытно-экспериментальных производств, позволяющих университетам, при котором создаются НОЦ, выполнять заказные НИОКР на новом качественном уровне, доводить разработки своих лабораторий до опытных образцов. В целом, созданную сеть НОЦев и ЦКП можно характеризовать как достаточную. Распределение НОЦ и ЦКП в сфере нанотехнологий по федеральным округам представлено на рис. 2.

Одним из путей решения инфраструктурных проблем, связанных с доступом к новому высокотехнологичному оборудованию, является создание национальных исследовательских центров. Первый пилотный центр был запущен в Курчатовском институте. Подобные центры есть во всех ведущих странах мира. Цель создания подобных

центров – сконцентрировать и ресурсы, и лучшие кадры на прорывных направлениях. Планируется, что по каждому приоритетному направлению будет выбрана научная организация, которая ведет исследования на мировом уровне, и на ее базе будет создаваться национальный исследовательский центр.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА

Для сбора и анализа информации ЗАО «Прогноз» была разработана Система мониторинга исследований и разработок в области нанотехнологий. Основными особенностями Системы являются:

- обеспечение множества точек доступа к данным по показателям, характеризующим развитие наноиндустрии, исследования и разработки в области нанотехнологий и наноматериалов;
  - организация общего информационного пространства для хранения структурированной и неструктурированной информации.
  - Данная система включает в себя:
    - хранилище данных;
    - аналитическую подсистему исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов;
    - подсистему визуализации данных;
    - подсистему администрирования и информационной безопасности.
- В состав автоматизируемых функций Системы входят следующие функции:
- сбор, обработка, анализ, хранение и передача информации по показателям, характеризующим развитие наноиндустрии, имеющиеся исследования и разработки в сфере нанотехнологий и наноматериалов, а также социально-экономические, финансовые и прочие показатели в различных разрезах, в том числе отраслевом и региональном из различных источников;
  - просмотр статистической информации в интересующей разрезности: календарной, территориальной, отраслевой, в разрезе наименований показателей и др., формирование произвольных таблиц на основе информации различных источников данных;
  - формирование по произвольным запросам пользователя регламентных отчетов в желаемом виде – табличном, графическом, картографическом;
  - ручной и автоматизированный ввод информации средствами визуального интерфейса, доступного через стандартный веб-браузер;

- верификация и проверка корректности статистической информации перед загрузкой в хранилище данных;
- формирование аналитических отчетов, позволяющих оценить развитие nanoиндустрии в России, ее регионах, а также в других странах мира;
- администрирование Системы и разграничение прав доступа;
- предоставление доступа к информации Системы через web-интерфейс.

Созданная Система используется организациями-участниками ННС для информирования научного и промышленного экспертного сообщества о перспективах развития и реализации потенциала отечественной nanoиндустрии, а также для обмена информацией.

На рисунках 3 и 4 приведены примеры диалогового окна разработанной Системы в секторе централизованного хранилища данных и организаций nanoиндустрии.

### МОНИТОРИНГ – ИНСТРУМЕНТ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Установленные Программой весьма сжатые сроки становления отечественной nanoиндустрии предусматривают в качестве одного из главных целевых ориентиров превращение последней к 2015 г. в одну из полноценных с точки зрения масштабов выпуска продукции отраслей экономики. Система мониторинга позволяет государственным заказчикам, финансирующим НИОКР в области нанотехнологий, и организациям ННС, выступающим координаторами указанных НИОКР по отдельным направлениям нанотехнологий, готовить и принимать сбалансированные управленческие решения при распределении ресурсов между дальнейшим развитием потенциала отечественной nanoиндустрии, то есть проведением фундаментальных, поисковых и прикладных НИР, и практической реализацией уже имеющегося потенциала, состоящей в выполнении опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, в том числе в рамках проектов государственно-частного партнерства в области коммерциализации результатов ОКР/ОТР.

Созданная в рамках работы Система мониторинга используется для совершенствования системы управления и повышения оперативности подготовки и принятия управленческих решений в сфере развития инфраструктуры nanoиндустрии. Полученные результаты востребованы головной



Рисунок 3. Централизованное хранилище данных (проекты)

научной организацией национальной нанотехнологической сети Российской Федерации – федеральным государственным учреждением Российский научный центр «Курчатовский институт» в целях реализации своих установленных функций и головными научными организациями отраслей при проведении дальнейших работ.

Мониторинг развития nanoиндустрии в Российской Федерации показывает, что:

несмотря на продолжающийся экономический кризис и сокращение объемов финансирования, построение нанотехнологической инфраструктуры в Российской Федерации продолжается, и запас прочности позволяет рассчитывать на достижение программных индикаторов, сформулированных в Программе 2015 и Президентской инициативе по развитию nanoиндустрии;

ключевой в развитии nanoиндустрии в Российской Федерации является роль государственных структур и госкорпораций по формированию системы координации и мер ответственности за реализацию Программы и приоритетных проектов, а также по формированию устойчивого спроса на нанопродукцию (в насто-

ящее время такой спрос отсутствует);

Развитие инфраструктуры и методической базы опережает развитие кадровой составляющей и нормативно-правовое обеспечение nanoиндустрии; технологический задел по ключевым направлениям создает перспективы создания конкурентоспособных продуктов для завоевания ниш и сегментов мирового рынка;

несмотря на предпринимаемые государством усилия, инфраструктура nanoиндустрии в России в целом еще не сложилась. Создаваемые ЦКП, НОЦ, вузы (реализующие у себя программы по нанотехнологиям) и т.п. плохо связаны друг с другом, их взаимодействие часто поверхностное, зачастую происходит дублирование функций;

инновационные программы регионов плохо увязаны с общефедеральными программами, не образуют единой структуры ни с соседними регионами, ни с общефедеральными программами, часть программ является несамостоятельными и не ориентирована на местные реалии. Синхронизация местных программ развития с общефедеральными, несомненно, может дать дополнительный синергетический эффект и ускорит развитие nanoиндустрии в Российской Федерации.



Рисунок 4. Данные по организациям nanoиндустрии и объемам финансирования

# Извлечение знаний из текстов научных публикаций и создание баз знаний в области нанобиотехнологии

В.А. Иванисенко<sup>1, 5</sup>, Н.Л. Подколотный<sup>1, 2, 5</sup>, П.С. Деменков<sup>1, 5, 6</sup>, Т.В. Иванисенко<sup>1</sup>, О.А. Подколотная<sup>1</sup>, Е.В. Игнатъева<sup>1</sup>, Т.М. Хлебодарова<sup>1</sup>, Н.Н. Подколотная<sup>1</sup>, Е.А. Анянко<sup>1</sup>, С.С. Гончаров<sup>6</sup>, Н.А. Колчанов<sup>1, 3, 4</sup>



Стремительное накопление в научной медико-биологической литературе информации о новых наноматериалах и их свойствах делает актуальной задачу автоматического анализа текстов публикаций и создания на этой основе баз знаний в области нанобиотехнологий. В ИЦиГ СО РАН совместно с ООО «ПБ-софт» с использованием методов text-mining разработана компьютерная технология, предназначенная для извлечения из научных текстов знаний о наноматериалах, используемых

в нанобиотехнологии, технологиях их получения и свойствах, включая мишени действия в живых организмах (гены, белки, биологические процессы и т.д.) и связи с заболеваниями. С применением разработанной системы к анализу публикаций из PubMed и InSpec создана база данных, содержащая иерархически устроенные словари названий наноматериалов, построенные при анализе текстов, и ассоциативные взаимосвязи между наноматериалами и молекулярно-биологическими объектами.

## ВВЕДЕНИЕ

Нанобиотехнологии – новое, быстро развивающееся направление науки и технологии, находящееся на стыке таких наук, как молекулярная биология и генетика, биомедицина, фармакология, химия, физика, материаловедение и др. Успехи нанобиотехнологии привели к созданию высокоэффективных нанобиодетекторов, геносенсоров, нанолечарств, средств доставки биологически активных веществ к определенному органу или ткани и др.

Важная задача аналитической поддержки проведения исследований и разработок в области нанобиотехнологии – экстракция, формализация и интеграция разрозненных знаний, представленных в научных публикациях и патентах. Отсутствие специализированных фактографических баз данных по нанобиотехнологиям, содержащих формализованное представление экспериментальных данных и знаний, делает задачу автоматической экстракции информации из публикаций о созданных новых материалах, методах их получения и областях применения чрезвычайно актуальной.

Следует подчеркнуть, что в силу междисциплинарного характера исследований публикации по нанобиотехнологии распределены по большому количеству библиографических баз данных: биологических, химических, физических и др. При этом существенно, что подавляющее число научных публикаций в мире в настоящее время обеспечивают химические и биологические науки. Так, база данных PubMed является самым обширным хранилищем текстов в области биологии и содержит более чем 20 миллионов рефератов научных статей, число которых увеличивается более чем на 1 млн в год. В химии аналогичным по объему ресурсом является CAS (Chemical Abstracts Service). Реферативная база данных InSpec включает информацию из области физики, химии, электроники, материаловедения, биофизики, биомедицины, нанотехнологии и т.д.

В последние годы наблюдается экспоненциальный рост публикаций, относящихся к нанотехнологиям (рис. 1). Эффективная экстракция информации из таких объемов публикаций становится невозможной без применения компьютерных средств интеллектуального анализа, поиска, систематизации и обработки текстов.

В настоящее время методы автоматического анализа текстов (text mining) получили широкое распространение в молекулярной биологии и биомедицине для выявления ассоциативных взаимосвязей между молекулярно-биологическими объектами (гены, белки, метаболиты

<sup>1</sup> Институт цитологии и генетики СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Лаврентьева, 10

<sup>2</sup> Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Лаврентьева, 6

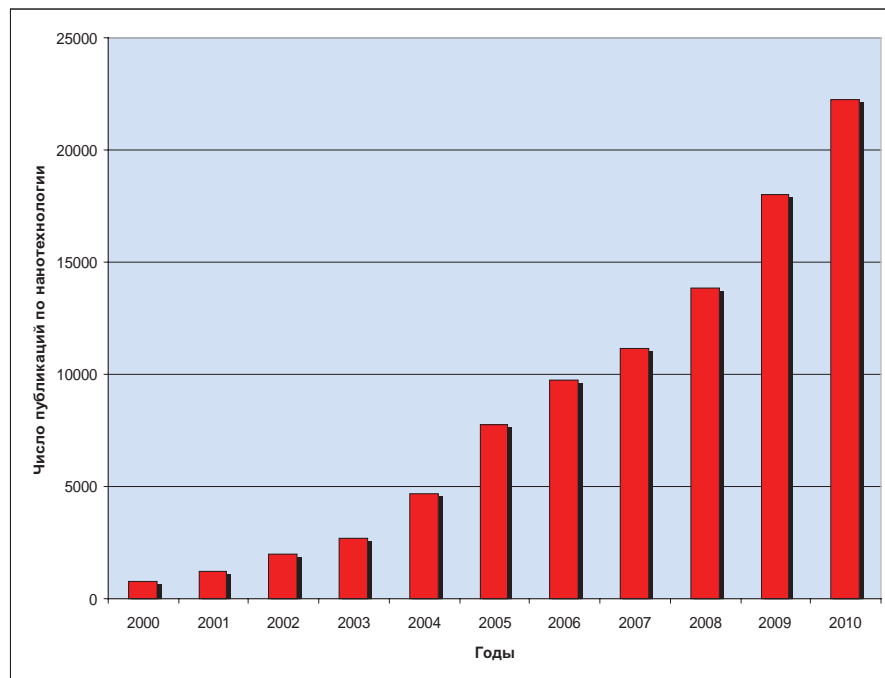
<sup>3</sup> НИЦ Курчатовский институт, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1

<sup>4</sup> Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

<sup>5</sup> ООО «Программные системы – предсказательная биология (ООО "ПБ-софт")», 630090, Новосибирск, просп. Лаврентьева, 10

<sup>6</sup> Институт математики им. С.Л. Соболева, 630090, Новосибирск, просп. Академика Колтунга, 4  
E-mail: salix@bionet.nsc.ru





**Рисунок 1.** Рост числа публикаций в базе данных PubMed по направлению нанотехнологии

и т.д.). Используются три основных подхода: подход, основанный на анализе совстречаемости названий объектов в текстовых документах и так называемый полный и поверхностный парсинг.

При анализе совместной встречаемости названий различных объектов предполагается, что объекты, участвующие в общих биологических процессах или непосредственно взаимодействующие друг с другом, чаще упоминаются в одном тексте по сравнению с объектами, не связанными с выполнением общей функции. К системам, предназначенным для анализа взаимодействий между белками и другими молекулярно-биологическими объектами, в частности, относятся PUBGENE [1], FACTA [2], BioGene [3], предназначенные для анализа взаимодействий между белками и другими молекулярно-биологическими объектами. Аналогичный подход использовался в ассоциативном анализе научных публикаций в области систем доставки лекарств [4].

Полный парсинг основывается на описании языка при помощи формальных грамматик. Основным недостатком этого метода являются его высокие требования к времени выполнения, в связи с этим он имеет ограниченную область применения. В качестве примера систем анализа текстов, работающих по принципу полного парсинга, можно привести PathwayStudio [5] и GeneScene [6].

Поверхностный парсинг основан на извлечении формализованной информации из текстов с использованием частичных связей между словами в предложении при помощи набора специаль-

ных шаблонов и правил. На этом методе основаны такие системы, как SUISEKI [7], Chilobot [8] и др. В частности, в работе [8] метод поверхностного парсинга применялся для классификации названий белков, извлеченных из текстов рефератов научных публикаций.

Ранее на основе подходов поверхностного парсинга текстов научных публикаций и анализа фактографических баз данных нами была разработана компьютерная система ANDCell, предназначенная для извлечения знаний о свойствах молекулярно-биологических объектов и их взаимодействиях в живых системах [9].

Однако существующие системы анализа текстов не ориентированы на область нанобиотехнологий. В связи с этим цель настоящей работы состояла в разработке подходов к автоматическому извлечению знаний, относящихся к области нанобиотехнологии из текстов научных публикаций и создании на этой основе баз данных по наноматериалам.

### НАНОМАТЕРИАЛЫ И ИХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫЕ СВОЙСТВА

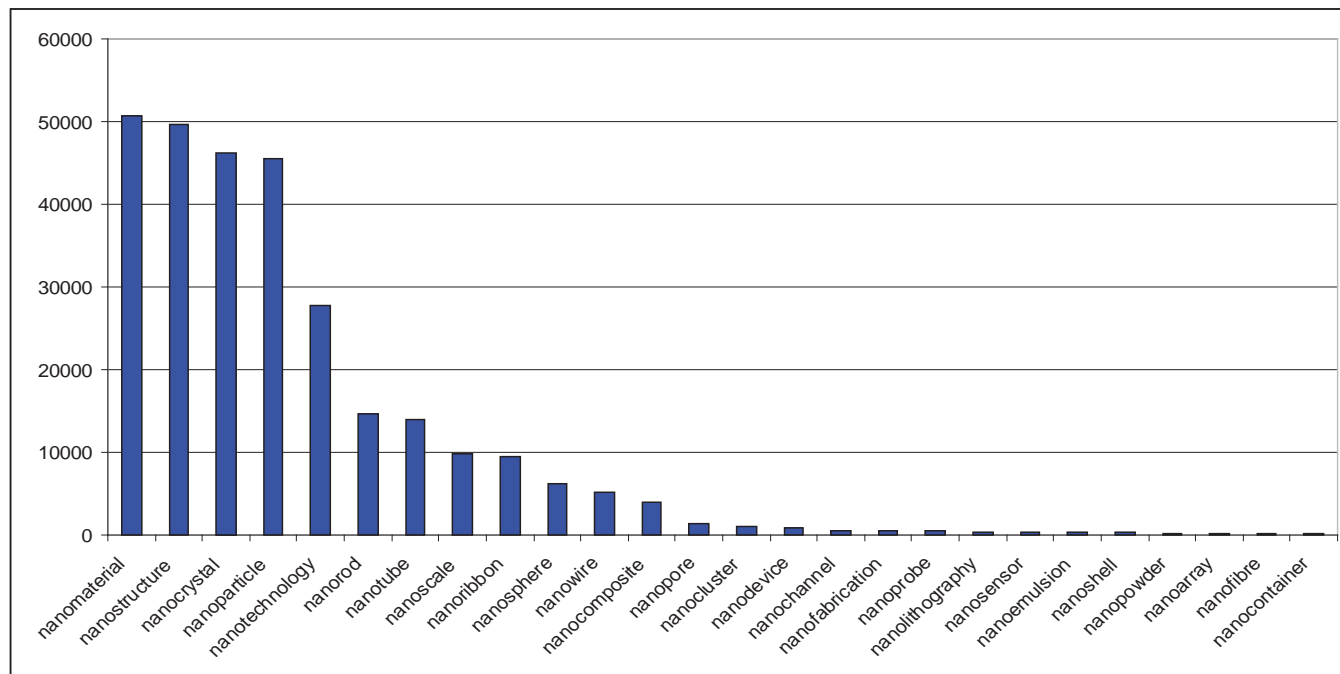
К наноматериалам относятся как нанобъекты, у которых один из характерных размеров находится в интервале от 1 до 100 нм (например, наночастицы, нанотрубки, нанопленки), так и наноструктурированные материалы. Именно характерный размер наночастиц и структурных элементов наноматериалов задает их уникальные и полезные с биотехнологической точки зрения свойства, поскольку размер многих биологических структур (клеточных

структур, молекул белка, РНК, ДНК) приближается к этому диапазону.

Другими базовыми характеристиками наночастиц/наноматериалов, определяющими множество биотехнологически значимых свойств, являются химический состав и форма. Для биологического применения наночастиц и наноматериалов большое значение имеет диапазон варибельности их характеристик: размера, формы, химического состава, наличия примесей. Например, для отделения ДНК-содержащих частиц вируса phi29 от пустых вирусных частиц разработана мембрана из оксида алюминия со средним размером пор 40 нм [10]. Выполнение этой задачи стало возможным благодаря тому, что технология получения мембраны обеспечивает точное соблюдение размера пор, то есть их низкую варибельность по диаметру.

