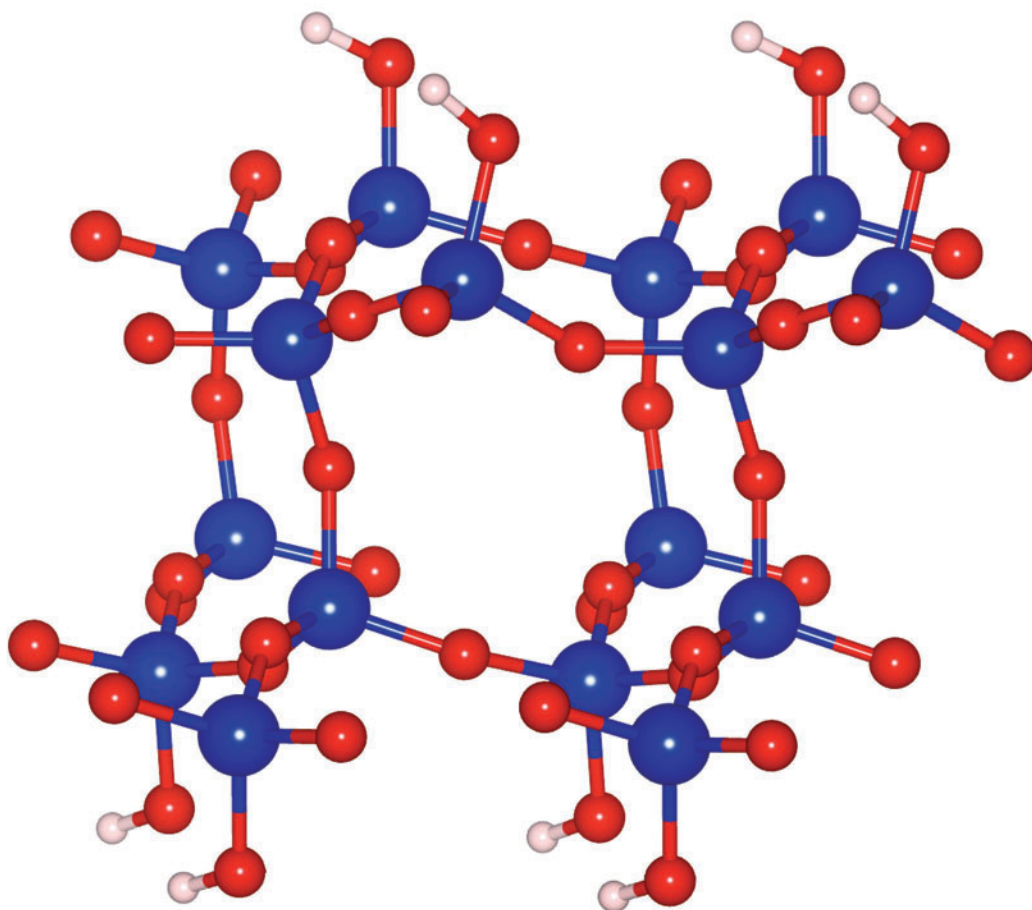


Квантово-механические расчеты влияния примесных атомов Ti и Zr на электронную структуру нанопористой силикатной матрицы

- Каталог научно-образовательных центров по направлению «нанотехнологии»
- Изучение свободных электронных состояний нанокластеров металлов методом ультрафиолетовой спектроскопии
- Модельная система адресной доставки лекарственных веществ на основе наноалмазов



ISSN 19927223



9 771992 722003



AIM

Стратегический
партнер



الإمارات العربية المتحدة
وزارة التجارة الخارجية
UNITED ARAB EMIRATES
MINISTRY OF FOREIGN TRADE

Международная инвестиционная встреча

Выставочный центр DICEC (Дубай, ОАЭ)

10-12 мая 2011 года



«Процессы планирования, оценки и финансирования в развивающихся странах и регионах»

Медиапартнер

РОССИЙСКИЕ
НАНО
ТЕХНОЛОГИИ

Темы

- Развивающиеся страны
- Быстро развивающиеся регионы
- Возобновляемая энергия
- Телекоммуникации, СМИ, ИТ и новые технологии
- Гостиничный бизнес и туризм
- Промышленность и торговля
- Здравоохранение и образование
- Транспорт и инфраструктура
- Обрабатывающая промышленность
- Финансовые и корпоративные услуги
- Градостроительство
- Предпринимательство в государственном секторе экономики