Размер, форма и состав наночастиц/наноматериалов обуславливает их физико-химические характеристики (растворимость, плотность, твердость, прочность, удельная проводимость, электрокинетический потенциал, дзета-потенциал, электрический заряд, температура плавления и т.д.), что определяет их взаимодействие со структурами живых систем. Большая кривизна поверхности наночастиц и изменение топологии связи атомов на поверхности приводят к изменению их химических потенциалов. Вследствие этого существенно изменяется растворимость, реакционная и каталитическая способность наночастиц и их компонентов [11]. Например, большая удельная поверхность наноматериалов увеличивает их адсорбционную емкость, химическую реакционную способность и каталитические свойства. При попадании наночастиц в организм это может приводить, в частности, к увеличению продукции свободных радикалов и активных форм кислорода и далее – к окислительному стрессу и повреждению биологических структур (липиды, белки, нуклеиновые кислоты, в частности, ДНК) [12].

В свою очередь, вся совокупность геометрических, химических и физико-химических характеристик определяет такие важные свойства наночастиц/наноматериалов, как способность к проникновению в ткани и клетки, биосовместимость, скорость биодеградации и токсичность. Например, заряд частиц влияет на скорость их проникновения через барьерные структуры организма: отрицательно заряженные наночастицы диффундируют через муциновый слой слизистых поверхностей дыхательных путей и кишечника в 20–30 раз быстрее, чем аналогичные положительно заряженные [13]. Форма наночастиц может



**Рисунок 2.** Распределение частот встречаемости в текстах базы данных PubMed слов, содержащих подслово «нано». Показан фрагмент распределения для частот не ниже 100 встреч для слова (включая множественное число) во всех документах PubMed

быть фактором, определяющим биосовместимость: частицы TiO<sub>2</sub> в форме нанотрубок длиной 10 мкм повышали скорость образования тромба в цельной крови намного сильнее, чем TiO<sub>2</sub> в нанокристаллической форме [14].

Следует учитывать, что в биологической среде на поверхности наночастицы может образовываться так называемая корона, состоящая из биологических макромолекул, преимущественно белков (иммуноглобулины, белки системы комплемента, факторы свертывания крови, провоспалительные белки, сывороточный альбумин, витронектин, гемоглобин и др.) [11, 15]. В результате существенным образом изменяются физические свойства наночастицы, такие как поверхностный заряд, эффективный размер, стабильность в биологической среде и т.д., что может влиять на такие характеристики, как механизм поглощения наночастиц клетками, их распределение в органах, время жизни в организме и эффективность выведения из него.

Все эти характеристики крайне важны для описания биологического действия наноматериалов и возможности их биотехнологического использования. Вследствие этого на первом этапе создания базы данных по наноматериалам возникает необходимость формирования иерархических словарей названий наночастиц и характерных свойств наноматериалов, обуславливающих их биологическую активность.

### АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ СЛОВАРЕЙ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗНАНИЙ О НАНОМАТЕРИАЛАХ ИЗ ТЕСТОВ НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

Источником данных при построении словарей по наноматериалам были базы рефератов научных публикаций PubMed и InSpec. На основе публикаций, представленных в этих базах данных, был сформирован корпус текстовых документов, относящихся к области нанобиотехнологии, который в дальнейшем использовался для построения словарей и извлечения знаний о наноматериалах.

На первом этапе создания корпуса текстов экспертами формировался перечень и иерархия понятий в области нанобиотехнологий и наноматериалов, представленных терминами-дескрипторами. Результаты экспертного анализа в дальнейшем были расширены путем автоматической экстракции из текстов публикаций потенциальных терминов-дескрипторов. Весьма эффективным для первоначальной экстракции из текстов потенциальных терминов-дескрипторов, характеризующих понятия нанобиотехнологии, оказался подход, основанный на частотном анализе встречаемости в текстах слов, содержащих подслово «нано». Всего было найдено более 1000 таких слов.

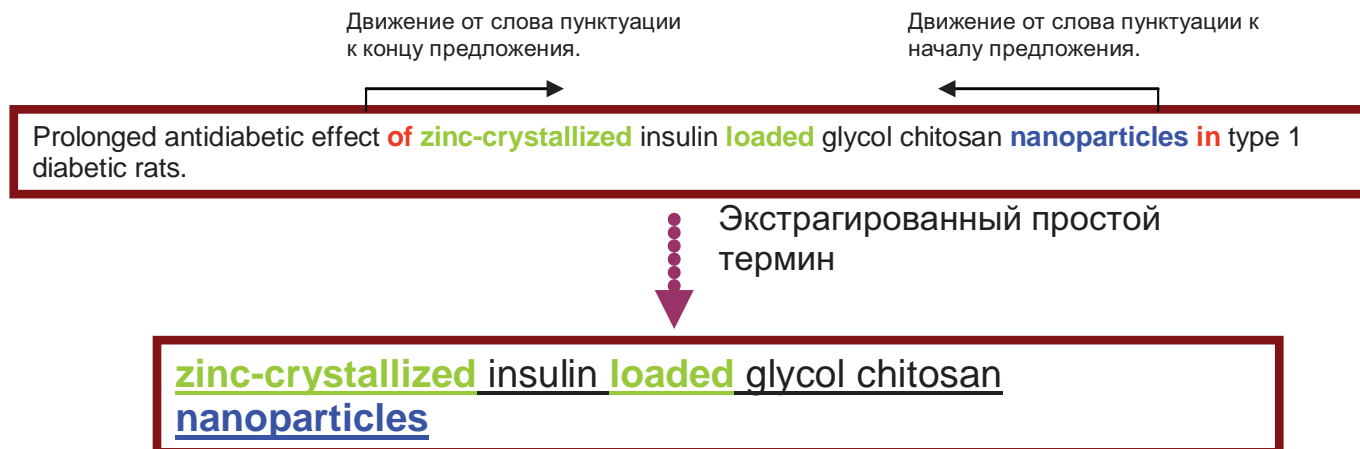
На рис. 2 показан фрагмент распределения частот встречаемости слов, содержащих подслово «нано», в текстах базы данных PubMed. Здесь в качестве запроса использовалась комбинация единствен-

ного и множественного числа. Например, использовались запросы, содержащие условия отбора документов, включающих ключевые слова «nanoparticle OR nanoparticles».

В списке слов, содержащих «nano», наиболее часто встречаемыми словами являются «nanomaterial» (наноматериал), «nanostructure» (наноструктура), «nanocrystal» (нанокристалл), «nanoparticle» (наночастица), «nanotechnology» (нанотехнология), «nanorod» (нанопалочка), «nanotube» (нанотрубка), «nanoscale» (наношкала), «nanoribbon» (нанорезина), «nanosphere» (наносфера), «nanowire» (нанопроволока), «nanocomposite» (нанокомпозит), «nanopore» (нанопора), «nanocluster» (нанокластер) и т.д. Многие из них характеризуют определенные классы наноструктур.

В этом же списке слов, построенном на частотном анализе, содержатся термины-дескрипторы, характеризующие нанотехнологии, например «nanotechnology» (нанотехнология), «nanolithography» (нанолиитография). Такие базовые термины-дескрипторы в дальнейшем рассматривались экспертами, и на основе этого проводилось расширение перечня классов, понятий и объектов нанобиотехнологии.

С применением разработанного таким образом перечня понятий нанобиотехнологии формировался корпус текстов из базы данных PubMed и InSpec по наноматериалам. Количе-



**Рисунок 3.** Пример экстракции из текста простого названия наночастиц, содержащих инсулин с использованием метода Slide and trim. Здесь nanoparticles – термин-дескриптор, показывающий принадлежность названия наноматериала к наночастицам; of, in – формальные слова-пунктуации (грамматическая интерпретация); Loaded, zinc-crystallized – ключевые слова, обеспечивающие формирование простого термина

ство документов в сформированном корпусе составило более 387 000, из них около 87 000 документов были экстрагированы из базы PubMed и более 300 000 из базы InSpec.

Для автоматической экстракции названий наноматериалов из текстов корпуса нами использовались два подхода, названных «Метод скольжения открытой рамкой (Slide and trim)» и метод шаблонов. Метод Slide and trim предназначен для выделения из текста

простых названий наноматериалов – лексических единиц, не содержащих глаголов. В общем виде данный подход основан на поиске в предложении термина-дескриптора и выделения фрагмента предложения, включающего этот термин, ограниченного специальными словами-пунктуациями (рис. 3).

Второй подход, основанный на методе шаблонов, использовался для экстракции сложно устроенных названий наноматериалов, состоящих из комбинации

простых названий. На основе морфологического и поверхностно-синтаксического анализа текстов корпуса экспертами были созданы шаблонные конструкции, позволяющие выделять фрагмент предложения, содержащий взаимосвязанные между собой простые названия, формирующие составное название наноматериала. Подход к экстракции терминов из текста, основанный на использовании шаблонных конструкций, позволил не только сформировать словарь названий нанома-

**Sentence:** *By assembling carbon and metallic clusters seeded in a supersonic beam, we have grown films consisting of metal nanoparticles embedded in a nano-structured carbon matrix.*

**Pattern:** SimpleObject-consisting\_of-SimpleObject-embedded-SimpleObject.

**Output:**

**SimpleObject 1:** *films;*

**Role:** *class;*

**SimpleObject 2:** *metal nanoparticles;*

**Role:** SimpleObject 2 *part\_of* CompositeObject 1;

**SimpleObject 3:** *nano-structured carbon matrix;*

**Role:** SimpleObject 3 *part\_of* CompositeObject 1;

**CompositeObject 1:** *metal nanoparticles embedded in a nano-structured carbon matrix;*

**Role:** CompositeObject 1; *part\_of* CompositeObject 2;

**CompositeObject 2:** *films consisting of metal nanoparticles embedded in a nano-structured carbon matrix;*

**Role:** CompositeObject 2 *is\_a* SimpleObject 1;

**Рисунок 4.** Пример машинной выдачи результата работы метода шаблонных конструкций, предназначенного для экстракции названий наноматериалов из предложения и установления их иерархического взаимоотношения. Используются следующие обозначения: **Sentence** – предложение; **Pattern** – шаблон; **consisting\_of, embedded** – ключевые слова связки, имеющие смысл «состоит из», «встроенный», «вкрапленный» и т.д.; **SimpleObject** – простое название объекта (наноматериала), идентифицированное в предложении с использованием созданного ранее словаря; число означает идентификатор термина в предложении; **CompositeObject** – составное название объекта (наноматериала), экстрагированное из текста программой в результате выполнения шаблона; **Role** – тип взаимоотношения (part\_of, is\_a)

## Nanoparticles

### Chitosan nanoparticles

#### Chitosan-DNA nanoparticles

Chitosan plasmid DNA nanoparticles encoding zona pellucida glycoprotein 3alpha  
Chitosan/pvax1 pzp3alpha plasmid DNA nanoparticles  
Chitosan/plasmid DNA nanoparticles encoding pdgf

#### Chitosan-gold nanoparticles

Chitosan stabilized gold nanoparticles  
Chitosan glucose oxidase gold nanoparticles biocomposite  
Biocompatible carboxymethyl chitosan gold nanoparticles nano composite  
Chitosan gold nanoparticles film

**Chitosan (cs)/gold nanoparticles (gnp)/glucose oxidase (god) multilayer film**

Layer by layer assembled chitosan (cs)/gold nanoparticles (gnp)/glucose oxidase (god) multilayer film

## Nanotubes

### Carbon nanotubes

#### Concentric carbon nanotubes

#### Chiral carbon nanotubes

Chiral single walled carbon nanotubes

**Chiral single walled carbon nanotubes cap**

Handed chiral double wall carbon nanotubes

Chiral polymer carbon nanotube composite films

Chiral semiconducting carbon nanotubes

Non chiral carbon nanotubes

## Nanowires

### Cobalt nanowires

#### Ferromagnetic cobalt nanowires

#### Cobalt ferrite nanowires

Cobalt ferrite nanowires with average diameter of 50 nm

#### Post containing cobalt nanowires

Magnetic post containing cobalt nanowires

**Microfabricated magnetic post containing cobalt nanowires**

#### Cobalt oxide nanowires

Ps coated cobalt oxide nanowires afforded CO(3)O(4) metal oxide material

**Film of ps coated cobalt oxide nanowires afforded CO(3)O(4) metal oxide material**

Interconnected cobalt oxide nanowires

Single cobalt oxide nanowires

Diphenylalanine/cobalt oxide hybrid nanowires

Diphenylalanine/cobalt (ii, iii) oxide (CO(3)O(4)) composite nanowires

#### Cobalt ion based coordination polymer nanowires

#### Cobalt nanowires surrounded by magnetite nanotubes sheath

## Nanobiosensor

### Peptide coated nanotube based biosensor

### Peptide coated nanotube based biosensor for detection of disease autoantibody

Рисунок 5. Пример описания наночастиц, нанотрубок, нанопроволок и нанобиосенсоров в автоматически сгенерированном иерархическом словаре наноматериалов

териалов, но также автоматически провести их иерархическую классификацию путем установления взаимоотношений типа **part\_of** (часть) и **is\_a** (является подклассом).

Пример экстракции составного названия наноматериала при разборе предложения «By assembling carbon and metallic clusters seeded in a supersonic beam, we have grown films consisting of metal nanoparticles embedded in a nano-structured carbon matrix», содержащего три простых термина, приведен на *рис. 4*.

Из *рис. 4*, представляющего собой пример машинной выдачи результата работы шаблона, можно видеть, что распознанный термин «films» идентифицирован как **SimpleObject 1**. Его роль определена как некий общий класс наноматериалов (Role:class;).

Термин «metal nanoparticles» идентифицирован как **SimpleObject 2**. «nano-structured carbon matrix» идентифицирован как **SimpleObject 3**. Распознавание названий этих наноматериалов в тексте предложения осуществлялось программой с использованием словаря простых имен наноматериалов. Термин «metal nanoparticles embedded in a nano-structured carbon matrix» идентифицирован как составное название **CompositeObject 1**, включающее в себя два простых названия **SimpleObject 2** и **SimpleObject 3**. Соответственно **SimpleObject 2** и **SimpleObject 3** были отнесены к **CompositeObject 1** как **part\_of**.

Термин «films consisting of metal nanoparticles embedded in a nano-structured carbon matrix» идентифицирован как составное название **CompositeObject 2**, включающее в себя имена объектов **SimpleObject 1** и **CompositeObject 1**. При этом объект **CompositeObject 2** относится к **SimpleObject 1** как **is\_a**, что означает, что «films consisting of metal nanoparticles embedded in a nano-structured carbon matrix» является классом пленок (films).

Таким образом, с применением методов автоматического анализа текстов был создан словарь названий наноматериалов, содержащий более 180 000 простых и составных терминов, связанных между собой иерархическими взаимоотношениями. На *рис. 5* показаны примеры описания некоторых наночастиц, нанотрубок, нанопроволок и нанобиосенсоров в словаре наноматериалов, который был создан на основе автоматического анализа текстов.

Например, Nanoparticles представляет класс наночастиц, включающий подкласс Chitosan nanoparticles (хитозановые наночастицы), который, в свою очередь, содержит такие подклассы, как Chitosan-DNA nanoparticles (хитозановые наночастицы с ДНК) и Chitosan-gold

**Doxorubicin-CdS** nanoparticles: a potential **anticancer** agent for enhancing the drug uptake of cancer cells.

A novel strategy of enhancing the drug uptake by cancer cells through the combination of **anticancer** drug **doxorubicin** with **cadmium sulfide (CdS)** nanoparticles has been explored by using confocal fluorescence scanning microscopy as well as electrochemical studies, which demonstrates that **CdS** nanoparticles can readily conjugate with doxorubicin on the targeted cancer cells and **facilitate the uptake of drug** molecules in the **human leukemia K562 cells**. Besides, our observations also indicate that the aggregation of the leukemia cells occurred when **CdS** nanoparticles were introduced into the relative target system together with **doxorubicin**, suggesting that the specific association of **CdS** nanoparticles with biologically active molecules on the surface of **leukemia K562 cells** may change some **biorecognition** or **signal transfer pathway** among cancer cells. It is suggested that the competitive binding of **CdS** nanoparticles with accompanying **cells** could efficiently prevent the cells and thus inhibit the relative cancer cells.

PMID: 17450775

**Конструкция:** Doxorubicin-CdS nanoparticles  
**Компоненты:** doxorubicin, cadmium sulfide (CdS)  
**Целевая функция:** facilitate drug uptake  
**Мишень действия:**  
**Заболевание:** cancer  
**Процесс:** biorecognition, signal transfer  
**Объект**  
**Организм:** human  
**Орган:** blood  
**Клетка:** leukemia K562 cells

**Рисунок 6.** Пример автоматической экстракции из текста информации о фармакологических свойствах наночастиц, изготовленных из доксорубицина и сульфата кадмия (Doxorubicin-Cds), предназначенной для записи в базу данных по наноматериалам

nanoparticles (хитозановые наночастицы с атомами золота) и т.д.

Необходимо отметить, что автоматизация процесса создания словарей позволяет проводить их автоматическое обновление за счет обработки новых текстов в предметной области по описанной выше схеме.

### АНАЛИЗ ДАННЫХ, ПОИСК НОВЫХ АССОЦИАЦИЙ И ВЫВОД НОВЫХ ЗНАНИЙ

Ассоциативные логические связи между объектами, представленными в созданных словарях, устанавливались на основании использования шаблонных конструкций анализа текстов. Индикаторами типа связи в шаблонах служили специальные слова-связки.

Рассмотрим пример шаблона для извлечения информации о связи между наноматериалами и методами их получения:

**nanomaterial(1,2)-words(0,2)-prepared\_by-words(0,2)-method,**

где **nanomaterial** — любой термин из словаря наноматериалов, включающий простые и составные имена;

**prepared\_by** — одно из слов-связок, имеющее смысл **произведенный, изготовленный с помощью** и т.д.;

**method** — любой термин из словаря технологий.

Согласно шаблону, из предложения «**PLA-PEG and PLGA-PEG nanoparticles** have been **produced by emulsification-solvent evaporation, solvent displacement and salting**

**out methods**» будет экстрагирована и занесена в базу данных информация, связывающая названия наноматериалов **PLA-PEG** и **PLGA-PEG nanoparticles** с технологиями их получения **emulsification-solvent evaporation, solvent displacement and salting out methods**.

На *рис. 6* показан пример анализа текста и экстракции из него информации о молекулярно-биологических свойствах наночастиц, содержащих доксорубицин.

Доксорубицин обладает высокой противоопухолевой и противолейкозной активностью. Из представленного на рисунке текста была экстрагирована информация о наночастицах, в состав которых входило это соединение, фармакологические свойства наночастиц, а также мишени действия препарата. Использование наночастиц обеспечило повышенное проникновение препарата в клетку.