Итоги

- Презентации стран
- Непосредственное взаимодействие между ведущими разработчиками и государственными служащими
- Оценка возврата инвестиций
- Надежное инвестирование
- Создание подходящего способа финансирования и портфолио
- Уникальный опыт совместной работы

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

Печатные технологии в наноиндустрии



Игнат Соловей

В настоящее время формируются две основные группы производимых нанопродуктов — устройства электроники и фотоники и наноматериалы различного назначения.

При этом производство первой группы нанопродуктов — интегральные схемы, светодиоды, фотовольтаические батареи и т.д. — базируется на использовании газофазных технологий, в первую очередь молекулярно-лучевой эпитаксии, которая, если говорить упрощенно, заключается в процессе испарения исходного вещества и его конденсации в вакууме на подложку.

В последние годы наметилась тенденция использования в производстве устройств электроники, фотоники и сенсорики не только газофазных, но и жидкофазных технологий. Эти технологии получили название печатные технологии.

Печатные технологии в простейшей форме включают в себя две стадии: нанесение на подложку жидкой композиции, содержащей низкомолекулярные и высокомолекулярные органические или неорганические вещества, и высушивание нанесенного слоя при комнатной температуре и нормальном давлении. При высушивании нанесенной композиции после удаления растворителя нелетучие компоненты в результате самоорганизации формируют функциональный слой. Нанося последовательно несколько композиций, можно сформировать многослойные структуры и получить функциональные устройства. Во многих случаях композиции содержат функциональные наночастицы.

Основу печатных технологий составляют две различные технологические платформы — roll-to-roll и inkjet технологии. Первая позволяет формировать многослойные функциональные структуры с поверхностью, занимающей сотни квадратных метров, и со скоростью несколько метров в минуту. В то время как inkjet технология позволяет получать функциональные трехмерные, двухмерные или одномерные структуры сложной топологии. Часто в едином технологическом процессе используются обе технологии.

В настоящее время во многих странах активно разрабатываются полимерные светоизлучающие устройства и фотовольтаические батареи, созданные с помощью печатных технологий. Ограниченная номенклатура таких устройств уже появилась на мировом рынке. Можно считать, что сегмент рынка наноиндустрии продуктов печатной электроники активно формируется. Не вызывает сомнения, что в недалеком будущем новые осветительные приборы, основанные на устройствах печатной электроники, со временем вытеснят с рынка освещения полупроводниковую светодиодную технику, которая сегодня начинает конкурировать с энергосберегающими лампами и лампами накаливания. Ключевые достоинства полимерных светоизлучающих материалов — их низкая себестоимость и возможность формировать большие светящиеся поверхности.

Особым достоинством этих материалов является и то, что полимерные светоизлучающие материалы имеют высокую степень прозрачности в видимом диапазоне. Это позволит создать в будущем оконные стекла, выполняющие функцию осветительного прибора в ночное время.

Главный редактор, академик РАН М.В. АЛФИМОВ

РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

март-апрель 2011

ТОМ 6, № 3-4

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, www.nanorf.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, www.nanorf.ru

ISSN 1992-7223

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

© РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ, 2011

Номер подписан в печать 25 марта 2011 г.

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «МЕДИА-ГРАНД»

СОДЕРЖАНИЕ

Дайджест	6
Аналитический обзор деятельности научно-образовательных центров национальной нанотехнологической сети	8
Каталог научно-образовательных центров по направлению «нанотехнологии»	14
Читаем новинки	23

Импакт-фактор
РИНЦ

0.721

Публикация статьи
занимает

3 месяца

ЖУРНАЛ «РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ»

входит в Перечень ведущих рецензируемых науч-
ных журналов и изданий, в которых должны быть
опубликованы основные научные результаты
диссертаций на соискание ученой степени док-
тора 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, Agris.

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/

Англоязычная версия
распространяется

Springer

Публикация
в журнале

бесплатная

Самоорганизующиеся структуры и наносборки

А.К. Чибисов, Г.В. Захарова
Влияние органических растворителей на кинетику J-агрегации и дезагрегации полиметиновых красителей в водных растворах 24

Наноструктуры, включая нанотрубки

А.Н. Чибисов
Квантово-механические расчеты влияния примесных атомов Ti и Zr на электронную структуру нанопористой силикатной матрицы 28

А.С. Басаев, Б.Г. Шулицкий, А.И. Воробьева, Е.Л. Прудникова, В.А. Лабунов, А.М. Мозалев, Ю.П. Шаман, В.Н. Кукин
Нанокompозитный углеродный материал с упорядоченной структурой, синтезированный с использованием пористого оксида алюминия 31

Б.А. Будапов, А.К. Гатин, М.В. Гришин, Б.Р. Шуб
Взаимодействие азота с единичными наноразмерными кластерами титана 39

А.Я. Колпаков, И.В. Суджанская, М.Е. Галкина, И.Ю. Гончаров, А.И. Поплавский, С.С. Манохин
Влияние степени легирования азотом и толщины на электропроводность и морфологию наноразмерных углеродных покрытий на кремнии 43

Ю.С. Пестовский, И.А. Будапов, И.Н. Курочкин
Исследование закономерностей роста золотых наночастиц, иммобилизованных на поверхности слюды, при восстановлении золотохлористоводородной кислоты пероксидом водорода 46

Н.Д. Потехина, С.М. Соловьев
Изучение свободных электронных состояний нанокластеров металлов методом ультрафиолетовой спектроскопии .. 51

П.П. Фёдоров, М.Н. Маякова, С.В. Кузнецов, В.В. Воронов, В.В. Осико, Р.П. Ермаков, И.В. Тонгарь, А.А. Тимофеев, Л.Д. Исхакова
Исследование соосаждения фторидов бария и висмута из водных растворов: нанохимические эффекты 56

Нanomатериалы функционального назначения

О.А. Иноземцева, Т.А. Колесникова, Д.А. Горин, Н.В. Швындина, В.Я. Шкловер
Функционализация поверхности дисперсной фазы прямой эмульсии наночастицами оксида цинка методом полиионной сборки 61

Нanomатериалы конструкционного назначения

А.Я. Нейман, А.В. Танская, Е.В. Tsipis, Л.М. Фёдорова, Б.Д. Антонов
Влияние размерного эффекта на механизм взаимодействия Al_2O_3 с Bi_2O_3 и проводимость композита на их основе 66

Нанoeлектроника

С.А. Козюхин, А.А. Шерченков, В.М. Новоторцев, С.П. Тимошенко
Материалы фазовой памяти на основе сложных халькогенидов и их применение в устройствах оперативной памяти. 73

Нанofотоника

Е.В. Голосов, А.А. Ионин, Ю.Р. Колобов, С.И. Кудряшов, А.Е. Лигачев, С.В. Макаров, Ю.Н. Новоселов, Л.В. Селезнев, Д.В. Синицын
Формирование периодических наноструктур на поверхности алюминия под действием фемтосекундных лазерных импульсов 82

Нанобиология

Т.А. Колесникова, И.А. Фёдорова, А.А. Гусев, Д.А. Горин
Анализ острой токсичности полиэлектролитных микрокапсул, модифицированных наночастицами оксида цинка, и составляющих их компонентов на гидробионтах 87

К.В. Пуртов, А.И. Петунин, А.П. Пузырь, А.Е. Буров, В.С. Бондарь
Модельная система адресной доставки лекарственных веществ на основе нанoалмазов 97

НАНО краткие сообщения

Наноструктуры, включая нанотрубки

В.А. Бурдовицин, А.В. Медовник, Е.М. Окс
Синтез углеродных наноструктур электронно-лучевым испарением графита 103

С.А. Тихомиров, М.И. Алымов, И.В. Трегубова, В.С. Шустов
Влияние режимов восстановления гидроксида кобальта на дисперсность и степень восстановления кобальтовых нанопорошков 105

В.Н. Целуйкин, О.А. Канафьева
Получение коллоидных дисперсий фуллерена C_{60} 108



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 нанoиндустрии 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.