В качестве другого примера ассоциативных логических связей между наноматериалами, нанобиотехнологиями и областями их применений, полученных при анализе уже большого количества публикаций, можно привести сеть ассоциативных связей вещества хитозан (*рис. 7*). Хитозан — природный полимер, основным источником которого является хитин членистоногих. Высокая биосовместимость и биоразлагаемость, низкая токсичность делают возможным применение хитозана в качестве основы для создания новых биоматериалов. Технология

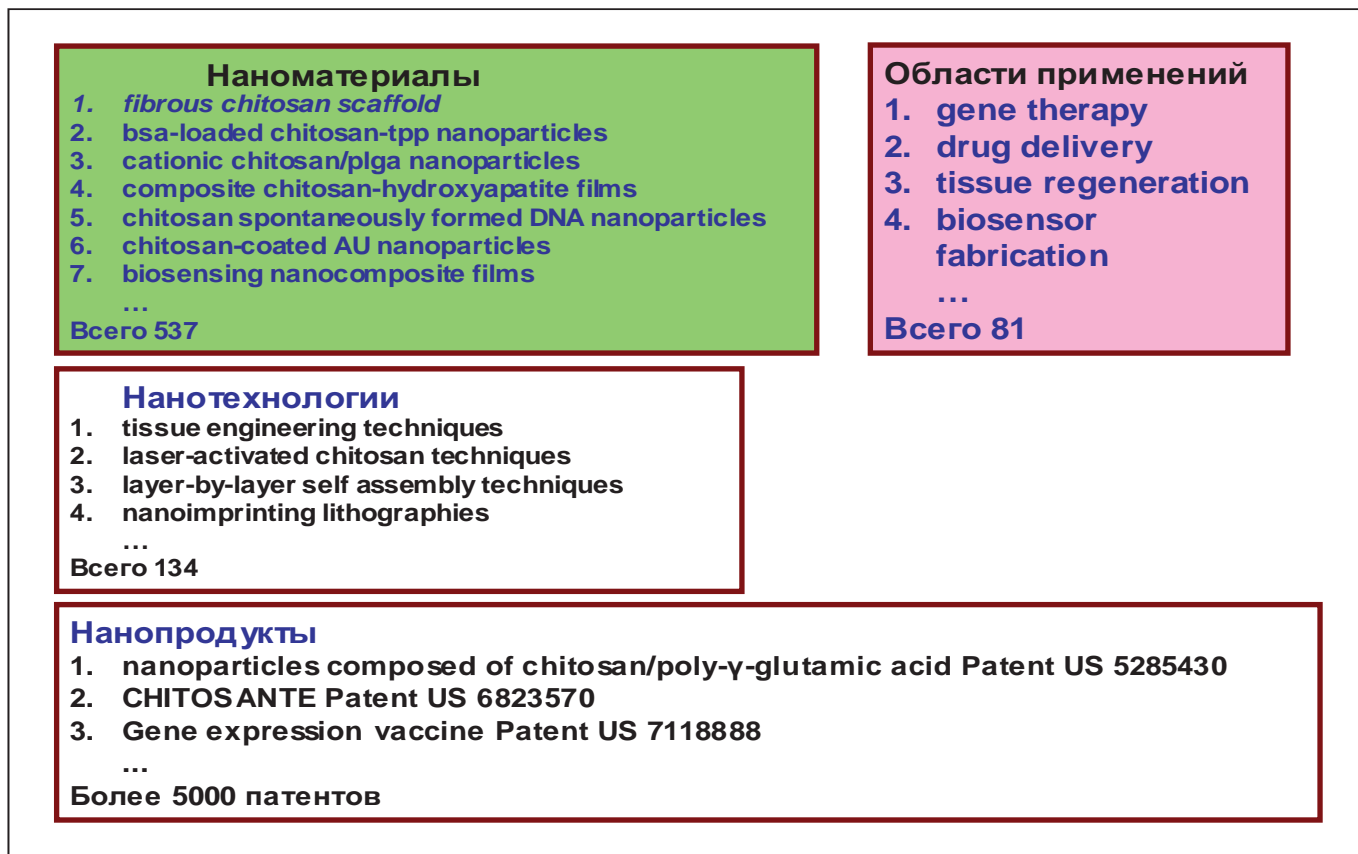


Рисунок 7. Пример ассоциативной сети взаимосвязей хитозана с наноматериалами, нанотехнологиями, нанопродуктами и областями применения. Указаны фрагменты данных по связям, представленным в созданной базе данных по наноматериалам

автоматического анализа текстов позволила выявить 587 разновидностей наноматериалов на основе хитозана, включая подложки для искусственного выращивания хрящевой ткани, наночастицы и нанопленки, в состав которых входит хитозан, и т.д. Ассоциативная сеть взаи-

мосвязей хитозана включает 81 область их применения. Например, волокнистые хитозановые подложки эффективны для выращивания соединительной ткани и применяются в регенеративной медицине [16]. Наночастицы на основе хитозана широко используются как средство

доставки лекарств. Такие частицы просты в приготовлении и легко проникают через слизистые покровы организма [17]. Хитозановые пленки могут быть использованы при конструировании биосенсоров [18].

Информация о взаимосвязях между объектами в разработанной нами базе данных может быть визуализирована в графическом виде. Для графического представления данных используются так называемые ассоциативные семантические сети, представляющие собой граф, вершинами которого являются объекты базы данных (наноматериалы, технологии, белки, гены, метаболиты, заболевания и др.), а ребрами — взаимосвязи между объектами. Такое представление облегчает восприятие информации и позволяет вычленять цепочки ассоциаций между объектами, обеспечивающие в конечном итоге получение новых знаний, которые могут представлять высокую практическую значимость.

В качестве примера построения ассоциативной сети рассмотрим циклоспорин и его взаимосвязи, представленные в нашей базе данных. Циклоспорин А — циклический пептид природного происхождения (состоит из 11 аминокислотных остатков), применяется при трансплантациях для подавления тканевой несовме-

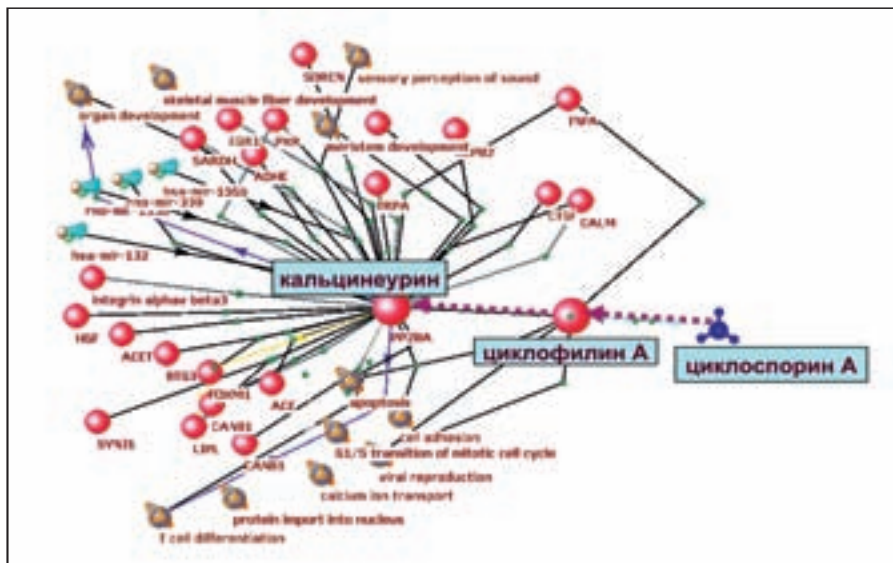


Рисунок 8. Ассоциативная сеть одного из возможных механизмов действия циклоспорина А, реконструированная по данным, автоматически извлеченным из различных источников литературы

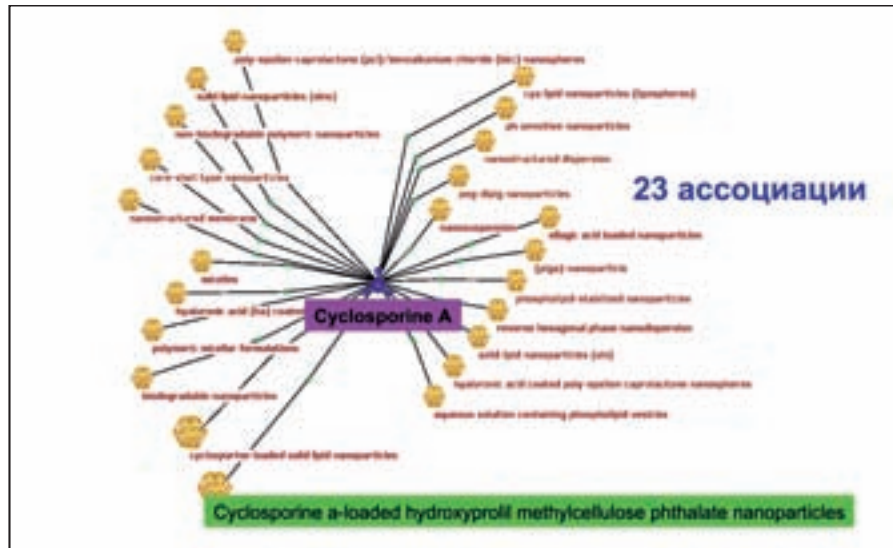


Рисунок 9. Ассоциативная сеть связей циклоsporина с наноматериалами

стимости. Существует много фрагментарных данных об ассоциациях циклоsporина с функциями белков, генов и генетических систем, однако механизмы его действия изучены плохо. Ассоциативная сеть одного из возможных механизмов действия циклоsporина А, реконструированная по данным, автоматически извлеченным из различных источников литературы, приведена на рис. 8.

Рассмотрим одну из цепочек ассоциаций, представленных в данной сети. Циклоsporин А связывается с циклофилином А. Образованный комплекс «циклоsporин – циклофилин А» ингибирует кальций/кальмодулин зависимую фосфатазу (кальцинеурин), что обеспечивает супрессию иммунного ответа через регуляцию транспорта в ядро клетки транскрипционного фактора NFAT (nuclear factor of activated T cells), регулирующего ген IL-2. На рисунке видно, что кальцинеурин также ассоциирован с большим количеством других белков и молекулярно-биологических процессов.

На основании экстрагированной из литературы информации можно построить ассоциативную сеть связей циклоsporина с наноматериалами (рис. 9). В данном случае выявлено 23 ассоциации циклоsporина и нанообъектов. Анализ этих ассоциаций может способствовать получению более полного представления о том, как включение циклоsporина в состав различных наноматериалов влияет на его свойства. В частности, согласно этим данным, включение циклоsporина в состав наночастиц НРМСР (hydroxypropyl methylcellulose phthalate), выделенный зеленым маркером на рис. 9) значительно улучшает его фармакологические свойства, в том числе усиливает биодоступность препарата.

Рассмотренные примеры иллюстрируют способы анализа информации, автоматически извлекаемой из научных публикаций с помощью созданных словарей и методов обработки текстов. Результаты этого анализа, представленные в графическом виде, помогают исследователям в понимании полной картины молекулярных взаимодействий, в которые вовлечены продукты нанобиотехнологии, а также взаимосвязей между наноматериалами, нанопродуктами, нанотехнологиями и областями их применения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Jenssen T.K., Laegreid A., Komorowski J., Hovig E. // A literature network of human genes for high-throughput analysis of gene expression. *Nat Genet.* 2001. V. 28(1). P. 21–28.
- Tsuruoka Y., Tsujii J. and Ananiadou S. // FACTA: a text search engine for finding associated biomedical concepts. *Oxford Journal.* 2008. P. 1460–2059
- Rolfs A., Hu Y., Ebert L., Hoffmann D., Zuo D., Ramachandran N., Raphael J., Kelley F., McCarron S., Jepson D.A., Shen B., Baqui M.M.A., Pearlberg J., Taycher E., DeLoughery C., Hoerlein A., Korn B. and LaBoer J. // A Biomedically Enriched Collection of 7000 Human ORF Clones. *PLoS ONE.* 2008. V. 3(1). P. e1528.
- Угольникова О.А., Демич Ю.А., Лисица А.В., Кистанова В.Ю., Корнюшко В.Ф., Арчаков А.И., Швец В.И. // Использование ассоциативного анализа для обработки научных публикаций в области систем доставки лекарств. *Вестник МИТХТ*, 2010, № 2, С. 91–96.
- Nikitin A., Egorov S., Daraselia N. and Mazo I. // Pathway studio – the analysis and navigation of molecular networks. *Bioinformatics.* 2003. V. 19(16). P. 2155–2157.
- Leroy G. and Chen H. // Filling preposition-based templates to capture information from medical abstracts. *Pac. Symp. Biocomput.* 2002. P. 350–61.
- Blaschke C. and Valencia A. // The potential use of SUISEKI as a protein interaction discovery tool. *Genome Inform.* 2001. V. 12. P.123–134.
- Chen H. and Sharp B.M. // Content-rich biological network constructed by mining PubMed abstracts. *BMC Bioinformatics.* 2004. V. 5. P.147.
- Деменков П.С., Аман Е.Э., Иванисенко В.А. // Associative Network Discovery (AND) – компьютерная система для автоматической реконструкции сетей ассоциативных знаний о молекулярно-генетических взаимодействиях // *Вычислительные технологии*. Т. 13, № 2. 2008. С. 15–19.
- Johnson J.E., Chiu W. // DNA packaging and delivery machines in tailed bacteriophages. *Curr Opin Struct Biol.* 2007 Apr;17(2):237–243.
- Nel AE, Mädler L, Velegol D, Xia T, Hoek EM, Somasundaran P, Klaessig F, Castranova V, Thompson M. // Understanding biophysicochemical interactions at the nano-bio interface. *Nat Mater.* 2009 Jul. 8(7). P. 543–557.
- Nel A., Xia T., Mädler L., Li N. // Toxic potential of materials at the nanolevel. *Science.* 2006 V. 311. № 5761, P. 622–627.
- Croter J.S., Carrier R.L. // *Macromol Biosci.* 2010. V. 10. № 12. P. 1473–83
- Roy SC, Paulose M, Grimes CA. // *Biomaterials.* 2007. V. 28. № 31. P. 4667–72.
- Lundqvist M., Stigler J., Elia G., Lynch I., Cedervall T., Dawson, K. A. // *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2008 V. 105. № 38. P.14265–14270.
- Ragety G.R., Slavik G.J., Cunningham B.T., Schaeffer D.J., Griffon D.J. // Cartilage tissue engineering on fibrous chitosan scaffolds produced by a replica molding technique. *J. Biomed. Mater. Res.* 2010. V. 93. № 1. P. 46–55.
- Agnihotri S.A., Mallikarjuna N.N., Aminabhavi T.M. // Recent advances on chitosan-based micro- and nanoparticles in drug delivery. *J. Control Release.* 2004. V. 100. № 1. P. 5–28.
- Li J., Liu Q., Liu Y., Liu S., Yao S. // DNA biosensor based on chitosan film doped with carbon nanotubes. *Analytical Biochemistry.* 2005. V. 346. № 1. P. 107–114.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование методов анализа текстов научных публикаций в области нанобиотехнологий дает возможность выявлять знания о наноматериалах и наноконструкциях, их свойствах, нанотехнологиях, используемых для их производства, а также строить ассоциативные связи между нанообъектами и молекулярно-биологическими мишенями их действия в живых организмах (белками, генами, клеточными мембранами, низкомолекулярными соединениями и т.д.). Важной информацией для биомедицины и фармакологии также является извлечение из текстов ассоциаций между нанообъектами и заболеваниями человека. Таким образом, разработанные нами подходы к анализу текстов, позволяющие автоматически извлекать знания о наноматериалах и их свойствах, накопленные в огромных объемах научных публикаций, могут представлять высокую практическую значимость для создания новых высокоэффективных лекарств, а также безопасных для здоровья веществ, содержащих наноматериалы, использующихся в разных сферах нашей жизни.

Работа поддержана Министерством образования и науки РФ (государственные контракты № 02.740.11.0882, 02.514.11.4123), ФАНИ (государственный контракт № 2.514.11.4065), СО РАН (Междисциплинарные интеграционные проекты № 111, 119 и 26).

# Факультет наук о материалах Московского государственного университета – вчера, сегодня, всегда...

О.А. Брылев, Е.А. Еремина, Е.А. Гудилин, Ю.Д. Третьяков

## ИЗ ИСТОРИИ ФАКУЛЬТЕТА

История факультета наук о материалах (ФНМ) ведет начало с 1991 г. В это время вся естественно-научная общественность была охвачена сверхпроводящим «бумом». В конце 1986 года швейцарские физики А. Мюллер и Д. Беднорц, позже ставшие Нобелевскими лауреатами, открыли новый класс оксидных соединений, обладающих свойствами высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). Почти все исследователи, работающие в этом направлении,

столкнулись с необходимостью научной универсальности, означающей, что химики должны прекрасно владеть физическими методами и знать основные физические законы, а физикам необходимо знать, как можно создать материал, обладающий структурно-чувствительными свойствами. Насущные потребности быстро развивающихся наук, находящихся «на стыке» различных дисциплин, продиктовали необходимость создания специального материаловедческого факультета в таком классическом университете, как МГУ. Таким факультетом стал Высший колледж наук о материалах (ВКНМ), преобразованный впоследствии в ФНМ (факультет наук о материалах).

ФНМ был задуман изначально как междисциплинарный факультет МГУ, предназначенный для формирования элитарных материаловедов-исследователей, способных проводить исследования в смежных областях химии, физики и механики материалов, обладающих хорошей общенаучной подготовкой и навыками конкретной экспериментальной работы. Вполне очевидно, что

в полном объеме решить такую задачу в рамках традиционных образовательных программ было невозможно. В этом отношении ФНМ – уникальное для классических университетов России учебное подразделение.

С другой стороны, создание ФНМ преследовало цель объединить молодых талантливых сотрудников традиционных факультетов, работающих в области материаловедения, а также упразднить разрыв между исследователями МГУ, научными институтами РАН и различными ведомствами на рельсах интеграции образовательной и исследовательской деятельности.

## УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

В основе обучения на ФНМ лежит междисциплинарный подход. Студенты ФНМ проходят фундаментальную подготовку по высшей математике, химии, физике, механике и гуманитарным дисциплинам, изучают ряд специально разработанных теоретических курсов, а также выполняют практические работы.

Главное отличие системы подготовки студентов на ФНМ – режим максимального благоприятствования для занятий научной работой. Студенты вовлекаются в научную работу уже с первого дня обучения на факультете, когда им выделяется индивидуальный куратор, под руководством которого они выполняют свою научную работу. Студенты имеют возможность работать в лабораториях химического, физического, механико-математического (а потенциально геологического и биологического) факультетов, институтов РАН и совместных на учено-образовательных центров. Каждый семестр завершается научно-практической студенческой конференцией, на которой студенты докладывают о текущих результатах своей научной работы, а специальное жюри оценивает их выступления.

Еще одна характерная черта учебного плана – уменьшение числа обязательных дисциплин для старшекурсников, с тем чтобы они могли выбирать сами спецкурсы, которые в дальнейшем будут важны для их научного роста (а выбор таких курсов очень широк). При этом каждый из читаемых курсов является собой законченный раздел науки, который может быть воспринят студентом без дополнительной подготовки.

План приема на ФНМ составляет 25 бюджетных мест. Такой небольшой набор обусловлен индивидуальной работой с каждым студентом. Для оценки качества учебной работы



Здание факультета наук о материалах (лабораторный корпус Б)



студентов используется система индивидуального рейтинга, в которой при помощи баллов оцениваются все виды работы студентов (контрольные работы, коллоквиумы, домашние задания и т.д.). На основании общей суммы баллов выставляется итоговая отметка, и такая ситуация, что «от сессии до сессии живут студенты весело», на ФНМ принципиально невозможна.

На ФНМ реализована двухступенчатая система обучения «бакалавр – магистр», благодаря которой студенты, обучающиеся четыре года в бакалавриате ФНМ по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов», сдают государственный экзамен, выполняют квалификационную работу и получают диплом бакалавра материаловедения государственного образца, а затем еще в течение двух лет обучаются в магистратуре и, защитив дипломную работу, получают диплом магистра.

Защита дипломных работ бакалавров и магистерских диссертаций выпускников ФНМ является знаковым событием в жизни факультета. Сегодня в состав ГАК ФНМ, оценивающей дипломные работы магистрантов, входят 24 ведущих специалиста из научно-исследовательских институтов РАН и вузов, половина членов комиссии являются действительными членами или членами-корреспондентами РАН, традиционно для участия в работе ГАК приглашаются представители отечественного и зарубежного бизнеса, ОАО «Роснано».

Особое внимание ФНМ уделяет интеграции науки и образования. С самого основания факультета началось тесное сотрудничество с институтами Академии наук. В ходе сотрудничества создано 7 базовых кафедр и учебно-научных центров с участием институтов РАН:

- Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН,
- Институт проблем химической физики РАН (г. Черноголовка),
- Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН,
- Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН,
- Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН,
- Институт физико-химических проблем керамических материалов РАН,
- Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН.

Факультет наук о материалах имеет широкие научные контакты и совмест-



Заместитель декана ФНМ А.В. Лукашин защищает докторскую диссертацию

ные договора о сотрудничестве с зарубежными университетами и многими исследовательскими организациями США, Германии, Франции, Швеции, Японии, Южной Кореи.

Согласно учебному плану студенты имеют возможность прохождения зарубежной стажировки в 10-м семестре (5-й курс). Совместная научная работа на факультете проводится в рамках грантов INTAS, DFG, DFG-РФФИ, DAAD, РФФИ-ГФЕН, Copernicus, CRDF и др.

### ДОКТОРАНТУРА И АСПИРАНТУРА

С 1998 года на ФНМ МГУ функционирует очная аспирантура, в которой за 3 года осуществляется подготовка специалистов высшей квалификации в области фундаментального материаловедения. Учитывая междисциплинарную направленность исследований, выполняемых на ФНМ, в 2001 году на факультете наук о материалах был создан Диссертационный совет Д 501.002.05, на котором принимают к защите кандидатские и докторские диссертации по трем специальностям: физике конденсированного состояния (01.04.07), химии твердого тела (02.00.21) и неорганической химии (02.00.01). На Диссертационном совете защищают свои работы не только выпускники ФНМ, но и те научные сотрудники, исследование которых находится на стыке наук и которым важна объективная оценка специалистов из различных областей. О высокой эффективности на ученой работе аспирантов свидетельствует тот факт, что среднее число публикаций соискателя степени кандидата на ук

составляет более 12, что существенно превышает соответствующие показатели по МГУ в целом.

Аспиранты ФНМ имеют возможность обучаться в совместной аспирантуре ФНМ с университетами Франции. После завершения совместной аспирантуры и защиты диссертации молодые исследователи получают не только российский диплом кандидата наук, утвержденный ВАК РФ, но и сертификат о присвоении степени Ph.D. во Франции.

Отличительной чертой диссертаций, защищенных на Диссертационном совете Д 501.002.05, является их междисциплинарность, 14 % всех работ были выполнены по двум специальностям, что еще раз подтверждает специфику ФНМ. В заключение необходимо отметить, что с 2001 года 72 выпускника аспирантуры ФНМ МГУ успешно защитили кандидатские диссертации, а двое выпускников ФНМ: А.В. Лукашин и А.А. Босак – стали докторами наук.

### ИНТЕРНЕТ-ОЛИМПИАДА ПО НАНОТЕХНОЛОГИЯМ

С 2006 г. ФНМ МГУ – инициатор и организатор Всероссийской интернет-олимпиады по нанотехнологиям, до сих пор не имеющей аналогов в нашей стране. Число участников за пять лет существования олимпиады выросло от 1000 до 8000 человек.

В рамках олимпиады создан «Клуб участников Олимпиады», основное назначение которого обучить всех желающих основам нанотехнологий. В «Клубе участников» на сайте [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) представлены видеокурсы лекций, посвященных проблемам развития нанотехнологий, там же находятся все учебные материалы, необходимые для самоподготовки. Это означает, что олимпиада выполняет не только проверяющие функции, но и позволяет участникам получить необходимые новые знания.

Задачи, предлагаемые участникам для решения, посвящены самым разным областям знаний: физике, химии, математике, биологии, медицине, строительству, журналистике, педагогике, и это означает, что и явный «гуманитарий», и стопроцентный «технар» могут найти что-то интересное для себя.

Олимпиада имеет международный характер не только благодаря участникам, но и авторам задач, которые живут и работают в самых разных регионах мира. Это означает, что проблемы, над решением которых трудятся участники, являются международными.



Церемония закрытия III олимпиады по нанотехнологиям. Ректор МГУ В.А. Садовничий и декан ФНМ МГУ Ю.Д. Третьяков

В отличие от традиционных олимпиад, которые, как правило, охватывают узкий по возрасту круг участников и, в основном, ограничиваются школьниками старших классов и абитуриентами, в интернет-олимпиаде по нанотехнологиям нет никаких возрастных ограничений, поэтому в каждом предметном разделе есть задачи как для школьников, так и для более взрослой аудитории, что позволяет оценить проблему с различных точек зрения.

В отличие от традиционных олимпиад, которые посвящены только одной дисциплине, интернет-олимпиада по нанотехнологиям имеет междисциплинарный характер, благодаря которому математические задачи опираются на

современные результаты химических исследований, а любителям литературы и журналистики предлагают написать эссе на серьезные научные проблемы, посвященные, например, проблемам солнечной энергетики, созданию «умных домов» или самоочищающихся тканей, о которых мечтают военные и путешественники.

### НАУЧНАЯ РАБОТА НА ФНМ

Приоритетность проведения научно-исследовательской работы на факультете определяется учебным планом ФНМ, в котором научная работа определена как обязательная дисциплина.

ФНМ МГУ являлся и является исполнителем и соисполнителем работ

по ряду научных программ Министерства промышленности РФ, Министерства образования и науки РФ, неоднократно выигрывал конкурсы на проведение НИР по заказам этих организаций. За все время существования им были выполнены более 100 работ по проектам и грантам, включая международные (РФФИ, ФЦНТП «Университеты России», ФЦНТП «Интеграция науки и высшего образования России», ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы», ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы, гранты Президента РФ по поддержке молодых ученых и ведущих научных школ, гранты Правительства Москвы, гранты INTAS, CRDF, DAAD, DFG и др.). Результаты выполнения научных работ неоднократно представлялись на представительных международных и всероссийских конференциях.

Кроме того, в 2006–2007 году ФНМ МГУ являлся исполнителем национального проекта Министерства образования «Формирование системы инновационного образования в МГУ имени М.В. Ломоносова» в подпрограмме «Новые материалы и химические технологии».

За время своего существования ФНМ МГУ выступил организатором и провел более 14 международных и всероссийских научных конференций, в т.ч. MSU-HTSC VII International Workshop on High-Temperature Superconductors and Novel Inorganic Materials Engineering, V и VI Шко-

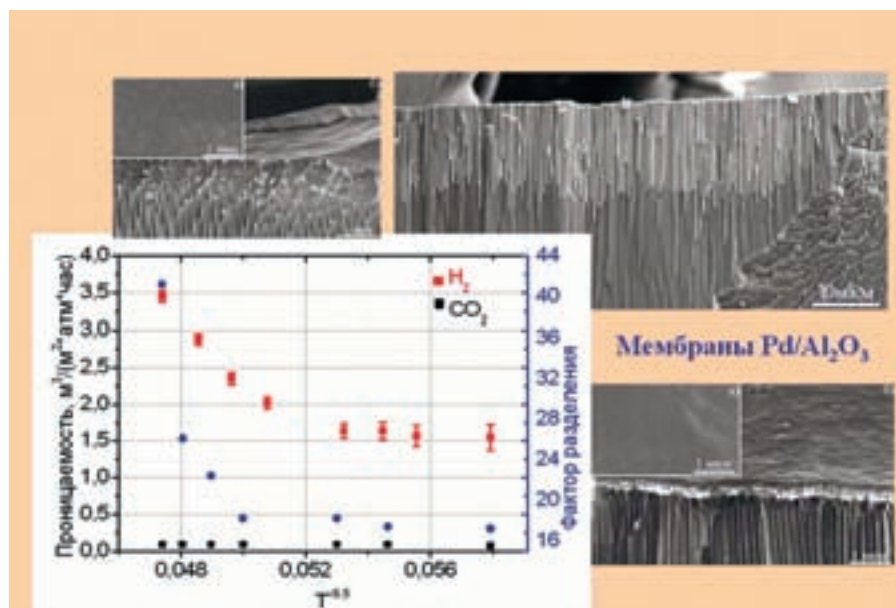


Рисунок 1. Новые поколения мембранных материалов

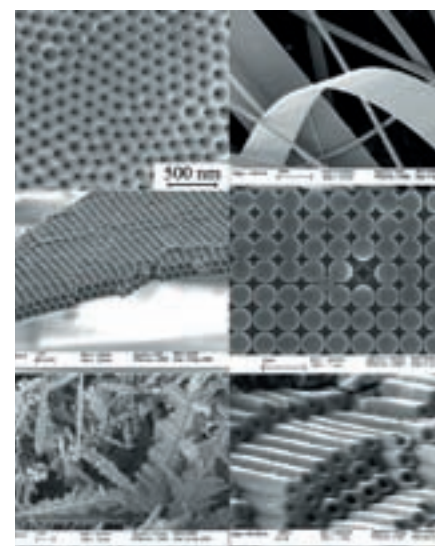


Рисунок 2. Образцы микроструктур наноматериалов, полученных сотрудниками ФНМ

лы-семинары «Актуальные проблемы современной неорганической химии и материаловедения», Всероссийского симпозиума «Современные проблемы неравновесной термодинамики и эволюции сложных систем», посвященного памяти лауреата Нобелевской премии И.Р. Пригожина, V и VI Международных конференций «Нелинейные процессы и проблемы самоорганизации в современном материаловедении».

Особое внимание на ФНМ уделяется нанотехнологиям. На развитие нанотехнологий ведущие экономические державы тратят сегодня миллиарды долларов. По прогнозам ученых, нанотехнологии в XXI веке произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую в XX веке произвели компьютеры в манипулировании информацией. Только активное участие российских ученых в этих разработках может позволить российской науке оставаться конкурентоспособной в мире.

Приоритетными объектами исследований на факультете являются биоматериалы, электрокерамика, функциональные композиты, тонкие пленки и гетероструктуры. За последнее время удалось достичь перспективных результатов, сопоставимых по своему научному уровню с лучшими мировыми достижениями в различных областях передовых наукоемких исследований.

Предложены и успешно реализованы методы химического дизайна магнитных нанокompозитов в твердофазных нанореакторах (мезопористых оксидов, слоистых двойных гидроксидов и др.) для создания устройств со сверхвысокой плотностью записи информации – вплоть до  $10^3$  Гбит/см<sup>2</sup> – на основе наночастиц железа, кобальта, никеля и платины (размером менее 50 нм). Изучены термодинамические и химические особенности фуллеренов – необычной глобулярной аллотропной модификации углерода.

Разработаны методы получения высокоплотной керамики на основе церата и цирконата бария, которые используются в качестве барьерных материалов, химически устойчивых к действию различных расплавов. На основе процессов химического осаждения из газовой фазы разработана методика получения термозащитных покрытий из стабилизированного диоксида циркония для лопаток авиационных турбин. Разработана универсальная технология графотекстурирования, позволяющая получать гибкие длинномерные проводники из биаксиально-текстурированных высокотемпературных сверх-

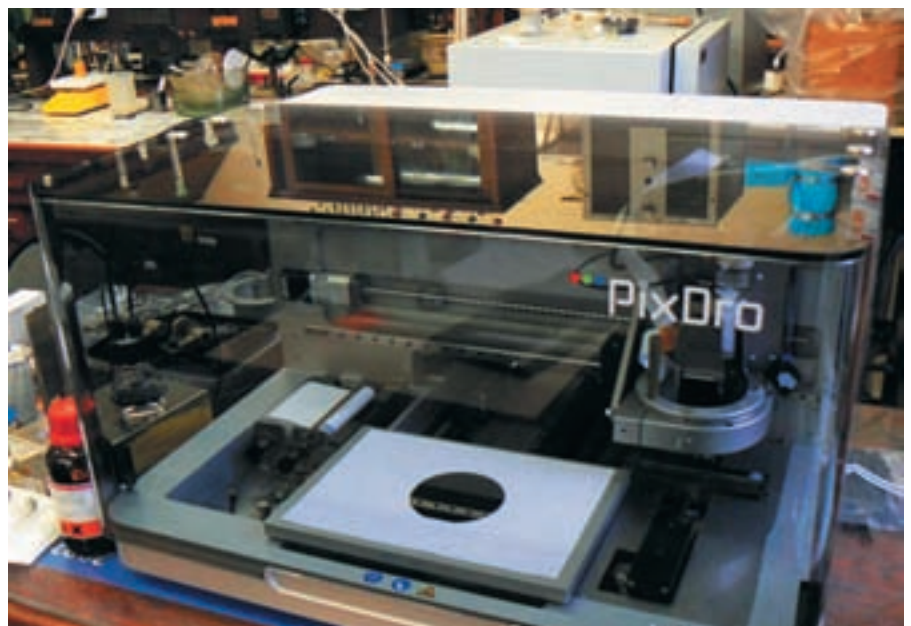


Электронный микроскоп Leo Supra VP50

проводников, которые могут с успехом применяться в различных устройствах, работающих при температуре жидкого азота. Получены материалы с колоссальным магнетосопротивлением для магнитных сенсоров и спинтроники на основе манганитов (керамика, тонкие пленки и туннельные гетероструктуры), для которых установлены корреляции типа «состав – структура – свойства». Синтезированы различные ион-проводящие оксидные материалы ( $\text{LiCoO}_2$ ,  $\text{ViMeVO}_x$ , вискеры одномерных суперионных проводников) и полимеры для вторичных литиевых источников тока, изучен электронный и ионный транспорт в нанокристаллических оксидах. Подобные материалы находят широкое

применение, например, в аккумуляторах высокой емкости для мобильных телефонов. Для создания топливных элементов новых поколений разработаны подходы к формированию мембран с электрон-ионной проводимостью на основе оксидов кобальта. При помощи электрохимических методов созданы мембраны на основе пористого оксида алюминия, в полостях которого возможно получать наностержни металлов для каталитического применения (рис. 1).

В области материалов для фотоники разработаны способы получения фотонных кристаллов с прямой и обратной структурой опала, а также прекурсоров органических светодиодов.



Система микропечати и прототипирования исследовательского класса PixDro LP50



Газовый хроматограф высокого разрешения с масс-спектрометрическим детектором CLARUS 600

Предложены цементные смеси фосфатов и силикатов кальция, компактные материалы, на основе которых демонстрируют прочность 5–13 МПа после обработки в растворе искусственной межтканевой жидкости. Такие биоактивные материалы могут быть эффективно использованы в стоматологии для заполнения внутренних полостей зубной ткани любой формы. Разработаны также композиционные материалы нового поколения для замены костных тканей. С помощью гидротермального синтеза, процесса быстрого расширения сверхкритических растворов или сверхкритической сушки получены натрий-титановые бронзы в виде нанотрубок для фотодегradации промышленных стоков, а также аэрогелей – универсальных теплоизоляционных материалов (рис. 2). Создание подобных перспективных материалов закладывает фундамент для последующего развития в России наукоемких технологий в энергетике, информационных технологиях, здравоохранении и медицине.

Одной из приоритетных задач факультета наук о материалах является приобретение самого современного научного оборудования, без которого было бы невозможно проведение научных исследований на высоком научном уровне. Для решения этой проблемы ФНМ использует большую часть средств, получаемых за счет выполнения научных грантов и проектов. На ФНМ МГУ совместно с кафедрой неорганической химии химического факультета МГУ создано и функционирует отделение Центра коллективного пользования МГУ «Технологии получения новых наноструктурированных

материалов и их комплексное исследование». Указанный Центр оснащен самым современным оборудованием, предназначенном для решения широкого спектра научно-исследовательских задач, в том числе связанных с получением новых классов наноматериалов и нанокомпозитов.

1. Микроскопическое оборудование: просвечивающий электронный микроскоп JEM-2000 FXII (JEOL); цифровой сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения Supra 50VP (LEO) с системой микроанализа INCA Energy+ (Oxford Instruments); оптический поляризационный микроскоп Eclipse 600pol (Nikon) с высокотемпературной приставкой; инверсионный оптический микроскоп METAM PB-21 (ЛОМО), сканирующий силовой комплекс NT-MDT N'TEGRA Aura с возможностью работы в магнитных полях и в различных газовых атмосферах.

2. Рентгеновское оборудование: дифрактометр с вращающимся анодом Rigaku D/MAX-2500, позволяющий существенно повысить интенсивность первичного рентгеновского пучка, порошковый дифрактометр STADI P STOE, порошковая камера-монокроматор FR-552 (ENRAF-NONIUS).

3. Электрофизические измерения: SQUID магнетометр Cryogenic S-700, установка для измерения температурной зависимости сопротивления материалов (Kethley); установка для измерения комплексной магнитной восприимчивости SCC (APD Cryogenics); весы Фарадея; электрохимическая система потенциостат Solartron 1287/анализатор частот Solartron 1255B (Solartron); электрохимическая система потенциостат/анализатор частот Autolab.