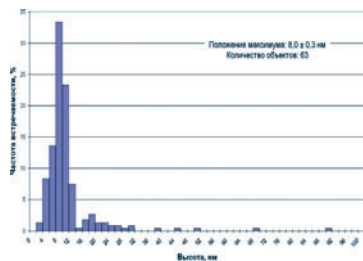
В правилах для авторов (стр. 110) вы найдете все необходимые указания для подготовки публикаций. А если остались вопросы, пишите, звоните нам: +7-495-930-88-08, sozerin@strf.ru

Редакция

В этом номере

стр. 46

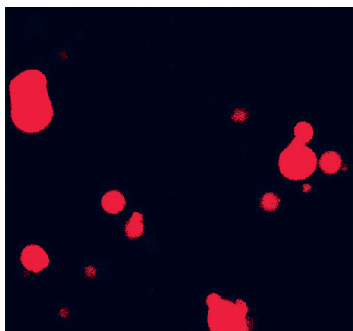
В исследовании Ю.С. Пестовского изучен процесс роста золотых наночастиц размером 10 нм, иммобилизованных на поверхности слюды, под действием золотохлористоводородной кислоты и различных концентраций пероксида водорода в диапазоне 2×10^{-6} – 2×10^{-2} М. В результате, исследование процесса методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) показало, что процесс идет без изменения количества частиц.



Вид распределения объектов по высоте для исходных золотых наночастиц

стр. 61

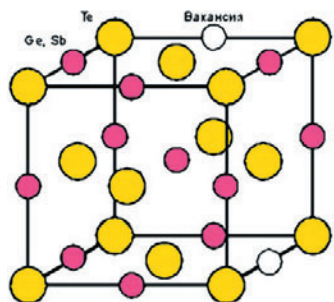
В результате проведенного исследования, описанного в статье О.А. Иноземцевой и др., были сформированы полиэлектролитные и нанокompозитные покрытия, содержащие наночастицы оксида цинка, на поверхности микрочастиц дисперсной фазы прямых эмульсий. В исследовании показана возможность капсуляции в объем микроразмешиваемых контейнеров веществ, растворимых в гидрофобной фазе, на этапе их формирования. Полученные системы были охарактеризованы с помощью конфокальной лазерной и сканирующей электронной микроскопии. В результате было показано, что ультразвуковая обработка микроразмешиваемых контейнеров может быть использована для снижения степени их агрегации.



Конфокальное исследование влияния ультразвука на свойства микрочастиц, функционализированных наночастицами ZnO, в зависимости от времени ультразвуковой обработки и структуры оболочки

стр. 73

Халькогенидные сплавы системы Ge-Sb-Te были рассмотрены в работе С.А. Козюхина и др. с точки зрения их использования в устройствах энергонезависимой фазовой памяти произвольного доступа. На основании выполненных исследований авторы установили существование воспроизводимого эндотермического пика в диапазоне 390–415 °С.



Распределение атомов в элементарной кубической ячейке GST25

Второй автор

Специалисты из Белгородского государственного университета исследовали влияние степени легирования азотом и толщины на электропроводность и морфологию наноразмерных углеродных покрытий на кремнии. Работа поддержана ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. по направлению «Нанотехнологии и наноматериалы» № П1223. На вопросы «Российских нанотехнологий» отвечает участник работы (стр. 43), научный сотрудник Центра коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» к.ф.-м.н. Ирина Васильевна Суджанская.



Нанесение углерода на поверхность кремния – метод известный. В чем новизна вашего исследования?

Новизна исследования заключается в том, что алмазоподобные углеродные покрытия, полученные на холодной подложке, обладают диэлектрическими свойствами, легирование наноразмерных углеродных покрытий азотом позволяет менять ширину запрещенной зоны от диэлектриков до полупроводников, при этом по мере уменьшения толщины покрытия электропроводность уменьшается, что является одной из характеристик нанобъекта (изменение физических свойств при изменении размера). Кроме того, при получении покрытия мы использовали разработанный и запатентованный нами импульсный метод получения легированного углеродного покрытия, благодаря которому можно регулировать тепловую нагрузку на подложку путем изменения частоты следования импульсов – это особенно важно для применения в нанотехнологии.

После того как была определена степень влияния легирования азотом и толщины на электропроводность и морфологию наноразмерных покрытий, как полученные результаты можно будет использовать в практических целях?