4. Термоаналитическое оборудование: комплекс дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) анализа Diamond TG/DTA (Perkin-Elmer); комплекс дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) анализа Netzsch TG 209 Iris, дериватографы и термоанализаторы (Perkin-Elmer TG7, DSC STA-409).

5. Спектроскопическое оборудование: УФ-видимый спектрофотометр Lambda 35 (Perkin-Elmer); ИК-спектрофотометр Spectrum One (Perkin-Elmer); люминесцентный спектрометр LS 55 (Perkin-Elmer), атомно-эмиссионный спектрометр ICP AES Perkin Elmer Optima 5300.

6. Рамановский (КР) спектрометр/микроскоп Renishaw InVia, позволяющий работать с высоким разрешением в широком диапазоне температур (имеется криостат и высокотемпературный столик), длин волн возбуждающего излучения (4 штатных лазера) и площадей исследуемого образца (картирование и цветокодирование по длинам волн люминесценции и другим оптическим свойствам поверхности с использованием «микрорамена»).

7. XPS-спектрометр Escalab MKII.

8. Масс-спектрометрическое оборудование: ICP MS масс-спектрометр Perkin-Elmer ELAN II, масс-анализатор ионов и нейтральных частиц INA-3 (LEYBOLD-HERAUS); лазерный масс-спектрометр LAMMA-1000 (LEYBOLD-HERAUS), газовый хромато-масс-спектрометр Perkin-Elmer Clarus 600.

9. Оборудование для анализа поверхности и распределений по размеру: анализатор поверхности Quantachrome NOVA 4200e, лазерный анализатор частиц Analyzitte 22 (FRITCH); лазерный анализатор частиц Malvern ZetaSizer Nano ZS с возможностью анализа гранулометрического состава суспензий в диапазоне размера частиц до 3 нм.

10. Уникальная система микропечати и прототипирования исследовательского класса PixDro LP50 (сделана под заказ, в России имеется лишь несколько аналогов с несколько худшими характеристиками).

11. Цифровой программируемый CR-реометр Brookfield DV III Ultra для исследования реологических свойств жидких сред в широких диапазонах показателей вязкости.

12. Прочее оборудование: сублиматоры (USIFROID SMH-15, Labconco FreeZone); сухой бокс Labconco, система очистки воды Millipore Milli-Q Advance, система высокого давления Parr, установка для распылительной сушки (BUCHI-190); шаровые мель-

ницы планетарного типа (FRIT CH Pulverizette Series); прессы для холодного/теплого (до 250–500 °С) прессования (CARVER); трубчатые и камерные печи различных конструкций до 1200–1350 °С (Nabertherm, трехзонная печь Carbolite, и др.).

### ОБОРУДОВАНИЕ ЦКП МГУ

Факультет наук о материалах имеет все необходимое научное оборудование, позволяющее получать и исследовать наноматериалы самыми разнообразными методами. В рамках сотрудничества с различными институтами РАН имеется возможность проводить исследования растворов и твердых фаз на ЯМР спектрометре MSL-300 (Bruker). В рамках договора ФМН МГУ с институтом физики СПбГУ имеется возможность проведения исследований по деполяризации и малоугловому рассеянию нейтронов. В рамках договора ФМН МГУ с европейским синхротронным центром (ESRF, Гренобль) возможно проведение исследований по дифракции, малоугловому рассеянию синхротронного излучения, высокоразрешающей EXAFS и XAS спектроскопии. В рамках совместных работ с компанией INNOVENT Jena возможно проводить исследования на просвечивающем электронном микроскопе высокого разрешения JEM-4000 (JEOL) и установке ядерного гамма-резонанса. В рамках установившегося сотрудничества с лабораториями кафедры неорганической химии химического факультета МГУ и лабораторией химической синергетики ИОНХ РАН имеется дополнительная возможность анализа свойств полученных материалов в различных газовых средах, с различными газами-носителями и при различных концентрациях/парциальных давлениях анализируемых газов (H<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> и других) при комнатных и повышенных температурах.

### ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФНМ

Преподаватели факультета значительное внимание уделяют подготовке новых учебников и учебно-методических пособий. В 2007 г. коллективом ФНМ МГУ была подготовлена к публикации и издана первая российская научно-популярная книга, посвященная нанотехнологиям, «Нанотехнологии. Азбука для всех». В 2009 году вышел уникальный атлас на учных фотографий «Богатство наномира. Фоторепортаж из глубин вещества» (под редакцией Ю.Д. Третьякова). Все материалы, чьи микроструктуры представлены в альбоме, были созданы



Издательская деятельность ФНМ

сотрудниками ФНМ. В 2010 г. осуществлено издание нового учебного пособия «Функциональные наноматериалы» (А.А. Елисеев, А.В. Лукашин).

Важнейшим достижением сотрудников ФНМ является высокий уровень научных публикаций в отечественных и зарубежных журналах. Помимо оригинальных результатов исследований значительное внимание уделяется научным обзорам. Среди последних публикаций, носящих обобщающий и аналитический характер, стоит отметить обзор, опубликованный в «Успехах химии» (см. «Успехи химии», 78, № 9, 2009), являющийся попыткой осмыслить важнейшие современные направления фундаментальных

и ориентированных исследований в области наноматериалов.

Ежемесячно факультет выпускает информационный бюллетень «Нано-метр», в котором рассказывается о важнейших в жизни факультета событиях, публикуются анонсы и поздравления сотрудников и студентов, отчеты о стажировках и научных конференциях.

Успехи факультета наук о материалах отмечены высокими государственными наградами. За истекший период были получены Государственные премии РФ в области науки и техники для молодых ученых и взрослых исследователей, соответственно, Премия Правительства РФ в области образования, Премия Правительства РФ в области науки и техники, Ломоносовская премия, премия имени И.И. Шувалова, 10 премий и медалей РАН для молодых ученых. В 2007 г. декан факультета наук о материалах МГУ академик Ю.Д. Третьяков награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» 4 степени, а в 2010 году Ю.Д. Третьякову была присуждена Демидовская премия в области химии за выдающийся вклад в развитие современного материаловедения. Начиная с 2006 года ФНМ активно участвует в выставках на фестивале науки, проводимом Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова и Правительством Москвы. Плодотворная научно-исследовательская и педагогическая деятельность создала высокий престиж факультету наук о материалах, широко известному как в России, так и за ее пределами.

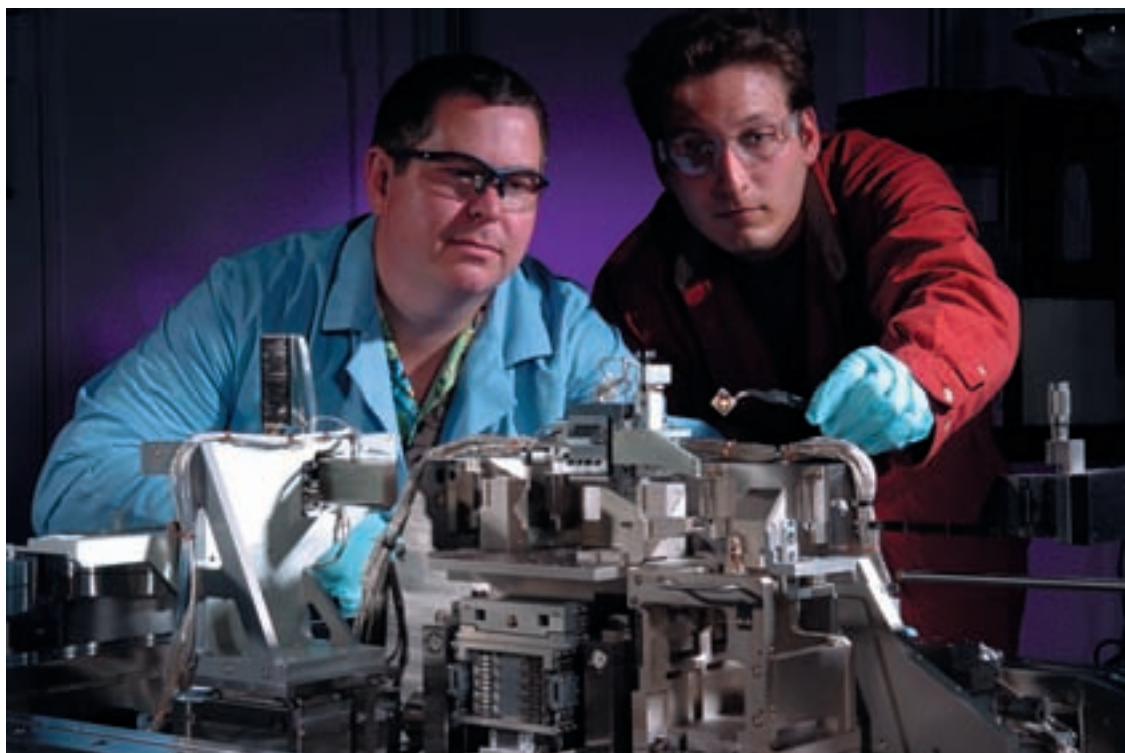


Награждение победителей II Форума по нанотехнологиям. Глава ОАО Роснано А.Б. Чубайс и выпускники ФНМ И.А. Большаков и М.В. Харламова

# Каталог научно-образовательных центров национальной нанотехнологической сети

«Российские нанотехнологии» публикуют сведения о научно-образовательных центрах – инвестиционных объектах федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2011 годы».

Составители каталога: д.т.н., проф. Н.М. Емелин; к.т.н., доц. Ю.Н. Артамонов; к.т.н., доц. В.О. Мелихов (ФГНУ «Госметодцентр»).



В этом номере представлена информация о НОЦах Северо-Западного, Дальневосточного, Сибирского, Уральского и Приволжского федеральных округов.

## Северо-Западный округ

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» (НОЦ-НТ) ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МЕХАНИКИ И ОПТИКИ» ГОУВПО СПбГУ ИТМО**

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики  
Руководитель НОЦ: д.т.н., проф. Васильев Владимир Николаевич  
E-mail: AOGolubok@mail.ru, mater@mail.if  
Телефон: 964-27-10, (812)498-10-65

### Структурный состав НОЦ:

- Кластер «Материалы для нанофотоники»;
- Кластер «Микроскопия наноструктур и наноматериалов»;
- Кластер «Наномодифицированные полимеры и наноструктуры»;
- Кластер «Физико-химическое конструирование наноматериалов»;
- Кластер «Нанодиагностика и наномодификация материалов».

### Поддерживаемые тематические направления ННС:

- Нанoeлектроника;
- Наноинженерия;
- Нанобиотехнологии;
- Композитные наноматериалы.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Электронный микроскоп CrossBeam 1540XB, Carl Zeiss;
- Сверхвысоковакуумный атомно-силовой микроскоп SPM MultiProbe VT AFM XA 650, Omicron Nano Technology GmbH;
- Рентгеновский дифрактометр Rigaku Ultima IV, Rigaku Corporation;
- Конфокальный лазерный сканирующий люминесцентный микроскоп Axio Imager Z1 с лазерным сканирующим блоком LSM 710, Carl Zeiss;
- Измеритель комплексных коэффициентов передачи и отражения P4M-18, ЗАО «НПФ «Микран»;
- Установка высокого давления КИ 250, ООО «КемКо Инжиниринг»;
- Установка для вакуумного и магнетронного напыления серии Scancoat Six, BOC Edwards;
- Вакуумная напылительная установка SPI 12151EQ-AX, Structure Probe, Inc.;
- Сканирующий спектрофлуориметр Cary Eclipse, Varian, Inc.;
- Спектрометр EPP2000-NIRX-SR InGaAs-512, StellarNet, Inc.;
- Прибор синхронного термического анализа STA 449 Jupiter, NETZCH Geraetebau GmbH;
- Учебный оптико-электронный микроскоп Phenom, FEI;
- Лазерный анализатор размеров частиц динамического рассеяния света Horiba LB 550V, Horiba.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Органические оптические материалы и композиты;
- Технологии спектрального мультиплексирования;
- Применение элементов фотоники в специальной аппаратуре;
- Совр. пробл. Фот. и О;
- Оптические методы формирования микроэлементов;
- Полимерные планарные элементы фотоники;
- Сканирующая зондовая микроскопия, наноскопия и спектроскопия;
- Микро- и наноаналитические системы на биочипах;
- Наноматериалы и нанотехнологии;
- Физические основы локальных методов диагностики материалов;
- Пучковые и зондовые методы нанодиагностики материалов.

**Учебно-исследовательская работа студентов:**

- Введение в нанотехнологию;
- Оптическое материаловедение;
- Фотоника локальных оптических центров;
- Волноводная фотоника; ИК-фотоника;
- Оптика наноструктур;
- Научно-исследовательская работа магистрантов.

**Тематика научных исследований:**

- Физические основы формирования электронных и фононных энергетических спектров, динамики оптических переходов и процессов переноса энергии фотовозбуждения в полупроводниковых квантовых точках ближнего ИК диапазона в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы 2009–2010 гг.», мероприятие 2. Проект 2.1.1/1880. Рук. Баранов А.В.;
- Исследование энергетической и фазовой релаксации электронной подсистемы полупроводниковых квантовых точек в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы 2009–2010 гг.», мероприятие 2. Проект 2.1.1/1933. Рук. Федоров А.В.;
- Исследование безызлучательного транспорта энергии в упорядоченных системах полупроводниковых квантовых точек в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы 2009–2010 гг.», мероприятие 1. Рук. Федоров А.В.;
- Исследование процессов образования и фотофизических свойств гибридных наноструктур, содержащих полупро-

- водниковые квантовые точки и органические молекулы» в рамках АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы 2009–2010 гг.», мероприятие 1. Рук. Баранов А.В.;
- «Фотоиндуцированный перенос заряда и энергии на поверхности и в объеме конденсированных сред» в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. ГК № 02.740.11.0211. Рук. Федоров А.В.;
- «Разработка оптических методов диагностики релаксационных процессов электронной подсистемы полупроводниковых нанокристаллов» в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг., ГК № П2324. Рук. Федоров А.В.;
- «Физические основы создания упорядоченных металлических, полупроводниковых и органических наноструктур: самоорганизация, фотоиндуцированная и шаблонная наносборка» в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. ГК № 02.740.11.0536. Рук. Федоров А.В.;
- Проект РНП 2.1.2/4247 «Исследования и диагностика клеточных структур: новые методические подходы и инструментальные решения на основе сканирующей зондовой микроскопии и микроциповых технологий». Рук. Евстапов А.А.;
- Проект РНП 2.1.2/4187 «Многофункциональные нанозонды для сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии (СЗМ-С-Л): концепция, технология, характеристика, применение». Рук. Голубок А.О.;
- «Оптические нано-антенны-зонды для ближнепольной микроскопии и высокочувствительной спектроскопии: разработка, создание и применение». ГК П1210. Рук. Денисюк А.И.;
- Применение многолучевых систем «Карл Цейсс» и литографии в исследованиях и промышленном производстве биологических, медицинских и экологических систем на базе полупроводниковых и микрофлюидных чипов. Исследование возможностей комбинирования многолучевых систем «Карл Цейсс» и устройств сканирующей зондовой микроскопии». Х.Д. работа;
- Инициативные исследования. «Нанодиагностика и наномодификация материалов на основе сканирующей зондовой микроскопии, спектроскопии и литографии»;
- Создание гибридного материала на базе близкорасположенных самоорганизованных наноструктур полимерной матрицы. Рук. Бурункова Ю.Э.;
- Разработка фундаментальных принципов передачи изображений со сверхразрушением в оптическом диапазоне частот при помощи слоистых металлодиэлектрических наноструктур и массивов наноцилиндров;
- Грант РФФИ 08-02-00084-а «Резонансные нелинейно-оптические эффекты в композитных материалах на основе стекол с наноструктурами «полупроводник-металл» и «диэлектрик-металл». Рук. Никоноров.

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ»**

Организация, на территории которой расположен НОЦ: Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

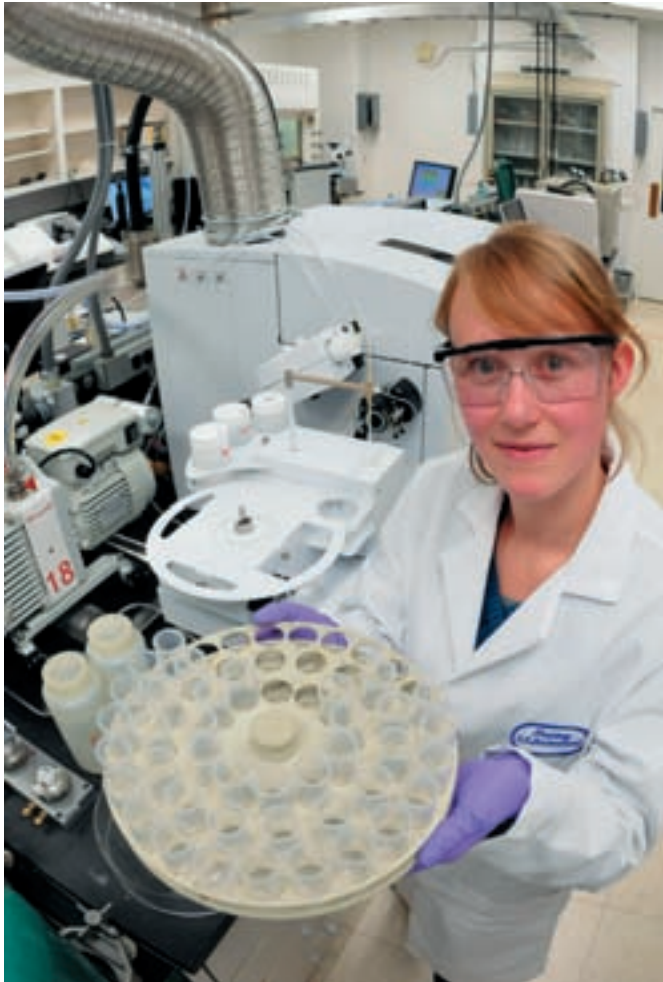
Руководитель НОЦ: к.т.н., доц. Корляков Андрей Владимирович  
E-mail: asivanov@mail.eltech.ru

Телефон: (812) 234-0072

Сайт: <http://www.eltech-fel.ru/index.php?page=cmid>

**Структурный состав НОЦ:**

- Учебно-научная лаборатория «Нанотехнологии»;
- Учебно-научная лаборатория «Нанодиагностики»;



Argonne National Laboratory

- Учебно-научная лаборатория «Микро- и наносистемной техники»;
- Отдел инженерно-технического обеспечения;
- Планово-экономический отдел.

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**

- Нанотехнологии для систем безопасности;
- Нанoeлектроника.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Установка плазменного нанесения материалов;
- Установка получения пленок методом Ленгмюра-Блоджетт;
- Установка магнетронного напыления;
- Установка для получения углеродных нанотрубок из газовой фазы;
- Установка высокотемпературного вакуумного отжига;
- Установка газового травления жертвенных слоев;
- Установка лазерной резки;
- Система прецизионной шлифовки/полировки;
- Установка разварки микропроволочных выводов;
- Комплекс нанолитографии на базе сканирующего зондового микроскопа;
- Оптический цифровой микроскоп для 2D и 3D измерений;
- Зондовая станция прецизионного позиционирования;
- Комплекс сверхпрецизионного наноразмерного травления, нанесения и модифицирования материалов на основе остросфокусированного ионного пучка;
- Комплекс для получения панорамных изображений на основе оптического микроскопа с моторизованным столом.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Нано- и микромашины;
- Нано- и микросенсорика;
- Процессы микро- и нанотехнологии;
- Диагностика микро- и наносистем;
- Микро- и наносистемная техника.

**Тематика научных исследований:**

- СЧ НИР «Находка-Л». Обоснование технического облика макетных образцов перспективных радиотехнических устройств связи, ориентации и обнаружения для техники нового поколения;
- СЧ ОКР «Локальность». Разработка исходных данных для создания рабочего места контроля электрофизических параметров ПАВ-устройств;
- СЧ НИР «Макрос». Разработка методического обеспечения контроля технологических процессов формирования многослойных острых катодов;
- СЧ НИР «Мастер». Разработка методики контроля технологических параметров формирования многослойных наноразмерных структур.

## Дальневосточный федеральный округ

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА (ДВПИ ИМЕНИ В.В. КУЙБИШЕВА)**

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
 Дальневосточный государственный технический университет имени В.В. Куйбышева  
 Руководитель НОЦ: д.х.н., член-корр. РАН Авраменко Валентин Александрович  
 E-mail: vladim@festu.ru  
 Телефон: (4232) 265153

**Структурный состав НОЦ:**

- Лаборатория физико-аналитических исследований сварных соединений из конструкционных материалов;
- лаборатория «Конструкционные и функциональные наноматериалы»;

- Лаборатория нанотоксикологии.

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**  
 Конструкционные наноматериалы.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Анализатор размера частиц «Анализетте 22» NanoTec;
- Вариопланетарная мельница Pulverisette-4 фирмы Fritsch.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Технологические основы производства порошковых и композиционных материалов;
- Технология порошковой металлургии.

**Тематика научных исследований:**

- «Исследование процессов получения порошковых высокоазотистых сталей с микрокристаллической структурой, обе-



- спечивающей высокой комплекс механических свойств»;
- «Исследование процессов получения анодных композитов для вторичных источников тока из возобновляемого растительного сырья».

### НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ»

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Якутский государственный университет имени М.К. Амосова  
Руководитель НОЦ: д.т.н., проф. Охлопкова Айталина Алексеевна  
E-mail: mitrofan@inbox.ru  
Телефон: 89142817923

**Структурный состав НОЦ:**  
НОЦ «Нанотехнологии».

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**  
Композитные наноматериалы.

#### Перечень оборудования НОЦ:

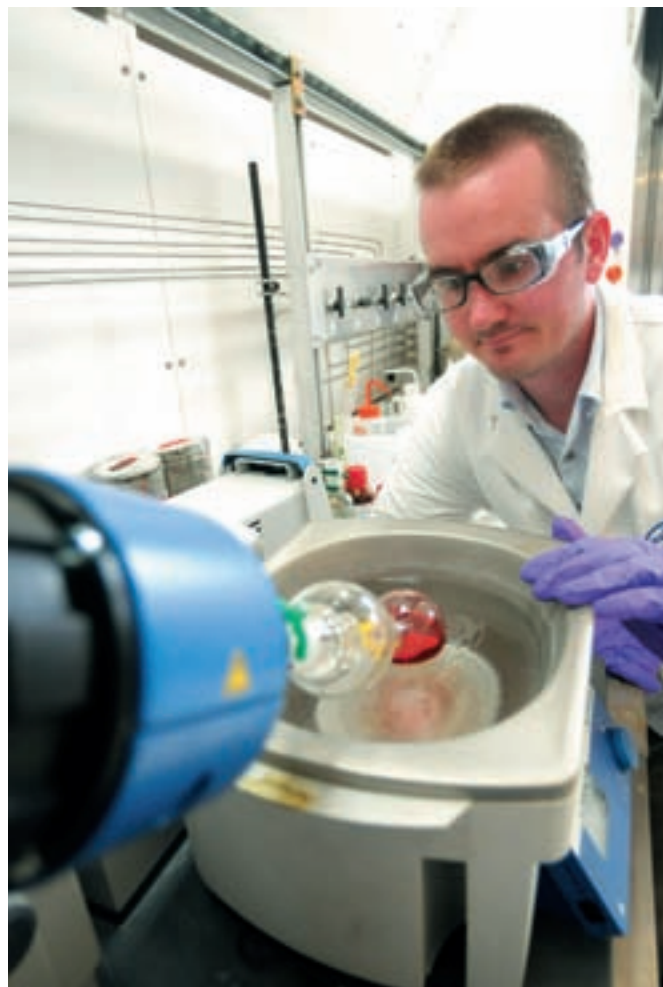
- Сканирующий зондовый микроскоп NTEGRA-Prima;
- ИК-Фурье степ-скан спектрометр FTS 7000;
- Оптический микроскоп BX41, Olympus;
- Лаборатории по нанотехнологиям Nanoeducator-2;
- Дифференциальный сканирующий калориметр (ДСК), NETZSCH;
- Универсальный тестер механических свойств материалов Autograph серия AG-IS модель MS, Shimadzu.

#### Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:

- Наноматериалы;
- Дисперснонаполненные полимеры;
- Механохимические процессы и технологии;
- Арктическое материаловедение;
- Физико-химические принципы формирования нанокompозитов;
- Нанотехнологии в материаловедении;
- Химия и технология морозостойких эластомеров;
- Конструирование и производство изделий из композиционных материалов;
- Физико-химические и биотехнологические основы переработки биологического сырья;
- Физико-химических превращений в среде газов в состоянии сверхкритической жидкости.

#### Тематика научных исследований:

- Исследование нестационарных электронных процессов в структурах на основе кремния с квантовыми ямами и квантовыми точками;
- Исследование процессов перезарядки уровней в структурах на основе кремния с квантовыми точками и квантовыми ямами;
- Исследование закономерностей изнашивания и трения полимерных нанокompозитов;
- Разработка высокопрочных, морозо- и износостойких полимерных композиционных материалов на основе нанотехнологий;



Argonne National Laboratory

- Разработка самоорганизующихся полимерных нанокompозитов на основе природного минерального сырья;
- Разработка нанокompозиционных материалов на основе конструкционных термопластов для повышения надежности и долговечности транспортных машин;
- Разработка полимерных и эластомерных нанокompозитов;
- Исследование эффективности препарата детоксикационного действия «Ягель» в отношении нормализации уровня глюкозы и холестерина крови у людей, страдающих сахарным диабетом и атеросклеротическими нарушениями;
- Разработка бионанотехнологий создания препаратов из природного растительного и животного сырья Якутии, эффективных при коррекции заболеваний, связанных с метаболическими нарушениями (сахарный диабет, атеросклероз), эндо- и экзоинтоксикацией внутренних сред организма, нарушениями иммунореактивности, в том числе при лучевых поражениях, а также инфекционной бактериальной природы;
- «Организационно-техническое обеспечение проведения международной конференции с элементами научной школы для молодежи «Создание новых материалов для экстремальных условий эксплуатации».

## Сибирский федеральный округ

### НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ГОУ ВПО НГТУ

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Новосибирский государственный технический университет

Руководитель НОЦ: д.т.н. проф. Батаев Анатолий Андреевич  
Контактное лицо: Батаев Владимир Андреевич  
E-mail: vabataev@yandex.ru  
Телефон: (383) 346-06-12



Argonne National Laboratory

**Структурный состав НОЦ:**

- НОЦ «Оптическая и растровая электронная микроскопия»;
- Лаборатория «Термическая обработка материалов»;
- Центр коллективного пользования «Нанотехнологии в электронике»;
- Лаборатория каталитического синтеза наноструктурных материалов;
- ЦКП «Механические испытания материалов».

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**

- Конструкционные наноматериалы;
- Композитные наноматериалы;
- Нанoeлектроника.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Просвечивающий электронный микроскоп Tecnai G2 FEI;
- Растровый электронный микроскоп Carl Zeiss EVO50 XVP с микроанализатором EDS X-Act;
- Рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA;
- Микротвердомер для проведения испытаний по Виккерсу;
- Твердомер для проведения испытаний по Роквеллу;
- Оптический микроскоп;
- Машина трения;
- Система универсальная электромеханическая тип Instron 3369;
- Система универсальная сервогидравлическая тип Instron 300DX;
- Система универсальная тип Instron 8801;
- Копер маятниковый;
- Комплекс для изучения топографии поверхности;
- Спектрометр рентгенофлуоресцентный;
- Система синхронного термического анализа NETZSCH Jupiter STA449C;
- Анализатор поверхностных свойств материалов QuantoChrome Nova 1000e;

- Хемосорбционный анализатор ChemBet;
- Хроматограф «Хромос GX-1000».

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Методы исследования материалов и процессов;
- Технология производства композиционных и порошковых материалов;
- Электронная микроскопия;
- Индустрия наносистем и материалов;
- Основы металлофизического эксперимента.

**Тематика научных исследований:**

- Спектроскопия поляризационного тормозного излучения для исследования структуры и физических свойств наноматериалов;
- Технологическое обеспечение высококачественных неразъемных соединений авиационных материалов методом лазерной сварки и ультразвуковой обработки сварных швов;
- Разработка технологии формирования покрытий на основе тугоплавких мелкодисперсных карбидных керамик с высоким уровнем механических свойств;
- Повышение комплекса механических свойств стали и сплавов путем формирования ультрадисперсной кристаллической структуры с использованием технологии обработки поверхностных слоев материалов пучками электронов, выведенными в воздушную атмосферу;
- Формирование металлокерамических композитов путем взрывного компактирования порошковых материалов;
- Проведение поисковых научно-исследовательских работ в области технических наук:
  1. Изучение закономерностей формирования поверхностных слоев при трении и факторов, влияющих на них;

2. Разработка термоциклического бороалитрирования для железоуглеродистых сплавов;
  3. Исследование особенностей формирования фазового состава, микроструктуры и морфологии поверхностных слоев титановых материалов, имплантированных ионами алюминия и никеля, в зависимости от исходного структурного состояния материала, природы легирующего элемента и параметров облучения;
  4. Создание высокопрочных антифракционных бронз, содержащих сфероидизированную легкоплавкую фазу;
  5. Исследование структурных и фазовых превращений в сплавах системы Cu-Ni-Co, как основа для создания сплавов трения скольжения с особо высокой мощностью трения скольжения;
  6. Физические исследования дисперсной фазы СВС-материалов методом дифракции рентгеновского излучения;
  7. Исследование структуры и свойств твердосплавных режущих пластин, деформированных и изношенных при резании жаропрочных сплавов на никелевой основе;
  8. Исследование воздействия термической обработки на физико-механические свойства дозвуктических силуминов;
  9. Автоматизированные системы технологической подготовки режущего инструмента для обработки труднообрабатываемых композиционных материалов;
  10. Исследование процессов формирования смешанных структур в среднеуглеродистых легированных сталях при термической обработке крупногабаритных изделий;
- Поискные научно-исследовательские работы в целях развития общероссийской мобильности по проблемам:
    1. Исследование структуры и свойств поверхностных слоев стали, подвергнутой интенсивному поверхностному пластическому деформированию;
    2. Исследование особенностей синтеза керамик на основе наноструктурного оксида алюминия;
    3. Совершенствование технологии и оборудования электрофизической обработки с целью повышения качества деталей машин;
    4. Технология подготовки прогрессивного инструмента для обработки композиционных материалов;
    5. Исследование износа абразивов при шлифовании микропористых покрытий восстановленных деталей;
    6. Исследование структуры и трибологических свойств сплавов скольжения;
    7. Исследование структурных и фазовых превращений в наплавленном металле из мартенситностареющих сталей, модифицированных частицами тугоплавких соединений;
    8. Исследование структурных и фазовых превращений в отливках из жаропрочных сплавов, модифицированных ультрадисперсными порошками;

9. Исследование структуры и механических свойств высокопрочной стали 30ХГСН2А после поверхностного ультразвукового деформирования;
  10. Исследование структуры зернограничного ансамбля поликристаллов однофазных ГЦК сплавов на основе меди, никеля и палладия;
  11. Исследование структурно-фазового состояния конструкционных сталей, обработанных импульсным низкоэнергетическим электронным пучком;
- Повышение комплекса механических свойств сплавов на основе алюминия и меди путем модифицирования наноразмерными частицами тугоплавких материалов;
  - Слоистые композиционные материалы с повышенными показателями прочности и надежности, полученные методом сварки взрывом тонких листов титана и сплавов на его основе;
  - Структура, механические и триботехнические свойства полимерных материалов, модифицированных высокопрочными наноразмерными частицами;
  - Структура и механические свойства композиционных материалов конструкционного назначения с наполнителем из многослойных углеродных нанотрубок;
  - Развитие Новосибирского научно-образовательного центра в области машиностроения, интегрирующего деятельность Новосибирского государственного технического университета, Институтов СО РАН и станкостроительного концерна DMG;
  - Обеспечение прочностных и функциональных свойств многокомпонентных металлокерамических покрытий с наноструктурными составляющими путем управления свойствами жидкой фазы при их формировании.

#### НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «НАНОКЛАСТЕР»

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Томский государственный университет  
Руководитель НОЦ: д.ф.-м.н, проф. Ивонин Иван Варфоломеевич  
E-mail: iiv@phys.tsu.ru  
Телефон: (3822) 528-732

**Структурный состав НОЦ:** Информация не предоставлена

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**  
Информация не предоставлена

#### Перечень оборудования НОЦ:

- Система с электронным и сфокусированным ионным пучками Quanta 200 3D;
- Комплекс для термического анализа в составе: дилатометр горизонтальный, DIL 402PC, термоанализатор синхронный



# российский электронный НАНОЖУРНАЛ

»nanorf.ru

новости аналитика карьера



Argonne National Laboratory

- Просвечивающий электронный микроскоп JEM-2100F;
- Сканирующий (растровый) электронный микроскоп;
- Установка для спекания объемных наноматериалов в разряде плазмы SPS-515S;
- Испытательный пресс ИП-500М-авто.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:** информация не предоставлена.

**Тематика научных исследований:** информация не предоставлена.

### НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ», Г. ТОМСК, ТОМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

*Организация, на территории которой расположен НОЦ:* Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
*Руководитель НОЦ:* д.т.н., проф. Малютин Николай Дмитриевич  
*E-mail:* leonid.babak@rambler.ru  
*Телефон:* 83822-41-47-17

**Структурный состав НОЦ:**

- Технологический участок (участок нанотехнологий);
- Участок измерений параметров гетероструктур и МИС;
- Дизайн-центр по проектированию СВЧ МИС;
- Участок инженерного обеспечения.

**Поддерживаемые тематические направления ННС:** Нанoeлектроника.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Электронный микроскоп серии Zeiss Supra 55 с блоком для электронно-лучевого экспонирования Raith 150 Two;
- Установка электронно-лучевого напыления Orion-B;
- Установка отмычки пластин OPTIwet SB30;
- Микроскоп Vistec (Leica) INM100 UV;
- Установка допроявления ФР YES-G500;
- Адсорбционная азотная установка AdA-0,010;
- Термостоллик Sawatec HP401-250;
- Азотный шкаф ШЗА-2М;
- Винтовой компрессор U 11/10;
- Станция деионизированной воды «Ключ М-Д»;
- Станция оборотной воды «НН-14»;
- Комплекс приточно-вытяжных установок «АН-8»;
- Стенд для измерения нелинейных и шумовых характеристик;
- Стенд измерения мощностных характеристик;
- Аппаратно-программный комплекс;
- Информационно-коммуникационный комплекс.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов и структур;
- Нанoeлектроника;
- Оборудование для создания и исследования объектов нанoeлектроники;
- Технология кремниевой нанoeлектроники;
- Основы проектирования СВЧ полупроводниковых устройств;
- Полупроводниковая наногетероструктурная инженерия;
- СВЧ-полупроводниковые устройства на основе монокристаллических интегральных схем.

STA409PC, фурье-спектрометр Tensor 27, спектрофотометр Cary 100;

- Хроматограф газовый исследовательского класса.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:** информация не предоставлена.

**Тематика научных исследований:** информация не предоставлена.

### НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР «НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ» ТПУ

*Организация, на территории которой расположен НОЦ:* Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
*Руководитель НОЦ:* д.т.н., проф. Хасанов Олег Леонидович  
*E-mail:* kachaev@tpu.ru  
*Телефон:* 382-242-69-36

**Структурный состав НОЦ:**

- Научно-образовательный инновационный центр «Наноматериалы и нанотехнологии» ТПУ;
- Кафедра «Наноматериалы и нанотехнологии» ЕНМФ ТПУ.

**Поддерживаемые тематические направления ННС:** информация не предоставлена.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-7000;
- Ультрамикротвердомер DUH-211S;
- Порометр PoreMaster 33;
- Зондовая нанолaborатория NTEGRA Aura;
- Установка для производства жидкого азота LNP10;

**Тематика научных исследований:**

- Разработка основ синтеза методом «выращивания» 2D и 3D топологий нерегулярных микрополосковых структур, управляемых интегральных устройств ВЧ и СВЧ диапазонов и их экспериментальное исследование;
- Решение научных задач характеристики, моделирования и проектирования GaAs монолитных интегральных схем СВЧ диапазона на основе наногетероструктурных рНЕМТ и тНЕМТ технологий;
- Методы, алгоритмы и интеллектуальное программное обеспечение для структурного синтеза СВЧ монолитных интегральных устройств на основе гетероструктурных нанотехнологий;
- Разработка методик измерения СВЧ-параметров и построение моделей GaAs гетероструктурных полевых транзисторов («Айсберг-3»);
- Разработка моделей элементов и комплекта GaAs монолитных усилителей мощности миллиметрового диапазона волн на основе отечественной наногетероструктурной тНЕМТ технологии;
- Разработка методов и программ автоматизированного проектирования, моделей элементов и комплекта GaAs монолитных усилителей мощности миллиметрового диапазона волн на основе отечественных наногетероструктурных рНЕМТ и тНЕМТ технологий;
- Опытно-технологические работы в НОЦ ТУСУРа.