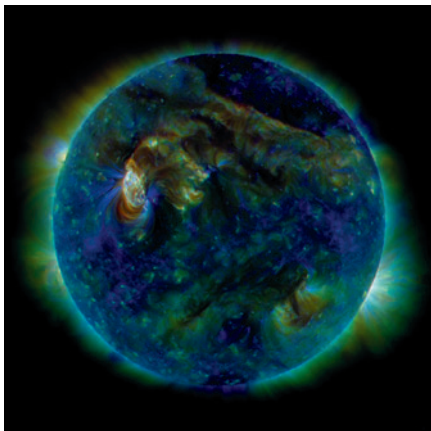
Полученные результаты используются при нанесении углеродных покрытий на кантилеверы – микроразмешиватели для улучшения качества процесса нанолитографии и увеличения срока их службы.

Что, по вашему мнению, самое важное и интересное в работе и почему?

Самое важное в работе – зависимость удельной электропроводности углеродных покрытий, легированных азотом, от параметров процесса формирования. Установлено, что удельная электропроводность углеродных конденсатов достигает максимального значения при давлении азота 0.1 Па и уменьшается по мере уменьшения толщины покрытия, что характерно для нанобъектов. С использованием спектроскопии характеристических потерь энергий электронами определена энергия плазмона, которая составила 29.1 эВ для углеродного покрытия и 24.6 эВ для легированного азотом углеродного покрытия с наибольшей электропроводностью. Благодаря методу просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения обнаружена фуллереноподобная структура углеродного покрытия, полученного при повышении давления азота в вакуумной камере до 0.4 Па. При этом зафиксировано резкое уменьшение электропроводности покрытия и увеличение энергии плазмона до 25 эВ.

За рубежом проводятся подобные исследования?

Исследования в данном направлении проводятся в университетах Англии, Китая, Австралии, Германии, Финляндии и др. стран. В частности, в работе (см. Veerasamy V.S., Yuan J., Amarantunga G.A.J. // Nitrogen doping of highly tetrahedral amorphous carbon. Physical Review B. 1993. V. 48. № 24. P. 17954–17959) приведены результаты исследования влияния давления азота на удельную электропроводность и изменение структуры углеродных покрытий, однако в литературных источниках отсутствуют исследования зависимости электропроводности от толщины, более того, авторы работ не учитывают изменения механических свойств при легировании углеродных покрытий азотом, что очень важно при нанесении покрытий на нанобъекты, и было представлено нами ранее.



NASA Goddard Photo and Video

ВЫЖЕЧЬ РАК ПОМОЖЕТ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Журнал экспериментальной и технической физики. 2011. т. 139. вып. 1.

Наночастицы феррита, введенные в опухоль, могут выделять тепло при воздействии магнитного поля. Нагревание раковых клеток до 43–45 °С приводит к их гибели. Российские физики определили, какими характеристиками должно обладать магнитное поле для эффективного уничтожения опухоли.

При лечении рака трудность не в том, чтобы уничтожить опухолевые клетки, а в том, чтобы сохранить неповрежденными окружающие здоровые ткани. Магнитоиндукционная гипертермия – воздействие переменного магнитного поля на частицы ферромагнетика или феррита, введенные в опухоль, позволяет нагревать именно поврежденную зону, причем с заданной скоростью повышения температуры.

Частицы обладают собственным магнитным моментом. При воздействии внешнего магнитного поля они стремятся расположиться параллельно его вектору напряженности. В том случае, если направление внешнего поля изменяется, частицы начинают вращаться. При этом силы вязкого трения между частицей и окружающей ее средой приводят к рассеянию тепловой энергии.

В подавляющем большинстве экспериментов используется линейно поляризованное поле. Исследователи Института механики сплошных сред Уральского отделения РАН предположили, что использование вращающегося поля позволит увеличить удельную мощность тепловыделения, т.е. достичь более интенсивного нагрева без изменения дозы введенных наночастиц.

Расчеты показали, что при постоянной температуре удельная мощ-

ность тепловыделения зависит от двух параметров: напряженности и частоты поля. При увеличении любого из этих параметров при постоянстве другого мощность тепловыделения до определенного предела возрастает квадратично. Выявленная зависимость позволит определять оптимальные характеристики поля для работы с конкретными суспензиями.

СОРТИРОВКА НАНОТРУБОК

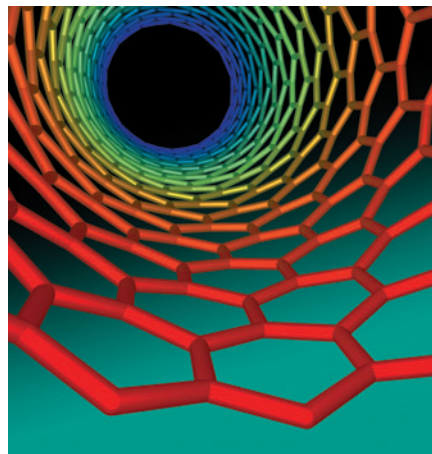
Scientific Israel – Technological Advantages. vol. 12. 3. 2010. P. 63–73.

Ученые из Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева разработали математические модели, описывающие структуру различных типов нанотрубок. Они позволяют скорректировать существующие теоретические представления и методы расчета различных характеристик нанотрубок. По мере накопления опыта применения моделей с их помощью можно будет прогнозировать свойства нанотрубок и разрабатывать методы их автоматической сортировки.

Для того чтобы использовать необычные электрические свойства нанотрубок, нужно получить трубки со сходным строением, однако пока не существует метода синтеза одинаковых нанотрубок.

Ключ к решению этой проблемы могут дать дифракционные методы анализа структуры нанотрубок. Использование различных лучей и анализ их взаимодействия с исследуемым веществом позволит определить критерии отбора нанотрубок и разработать метод их выделения. Для того чтобы дифракционный анализ действительно оказался полезным, нужно не определять структуру кристалла с нуля, а ориентироваться на заранее разработанную модель.

Исследователи создали математическую модель, построенную на ис-



пользовании понятия элементарных ячеек, которая позволила разработать уравнения для трех типов многослойных нанотрубок — круговых, хиральных и спиральных. Предложенная модель, в отличие от ранее разработанных аналогов, позволяет описывать не только углеродные нанотрубки, но и трубки любого химического состава.

После усовершенствования в соответствии с экспериментальными данными модели можно будет применять для разработки новых дифракционных методов идентификации нанотрубок и измерения их структурных параметров. В дальнейшем использование модели поможет в разработке методов автоматического отбора нанотрубок заданного структурного типа.

УСКОРИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОНОВ

Физика твердого тела. 2011. том. 53. вып. 4.

Высокоэнергетичный поток электронов выбивает атомы никеля из образца. При последующем осаждении никеля на подложке формируются наночастицы. Российские физики продемонстрировали, что такой способ получения наноразмерных порошков обладает важным преимуществом по сравнению с другими методиками: он позволяет получать фракции наночастиц определенного размера.

Нанопорошки можно вводить в состав различных металлов, сплавов, масел и смазок для улучшения их технических характеристик. Это оказывается эффективно в случае использования нанопорошков, в которых нет посторонних примесей, а сами частицы близки друг к другу по размеру. Получение таких порошков – это достаточно сложная задача.

Российские исследователи из Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН и Бурятского государственного университета предложили высокопроизводительный метод синтеза нанопорошка никеля, обеспечивающий отсутствие примесей и однородность частиц. Работа поддержана РФФИ и грантом Президента РФ.

Юрий Гафнер и его коллеги также разработали математическую модель, описывающую процесс получения нанопорошков. Эта часть работы должна была ответить на вопрос о том, является ли подобный результат случайностью или закономерно-



subarcticmike

стью. Дело в том, что теоретические предсказания отрицают возможность одновременного получения двух наноразмерных фракций. Полученные результаты моделирования подтвердили экспериментальные данные. Аналогичные численные эксперименты были проведены и для других начальных количеств атомов никеля. При этом вновь наблюдалось образование двух фракций с теми же размерами частиц. Таким образом, замеченное в прямых экспериментах разделение синтезированных наночастиц Ni по фракциям, по-видимому, является закономерностью.

КАК НАЙТИ НАНОТРУБКУ В СТОГЕ СЕНА

ACS Nano. 4. 2010.