**НОЦ по направлению «НАНОТЕХНОЛОГИИ»  
НОВОСИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Новосибирский государственный университет  
Руководитель НОЦ: д.ф.-м.н., проф. Аржанников Андрей Васильевич  
E-mail: nsm@nsm.nsu.ru  
Телефон: +7 383 3394019  
Сайт: <http://nsm.nsu.ru/>

**Структурный состав НОЦ:**

- Лаборатория многослойных структур;
- Лаборатория микро- и наноструктурирования;
- Лаборатория бионанотехнологий;
- Лаборатория плазмохимических технологий;
- Лаборатория вакуумного напыления;
- Лаборатория имплантации высокоэнергетических ионов;
- Лаборатория химических технологий;
- Лаборатория микроволновых химических технологий;
- Лаборатория мощных микроволновых воздействий.

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**

- Нанoeлектроника;
- Конструкционные наноматериалы;
- Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества;
- Нанобиотехнологии.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Сканирующий нанотвердомер;
- Газовый хроматомасс-спектрометр;
- Установка для нанесения высококачественных алмазоподобных пленок и многослойных композитных покрытий;
- Установка для плазмохимического травления кремния;
- Установка совмещения и экспонирования;
- Экспериментальный стенд плазмохимический;
- Комплекс приборов и оборудования по бионанотехнологиям;
- Экспериментальный имплантер;
- Комплекс оборудования для лаборатории химических технологий;
- Микроскоп для лабораторных исследований в комплекте;
- Специализированный гиротронный комплекс;
- Система микроволновой пробоподготовки;
- Система для химического синтеза под воздействием СВЧ-излучения.

**ИнформНаука**  
агентство научной информации



**Над чем работают  
российские ученые?**

Мы ждем новостей из первых рук.  
Присылайте пресс-релизы,  
свежие научные статьи, доклады

<http://www.strf.ru>, раздел Информнаука

+7 (495) 930-88-50, 930-87-07 e-mail: [editorial@informnauka.ru](mailto:editorial@informnauka.ru)

Наши подписчики: «Известия», «Вокруг света», «МК» и другие федеральные СМИ

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Научные основы физических и химических технологий получения керамических материалов;
- Дифракционные методы исследования материалов;
- Структурный анализ нанокристаллов.
- Тематика научных исследований:

- Получение и комплексное исследование излучателей света в области 1.5 мкм на основе наноструктурированного кремния;
- Проведение поисковых научно-исследовательских работ в интересах развития высокотехнологичных секторов экономики;
- Проведение поисковых научно-исследовательских работ в области естественных наук в рамках мероприятия 1.4 Программы.

## Уральский федеральный округ

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ТЮМЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ»**

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Тюменский государственный университет  
Руководитель НОЦ: д.ф.-м.н., проф. Анатолий Александрович  
E-mail: brikov@utmn.ru  
Телефон: 8-3452-25-15-94

**Структурный состав НОЦ:**

- Лаборатория электронной и зондовой микроскопии и рентгеноструктурного анализа;
- Лаборатории пучковых нанотехнологий;
- Лаборатории ионного легирования;
- Лаборатория физики плазмы;
- Лаборатория нанофлюидики;
- Лаборатории материаловедения;
- Лаборатории компьютерного моделирования нанотехнологии.

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**

- Функциональные наноматериалы и высококочистые вещества;
- Конструкционные наноматериалы.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Спектрометр ЯМР низкого разрешения MicroMr;

- Микроинтерферометр Линника МИИ-4М;
- Сканирующий зондовый микроскоп NTegra Aura;
- Учебный класс сканирующей зондовой микроскопии: Nanoeducator-10 (5 шт.), NTegra Prima (1 шт);
- Учебно-научная установка ионного форматирования;
- Стенд для исследования процессов и отработки режимов ионного легирования металлических поверхностей;
- Программно-аппаратный комплекс информационно-аналитической поддержки НОЦ ННС Тюменского ГУ.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Введение в специальность и специализацию;
- Вакуумная техника и технологии;
- Электронная и ионная оптика;
- Методы измерений микро- и наноструктур материалов;
- Термодинамика и физические свойства наноструктур;
- Магнитогидродинамика и магнитные свойства наноструктур;
- Пучково-плазменная техника и технологии;
- Микро- и нанофлюидика;
- Тепломассообмен в тонкопленочных структурах;
- Физико-химические процессы в нанотехнологиях.

**Тематика научных исследований:**

- Применение нанотехнологий для охраны окружающей среды в нефтяной и газовой промышленности.

# Конкурс нанофантастики



В рамках Всероссийского конкурса «Наука – обществу» журнал «Российские нанотехнологии» в очередной раз организует специальную номинацию Nanofiction. Она предназначена для рассказов и повестей в жанре science fiction, на создание которых авторов вдохновили нанотехнологии.

**Условия конкурса:**

1. Принимаются рассказы и небольшие повести в жанре science fiction, посвященные будущему нанотехнологий, новым открытиям и опасностям, которые они с собой несут.
2. Объем текстов – от 6000 до 30000 знаков с пробелами.
3. К участию в конкурсе приглашаются все желающие, независимо от сферы занятий, возраста и страны проживания.
4. Автор может представить на конкурс только один рассказ.
5. В конкурсе могут участвовать опубликованные и неопубликованные рассказы.
6. В конкурсе участвуют рассказы, опубликованные не ранее 2009 года.
7. Рассказы принимаются только в электронном виде на русском языке в формате Microsoft Word (\*.doc или \*.rtf).
8. Рассказы на конкурс присылайте по адресу [sf@strf.ru](mailto:sf@strf.ru) (с пометкой «На конкурс. Nanofiction»).
9. Члены жюри и редакции журнала «Российские нанотехнологии» не могут участвовать в конкурсе.
10. Рассказы принимаются только от авторов лично.
11. Крайний срок подачи рассказов – 9 сентября 2011 года.

**Подробнее читайте на [www.strf.ru](http://www.strf.ru)**

**Победитель получит 15 тыс. рублей!**



TheGiantVermin / Tudor



Argonne National Laboratory

### УНИВЕРСИТЕТСКИЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ»

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Уральский федеральный университет имени первого Прези-  
дента России Б.Н. Ельцина  
Руководитель НОЦ: д.ф.-м.н., доц. Вайнштейн Илья Александрович  
E-mail: via@dpt.ustu.ru  
Телефон: 8(343)375-45-94

#### Структурный состав НОЦ:

- Совет по наноматериалам и нанотехнологиям;
- Дирекция.

#### Поддерживаемые тематические направления ННС:

Информация не предоставлена.

#### Перечень оборудования НОЦ:

- Подсистема хранения и обработки информации;
- Набор подсистем для резервного копирования;
- Подсистема инженерного обеспечения;
- Подсистема передачи данных;
- Стационарное рабочее место администратора;
- Графическое устройство отображения.

#### Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:

Компьютерные технологии металлографического контроля.

#### Тематика научных исследований:

Проведение комплексных экспериментально-теоретических исследований наноструктурированных оксидных и нитридных систем радиационно-оптического назначения с целью оптимизации их функциональных свойств.

### НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ГОУ ВПО «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Южно-Уральский государственный университет  
Руководитель НОЦ: д.т.н., проф. Сапожников Сергей Борисович  
E-mail: zherebtsov\_da@yahoo.com  
Телефон: 8-908-042-53-07  
Сайт: <http://nano.susu.ac.ru/>

#### Структурный состав НОЦ:

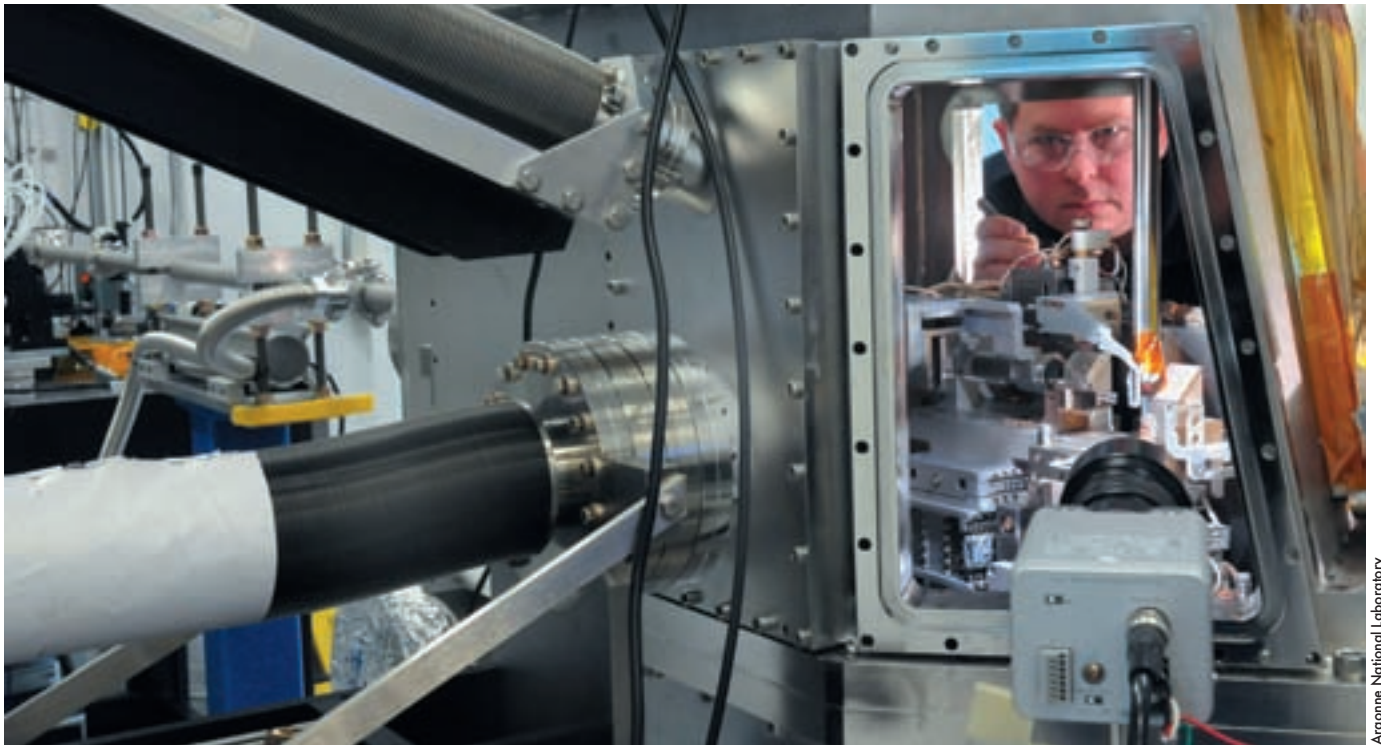
НОЦ «Нанотехнологии» ЮУрГУ.

#### Поддерживаемые тематические направления ННС:

- Функциональные наноматериалы для энергетики;
- Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества;
- Конструкционные наноматериалы;
- Композитные наноматериалы.

#### Перечень оборудования НОЦ:

- Вязкозиметр ротационный Brookfield DV-III Ultra;
- Вязкозиметр ротационный Brookfield R/S-SST;
- Универсальная испытательная машина Instron 5882;
- Прибор для динамического механического анализа материалов: Netzsch DMA 242C;
- Прибор синхронного термического анализа: Netzsch STA 449C Jupiter;
- ИК-спектрометр с Фурье-преобразованием Bruker Tensor 27;
- Просвечивающий электронный микроскоп Jeol JEM-2100;
- Квадрупольный масс-спектрометр QMS 403C Aeolos;
- Сканирующий нанотвердомер НТ-МДТ НаноСкан;



Argonne National Laboratory

- Прибор META Сорби-М для определения удельной поверхности пористых материалов и порошков;
- четырехперчаточный бокс MBRAUN Unilab с атмосферой аргона;
- Центрифуга для разделения эмульсий, суспензий микро- и нанопорошков;
- Вакуумный сушильный шкаф Binder.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Динамика и прочность машин;
- Физическая химия.

**Тематика научных исследований:**

- Синтез монокристаллического нитрида галлия из раствора в расплаве на основе нитрида лития;
- Исследование кварцевых стекол, исходного сырья (ТЭОС) и силикагеля производства ММЗ с составлением рекомендаций по борьбе с браком по включениям;
- Разработка основ матричного синтеза нанопористых стеклоуглеродных материалов;
- Исследование и разработка технологии изготовления стандартных образцов для калибровки просвечивающих электронных микроскопов при увеличении 1000–10 000 крат;
- Нанопористые стеклоуглеродные материалы;
- Матричный синтез нанопористых стеклоуглеродных материалов.

**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «НАНОТЕХНОЛОГИИ» УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. ГОРЬКОГО**

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
 Уральский государственный университет им. А.М. Горького  
 Руководитель НОЦ: к.ф.-м.н., доц. Кружаев Владимир Венедиктович  
 E-mail: Valeri.Larionov@usu.ru  
 Телефон: (343) 350 74 95

**Структурный состав НОЦ:** информация не предоставлена.

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**  
 Информация не предоставлена.

**Перечень оборудования НОЦ:**

- Атомно-силовой микроскоп Explorer;
- Учебный класс сканирующей зондовой микроскопии Nanoeducator-10;
- Зондовая нанолaborатория NTEGRA-Aura;
- Зондовая нанолaborатория NTEGRA-Therma;
- Зондовая нанолaborатория NTEGRA-Spectra;
- Механический профилометр Dektak 150;
- Оптический профилометр Wyko NT 1100;
- Оптический микроскоп Olympus BX-51;
- Система для высокоскоростной видеосъемки FC13;
- Термокриокамера Linkam THMSE 600;
- Комплекс регистрации и обработки изображений SIAMS Photolab;
- Оптический микроскоп Olympus BX-51;
- Оптический микроскоп Olympus CX-41;
- Анализатор гранулометрического состава SALD 7101;
- Анализатор дисперсий 90BI-Zeta Plus;
- Газовый хроматограф/квадрупольный масс-спектрометр;
- Анализатор дисперсий частиц Zetasizer Nano;
- Газовый хроматограф;
- Анализатор удельной поверхности TriStar 3000;
- Анализатор удельной поверхности Sorbi N.4.1;
- Жидкостный хроматограф;
- Термогравиметрический анализатор PYRIS 1 TGA;
- Магнитометрический комплекс высшей точности УКМП-0.05-100;
- Импедансметр Z-500PX;
- Газоаналитическая система на основе квадрупольного масс-спектрометра;
- Термоанализатор;
- Термомеханический анализатор;
- Импедансметр Z-500PX с усилителем мощности AX-500PL;



- Дилатометр;
- Импедансметр Z-3000X;
- Вискозиметр ротационный;
- Импульсный потенциостат P-30I;
- Оптический реометр;
- Весы аналитические ME 235S;
- Электромеханическая испытательная машина для исследования механических свойств материалов;
- Импульсный твердотельный лазер с гармониками Brilliant;
- Комплект оборудования для измерения параметров лазерного излучения LaserStar, BeamStar FX50;
- Электромеханическая испытательная машина для исследования механических свойств материалов;
- Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой;
- Атомно-абсорбционный спектрометр;
- Лазерная система для обработки материалов VL-300/40;
- Лазерная система для обработки материалов Fmark-20;
- Чистое производственное помещение класса ГОСТ ИСО5;
- Система подготовки сверхчистой воды Elix 10;
- Система контроля качества фотолитографии VX-51;
- Исследовательский комплекс на базе ИК Фурье спектрометра;
- Лабораторная центрифуга Sawatec SM180-HP250HDMS;

- Установка совмещения и экспонирования SUSS MJB4;
- Установка жидкостной очистки пластин OPTIwet St30;
- ИК-Фурье спектрометр;
- Установка реактивно-ионного травления Plasmalab 80 plus RIE;
- Комбинированная установка вакуумного напыления Auto 500 Edwards;
- Установка магнетронного распыления ATC Orion 8 UHV;
- Алмазная дисковая и проволочная пила Model 15;
- Спектрофлюориметр;
- Станок для прецизионной шлифовки и полировки PM5;
- Система капиллярного электрофореза;
- Планетарная мельница Pulverisette 7;
- Рентгеновский дифрактометр;
- Измерительный комплекс;
- Спектрометр электронного парамагнитного и двойного электронно-ядерного резонансов;
- СКВИД-магнитометр.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:** информация не предоставлена.

**Тематика научных исследований:** информация не предоставлена.

## Приволжский федеральный округ

### НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ» ВЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Вятский государственный университет  
Руководитель НОЦ: к.с.-х.н., доц. Литвинец Сергей Геннадьевич  
E-mail: litvinets@list.ru  
Телефон: (8332) 32-16-49

**Структурный состав НОЦ:** информация не предоставлена

**Поддерживаемые тематические направления ННС:**  
Нанобиотехнологии.

#### Перечень оборудования НОЦ

- Растровый сканирующий микроскоп JEOL JSM-6510 с энерго-дисперсионным спектрометром INCA Energy X-Max;
- Микротом-криостат.

**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:** информация не предоставлена

#### Тематика научных исследований:

Биотехнология получения, строение и свойства полисахаридов ряда растений европейского севера России.

### НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ

Организация, на территории которой расположен НОЦ:  
Казанский государственный технический университет имени А.Н.Туполева  
Руководитель НОЦ: д.т.н., проф. Насыров Ильгиз Кутдусович  
E-mail: sergio@kipmea.kstu-kai.ru, sek@s  
Телефон: 8(904)6609406

#### Структурный состав НОЦ:

- Региональный центр метрологии и сертификации;
- Информационно-аналитический центр.

#### Поддерживаемые тематические направления ННС:

- Наноэлектроника;
- Наноинженерия;
- Композитные наноматериалы.

#### Перечень оборудования НОЦ:

- Сканирующий электронный микроскоп Auriga CrossBeam;
- Просвечивающий электронный микроскоп Jeol JEM1200.