При синтезе наноструктур получается смесь продуктов реакции с разными характеристиками. Перед тем как создавать на основе наночастиц новые сенсоры, системы доставки лекарств и другие полезные вещи, частицы необходимо рассортировать. Исследователи Университета Оклахомы в США предположили, что некоторые поверхностно-активные вещества (ПАВ) могут избирательно связываться с нанотрубками нужного диаметра и структуры и использоваться



net_efekt

для их выделения из общей массы. Они изучили характеристики существующих ПАВ, а в настоящий момент работают над синтезом новых веществ для эффективного разделения нанотрубок.

В водном растворе, содержащем нанотрубки, происходит адсорбирование ПАВ на поверхность трубок. Используя молекулярное моделирование, Альберто Стриоло и его коллеги установили связь между структурой ПАВ и силой отталкивания и притяжения между трубками в присутствии этого вещества. Когда ПАВ оседает на поверхности нанотрубки, оно образует вокруг нее капсулу, и трубка отделяется от остальных. Ученые пришли к выводу, что ПАВ связывается преимущественно с трубками определенной структуры, а значит, и в раствор переходят трубки с одинаковой хиральностью.

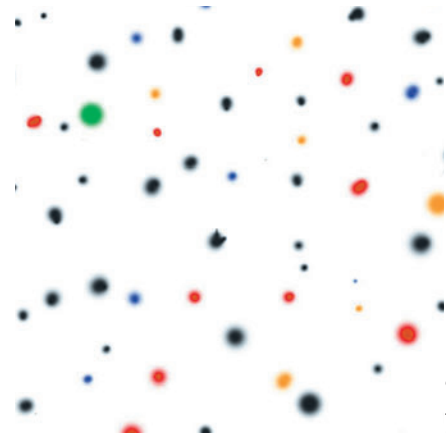
Основываясь на теоретическом моделировании, Стриоло и его коллеги начали проектирование молекул, которые способны отделять интересные их нанотрубки. Ученые также создают базу данных, описывающую поведение известных ПАВ. Они отмечают, что некоторые ПАВ вообще непригодны для разделения нанотрубок, но удалось выделить и ряд веществ, подходящих для этой задачи. Например, с трубками определенного диаметра и структуры эффективно связывается флавиномоноуклеотид — модификация витамина B2.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ «ГОРЯЧИХ ТОЧЕК» НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА

Nature 469. 385–388. 20 January 2011. doi:10.1038/nature09698

Свет, падающий на вещество, рассеивается. При этом изменяются характеристики светового потока. По характеру изменения свойств света можно судить о структуре и химическом составе вещества. Этот метод называется спектроскопией комбинационного рассеяния света, или рамановской спектроскопией. Несколько лет назад исследователи обнаружили, что чувствительность метода можно увеличить на несколько порядков, если адсорбировать частицы исследуемого вещества на шероховатой поверхности металла, как правило, серебра или золота. В этом случае частицы вещества начинают рассеивать свет интенсивнее, что позволяет обнаружить даже отдельную молекулу.

Этот эффект связывают с присутствием на поверхности металла «го-



josh.ev9

рячих точек» – наноразмерных областей, которые при воздействии света генерируют электромагнитное поле высокой интенсивности.

О том, какие именно неровности металла способны вести себя как «горячие точки», каковы размеры этих областей и от каких параметров зависят их свойства, до сих пор известно очень мало. «Горячую точку» на поверхности металла невозможно обнаружить с помощью оптического микроскопа, так как его максимальное разрешение — 200–300 нанометров (половина длины волны видимого света), а для исследования этих объектов требуется разрешение порядка одного-двух нанометров.

Ученые из Калифорнийского университета в Беркли разработали технологию, позволяющую определять местоположение и энергетические свойства «горячих точек». В своем исследовании они использовали флуоресцирующие молекулы размером около одного нанометра в качестве зондов для исследования «горячих точек».