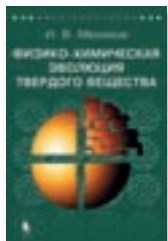
**Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:**

- Кристаллография;
- Физикохимия наноструктурированных материалов;
- Основные процессы микро- и нанотехнологий;
- Наноматериалы в нано- и микроэлектронике;
- Физика наноразмерных систем;
- Материалы и методы нанотехнологии;
- Элементы и приборы наноэлектроники;
- Компьютерное моделирование, расчет и проектирование наносистем;
- Методы диагностики и анализа микро- и наносистем;
- Биомедицинская нанотехнология;
- Методы сканирующей зондовой микроскопии;
- Электронная микроскопия;
- Ультразвуковая наноскопия;
- Информационные технологии в проектировании нано- и микросистем.

#### Тематика научных исследований:

Создание системы мониторинга исследований и разработок в области нанотехнологий и наноматериалов.

# Читаем новинки



## Физико-химическая эволюция твердого вещества

В книге собраны и обобщены некоторые экспериментальные результаты изучения состояния и свойств твердого вещества в процессе его выделения из пересыщенной среды, а также при последующем хранении и использовании. В издании рассмотрены следующие вопросы: стадия зарождения твердых тел, рост частиц фазообразующего вещества, стадия агломерации, спонтанное упорядочивание вещества, отклик твердого вещества на внешние воздействия, теоретические модели эволюционного процесса. Последние приобрели актуальность в связи с развитием нанотехнологии, где используются вещества, состоящие из частиц нанометрового диапазона. Книга предназначена студентам, аспирантам и преподавателям вузов, имеющим отношение к изучению дисциплин физико-химического профиля, научным работникам соответствующего направления.



## Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии

Систематически излагается современное состояние исследований нанокристаллических материалов. Обобщены экспериментальные результаты по влиянию нанокристаллического состояния на микроструктуру и механические, теплофизические, оптические, магнитные свойства металлов,

сплавов и твердофазных соединений. Рассмотрены основные методы получения изолированных наночастиц, ультрадисперсных порошков и компактных нанокристаллических материалов. В книге подробно обсуждены размерные эффекты в изолированных наночастицах и компактных нанокристаллических материалах, показана важная роль границ раздела в формировании структуры и свойств компактных наноматериалов. Проведен анализ модельных представлений, объясняющих особенности строения и аномальные свойства веществ в нанокристаллическом состоянии. Издание предназначено специалистам в области физики твердого тела, физической химии, химии твердого тела, материаловедения, а также студентам и аспирантам.



## Углеродные нанотрубки: строения, свойства, применения

Основной материал книги представлен в двух примерно равных по объему главах. После краткого введения в первой главе описана рассеянная по многочисленным журнальным публикациям информация о строении, свойствах и возможных применениях углеродных нанотрубок. Во второй главе представлены оригинальные результаты автора в рассматриваемой области, а именно описаны квантово-химические расчеты электронного строения нанотрубок с помощью методов сильной связи и линеаризованных присоединенных цилиндрических волн. Для научных сотрудников, аспирантов, студентов физико-химических и инженерных специальностей. Издание может частично восполнить дефицит учебной литературы по наноматериаловедению. Библиография книги включает более 300 наименований.



## Введение в нанотехнологию (пер. с япон.) – 2-е изд.

Книга в популярной форме знакомит читателя с достижениями в области нанотехнологии в Японии и других странах в конце XX – начале XXI века. Продемонстрированы поистине фантастические возможности нанотехнологии в таких областях, как электроника, энергетика, биология, медицина и др. Большое внимание уделено экономическим и социальным последствиям внедрения нанотехнологии в жизнь общества. Для студентов, изучающих дисциплины, связанные с применением нанотехнологии, а также для преподавателей соответствующих специальностей.



## Материалы и методы нанотехнологии. Учебное пособие

В пособии даются основные понятия о нанотехнологии и нанообъектах, приводятся сведения о характерных особенностях и свойствах наночастиц. Рассмотрены функциональные и конструкционные материалы – фуллерены, углеродные нанотрубки, ленточные молекулярные пленки – и их применение. Значительное внимание уделяется методам получения наночастиц и упорядоченных наноструктур, приводятся результаты искусственного наноформирования, описаны методы зондовой нанотехнологии, пучковые и другие новые методы нанолитографии. Книга будет интересна студентам и аспирантам высших учебных заведений, специализирующихся по направлению «нанотехнология».

*II международная научно-практическая конференция*

# **«ПОСТГЕНОМНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА В БИОЛОГИИ, ЛАБОРАТОРНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ»**

**с 8 по 10 октября 2011 г.**

**Лекции, доклады и стендовые сессии по направлениям:**

**Постгеномные методы и молекулярная медицина.**

**Геномика и протеомика микроорганизмов.**

**Постгеномные технологии в создании и валидации лекарственных соединений.**

**Биоинформационные технологии.**

**Клеточные технологии и регенеративная медицина.**

***Организаторы:***

*Федеральное медико-биологическое агентство*

*Сибирское отделение Российской академии наук*

*НИИ физико-химической медицины ФМБА России*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

*Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН*

*ООО «Парк-медиа»*

***При поддержке:***

*Министерство образования и науки РФ*

*Российская академия медицинских наук*

**Дом ученых Академгородка  
г. Новосибирск, Морской пр-т, 23**

**+7 (495) 930 8850, 930 8707  
E-mail: [info@postgenom.ru](mailto:info@postgenom.ru)  
Сайт: [www.postgenom.ru](http://www.postgenom.ru)**

# Модификация материалов на основе эпоксидных смол металл-углеродными нанокompозитами

В.Кодолов, В.Тринева, М.Чашкин, А.Захаров

E-mail: techpro-ur@mail.ru

Ижевский электромеханический завод «Купол» производит металл-углеродные нанокompозиты по уникальной запатентованной технологии, которая позволила значительно снизить их цены по сравнению с аналогами. Более подробную информацию об этом можно получить на сайте завода [www.kupol.ru](http://www.kupol.ru).

Первые работы по модификации материалов нанокompозитами проводились для улучшения эксплуатационных характеристик пенобетонов и бетонов, но со временем спектр эффективного применения нанокompозитов стал расширяться, в том числе и за счет различных полимеров.

Одним из полимеров, широко применяемых в технологических процессах различных производств, является эпоксидная смола, так как составы на ее основе имеют высокую адгезию к различным материалам и стойкость к температурным воздействиям. Из эпоксидных смол готовят различные виды клея, электроизоляционные лаки, заливочные компаунды, стеклопластики, полимербетоны и т.д. С совершенствованием технологий возрастает потребность промышленности в современных материалах из эпоксидных смол с улучшенными эксплуатационными характеристиками, что подтверждается многочисленными обращениями по этому поводу в научно-экспериментальный комплекс наноструктур служб ОАО «ИЭМЗ «Купол» и других предприятий России. Именно поэтому приоритет научных изысканий сотрудников научно-экспериментального комплекса по разработке и применению наноструктур отдан сегодня этому направлению.

Методы повышения эксплуатационных характеристик довольно многообразны: от применения нового оборудования в технологических процессах изготовления полимерных композиций до синтеза новых полимеров. Но все же наиболее экономичный метод — это модификация уже существующих полимеров нанокompозитами. Высокая активность нанокompозитов в процессах самоорганизации позволяет изменять надмолекулярную структуру и тем самым качественно влиять на эксплуатационные характеристики модифици-

руемой среды. Стабилизация системы «полимер-нанокompозит» при внесении в нее энергетически насыщенных нанокompозитов происходит за счет возникновения новых химических связей. Дополнительно этому способствует наличие в составе нанокompозитов ионов металла, что позволяет получать необходимый эффект при использовании сверхмалого количества модификатора: порядка 0.0001 %—0.02 % от общей массы материала.

Процесс модификации начинается с предварительной подготовки тонкодисперсной суспензии нанокompозитов путем совместной механо-химической активации дисперсионной среды и нанокompозитов. Далее полученная смесь обрабатывается в ультразвуковой ванне и вносится в основу полимерной матрицы. Благодаря механо-химической активации и ультразвуковой обработке удается наиболее полно провести распределение нанокompозитов по объему дисперсионной среды, что является ключевым моментом в процессе модификации, а также исключить наличие крупных агломератов частиц, негативно влияющих на устойчивость суспензии.

Дисперсионная среда для модифицирующей суспензии подбирается из используемых для получения материала компонентов. Номенклатура таких компонентов, вводимых в эпоксидные смолы, довольно обширна: различные отвердители, пластификаторы, ускорители или комбинации этих веществ. Поэтому специалисты завода постоянно ведут исследовательские работы по поиску дисперсионных сред, отвечающих требованиям создания устойчивых суспензий. В ходе данных работ методами квантово-химического моделирования установлены оптимальные составы нанокompозитов для модификации эпоксидных материалов. С учетом результатов данных расчетов были разработаны технологии изготовления тонкодисперсных суспензий нанокompозитов на основе различных органических сред, в том числе: ангидридных и аминных отвердителей, спиртов, пластификаторов и растворителей типа толуол, ацетон. Проведенная работа позволяет Ижевскому электромеханическому заводу «Купол» предложить

своим заказчикам модифицирующие нанокompозиты для широкого спектра материалов из эпоксидных смол, используемых в машиностроении, электропроводящих паст, используемых в производстве конденсаторов, и связующих, применяемых для производства композитной арматуры, стекло- и углепластиков, строительных материалов.

Конструкционные клеи и электропроводящие пасты были изготовлены на основе эпоксидной смолы, отверждение которой проводилось тонкодисперсной суспензией на основе полиэтиленполиамин с медь/углеродным (Cu/C) нанокompозитом (НК) для клеев и никель/углеродным (Ni/C) для паст. Отверждение эпоксидных смол для связующих проводилось тонкодисперсной суспензией нанокompозита Cu/C на основе изо-метилтетрагидрофталевого ангидрида.

С использованием модифицированного связующего была изготовлена композитная стеклопластиковая арматура (АСП) различных диаметров, результаты испытаний которой показали, что предел прочности на разрыв всех образцов повысился не менее чем на 30 %.

Испытания клеев, модифицированных нанокompозитами, показали, что их адгезионная прочность выросла в среднем на 80 %, а термостабильность в среднем на 100 °С.

Работы, связанные с разработкой специальных токопроводящих паст и клеев, показали, что полученные с применением нанокompозитов пасты по техническим параметрам превышают аналог китайского производства по электрофизическим параметрам и могут конкурировать с ним на рынке. Адгезионная прочность пасты при сдвиге возросла на 37 %, адгезионная прочность пасты при отрыве увеличилась на 20 %, удельное объемное электрическое сопротивление пасты снизилось с  $24.0 \cdot 10^{-5}$  Ом·см<sup>2</sup> до  $2.2 \cdot 10^{-5}$  Ом·см<sup>2</sup>.

Таким образом, разработан эффективный способ модификации полимерных материалов на основе эпоксидных смол, позволяющий с минимальными затратами решать проблемы улучшения их эксплуатационных характеристик.

Более подробную информацию можно получить по телефонам 8(3412) 903068 или 903232.

## IV МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИИ, НАНОТЕХНОЛОГИЙ И МЕДИЦИНЫ»

Конференция состоится 22–25 сентября 2011 г. в г. Ростов-на-Дону.  
Основные направления работы конференции:

### Биология:

- Биотехнология
- Геномные и постгеномные технологии
- Экспериментальная биология и охрана окружающей среды
- Биоинформатика

### Медицина:

- Фундаментальная медицина
- Медицинская генетика
- Фармакология, создание новых лекарственных препаратов
- Проблемы биобезопасности и ветеринарной медицины

### Медицинское приборостроение:

- Современные инженерные технологии в медицине
- Приборы и информационные технологии для телемедицины
- Ультразвук в медицине
- Аппаратура для неспецифического восстановления здоровья

### Нанотехнологии:

- Нанотехнологии, новые материалы
- Нанобиология и наномедицина

### В рамках конференции будут проведены:

- Школа-семинар Barcode of life, или Роль геномных маркеров в описании биоразнообразия с участием Dr. R.Hanner (г. Онтарио, Канада) и д.б.н., проф. Ю.Ф. Картавцева (г. Владивосток, Россия)
- Конкурс молодых ученых по тематическим направлениям конференции

Все участники получают сертификаты.

Условия регистрации и правила оформления тезисов – на сайте конференции [www.conference.labnauka.ru](http://www.conference.labnauka.ru)

## ВСЕРОССИЙСКАЯ МОЛОДЕЖНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ ЖИДКОФАЗНЫХ СИСТЕМ»

Казанский национальный исследовательский технологический университет приглашает принять участие 15–16 сентября 2011 года во Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем».

Мероприятие проводится при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках

Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

Для участия в работе научной школы приглашаются молодые ученые, аспиранты и студенты различных вузов, научно-исследовательских учреждений и промышленных предприятий.

Оргвзнос за участие в конференции не взимается!

Материалы докладов вместе с регистрационной формой принимаются в электронном виде по адресу:

E-mail: [chem-gidkofaz@yandex.ru](mailto:chem-gidkofaz@yandex.ru)

## НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, ФОТОНИКЕ И АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ. V НАНО И ГИГА ФОРУМ

12–16 сентября 2011 года в новом учебном корпусе МГУ им. М.В. Ломоносова и в Центре развития предпринимательства в Зеленограде состоится V Международная конференция Nano and Giga Challenges in Electronics, Photonics and Renewable Energy (NGC 2011). Основными организаторами конференции являются Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, российская компания «НТ-МДТ» — ведущий производитель исследовательского и технологического оборудования для нанотехнологий и американская

консалтинговая компания Nano and Giga Solutions, работающая в области международных научно-образовательных и инновационных проектов.

### В рамках конференции будут проведены:

- Школа – лекции в первые два дня
- Симпозиум (пленарные и секционные заседания, постерные доклады)
- Сателлитные совещания

Подробная информация на сайте <http://asdn.net/ngc2011>

## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И ПРОИЗВОДСТВЕ СЛОЖНЫХ НАУКОЕМКИХ ИЗДЕЛИЙ»

Международная научная школа «Инновационные технологии в проектировании и производстве сложных наукоемких изделий» пройдет 29–30 сентября 2011 года при участии Казанского национального исследовательского технологического университета и при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

Для участия в работе научной школы приглашаются молодые ученые, аспиранты и студенты вузов, научно-исследовательских учреждений и промышленных предприятий.

В рамках научной школы предполагается работа секций по следующим направлениям:

- Теоретические основы проектирования и управления инновационными проектами (по отраслям экономики)
- Организация инновационной деятельности на предприятиях (по отраслям экономики)
- Логистика и система промышленных и производственных технологий
- Национальные и региональные аспекты инновационной деятельности
- Практика реализации инновационных проектов
- Технологии образования и кадровое обеспечение инновационных проектов

Оргвзнос за участие в конференции не взимается!

Материалы докладов вместе с регистрационной формой принимаются в электронном виде по адресу:

E-mail: [inno-technology@yandex.ru](mailto:inno-technology@yandex.ru)

# Подписка на 2011 год Скидка 10%

+7 495 930-88-06

Подробности на сайте: [www.actanaturae.ru](http://www.actanaturae.ru)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

### ПАРАМЕТРЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ЕДИНООБРАЗИЯ

Среди различных типов единичности в биологическом мире различают (исходящие отсюда) эволюционно связанные единичности и др.) Гетерогенные единичности характеризуются наличием различий в строении, в частности, в строении молекулы. В частности, различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы.

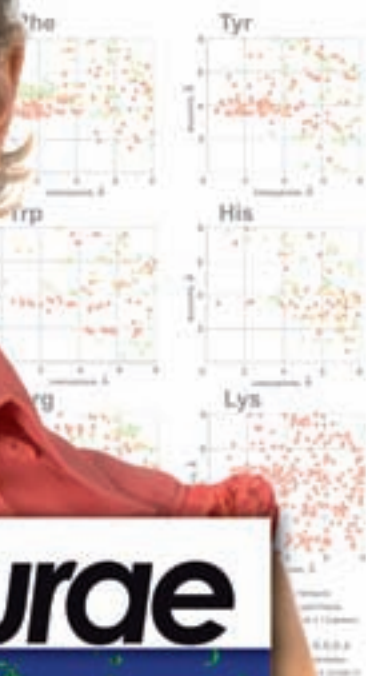
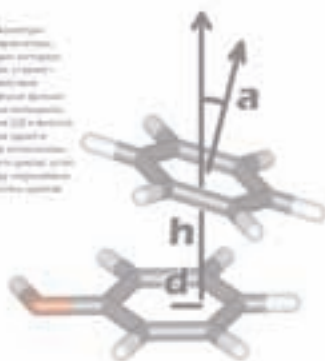
Данный тип параметров, определяющий различия для построения структуры, может быть связан с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы.

Полученный график, позволяющий выявить различия между различными типами единичности, может быть связан с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы.

Полученный график, позволяющий выявить различия между различными типами единичности, может быть связан с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы.

Полученный график, позволяющий выявить различия между различными типами единичности, может быть связан с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы.

Рис. 1. Параметры строения единичности, определяющие различия в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы. Различия в строении молекулы могут быть связаны с различиями в строении молекулы, в частности, с различиями в строении молекулы.



# ActaNaturae

The cover of the journal 'ActaNaturae' features a central image of a globe with green lines representing biological or molecular structures. The title 'ActaNaturae' is prominently displayed at the top of the cover.

## НЕПРИРОДНЫЕ АНТИТЕЛА

ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

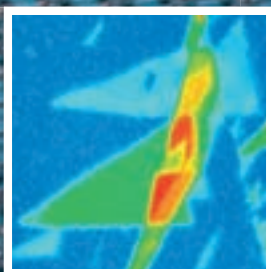
РЕГУЛЯЦИЯ ТЕЛОМЕРАЗЫ В ОМИТОГЕНЕЗЕ  
СТРУКТУРА МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА ВОЗБУДИТЕЛЯ ОПИСТОРИХОЗЫ

# ИНТЕГРА Спектра

АСМ + КР Микроскопия + СБОМ + TERS

$10^{-9}$  м

## Множество методических подходов для исследования одного образца



КР-микроскопия:  
интенсивность  
G-линии



КР-микроскопия:  
положение 2D линии



Интенсивность  
рэлеевского рассеяния



АСМ: топография

Исследования одного и того же  
образца графена методиками  
микроскопии комбинационного  
рассеяния (КР)

и АСМ в рамках одного эксперимента



АСМ: метод  
латеральных сил



АСМ: метод модуляции  
силы



АСМ: метод  
зонда Кельвина



АСМ:  
электростатическая  
силовая микроскопия

Подробности смотрите на сайте:  
<http://www.ntmdt.ru/device/ntegra-spectra>

[www.ntmdt.com](http://www.ntmdt.com)

[www.ntmdt-tips.com](http://www.ntmdt-tips.com)