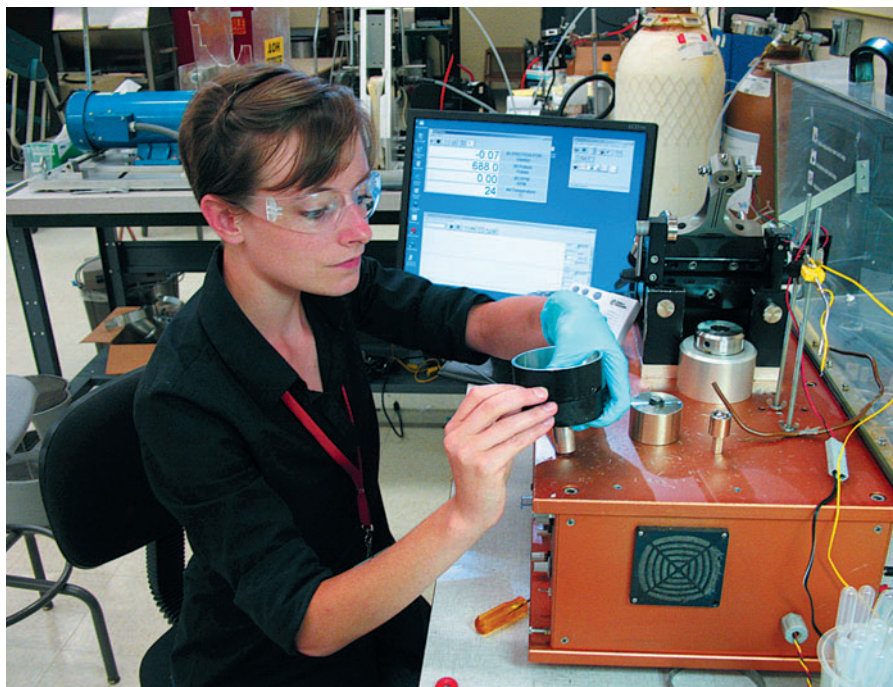
Исследователи помещали в раствор флуоресцентного красителя исследуемый образец: либо тонкую шероховатую пленку алюминия, либо осажденные на поверхности кварца кластеры наночастиц серебра. Изменяя интенсивность свечения частиц, исследователи пришли к выводу, что электромагнитное поле «горячей точки» уменьшается экспоненциально от ее центра к краям.

Разработанная технология может изучить взаимодействие света с различными веществами и будет хорошим инструментом для создания сенсоров, а также оптических устройств, способных к точнейшему контролю потока света.

По материалам <http://strf.ru>,
раздел Информнаука

Аналитический обзор деятельности научно-образовательных центров национальной нанотехнологической сети*

Д. т. н., проф. Н.М. Емелин; к.т.н., доц. Ю.Н. Артамонов; к. т. н., доц. В.О. Мелихов
 Федеральное агентство по образованию ФГНУ «ГосМетодЦентр», 115998, ГСП-8,
 Москва, ул. Люсиновская, 51
 E-mail: bomelihov@mail.ru



Argonne National Laboratory

Проведенные в 2010 году исследования данных мониторинга НОЦ ННС позволяют говорить о наметившейся тенденции отставания кадровой обеспеченности НОЦ от сложившегося задела материально-технической базы. По сути, недостаток кадров является не только проблемой НОЦ, но и становится узким местом в развитии всей наноиндустрии и в эффективном решении стоящих перед ней задач. Здесь важно учитывать поступательный характер возможного развития кадрового потенциала, вытекающего из парадигмы — «сегодняшние кадры проводят подготовку завтрашних

кадров», обеспечивая плавное изменение среднего квалификационного уровня. Таким образом, количественный и качественный состав кадрового потенциала не может меняться мгновенно и требуется как минимум 3–5 лет, чтобы сегодняшний выпускник вуза стал высококвалифицированным специалистом. Поэтому плановые задачи развития НОЦ должны быть решены кадрами в их текущем состоянии с выбором рационального пути воспроизводства кадров по наиболее перспективным, инвестиционно привлекательным научным направлениям.

Поскольку каждый НОЦ является структурной единицей соответствующего вуза, то количественно кадровый потенциал определяется утвержден-

ным штатным расписанием в рамках каждого подразделения НОЦ (рис. 18).

В настоящее время в среднем типовой НОЦ имеет 4 подразделения: с суммарной численностью ППС — 20 человек; с суммарной численностью исследователей — 14 человек и численностью обслуживающего персонала — 9 человек.

Характеризуя квалификационный уровень НОЦ, отметим, что в среднем в типовом НОЦ (рис. 19): суммарная численность докторов наук среди ППС — 6 человек; суммарная численность кандидатов наук среди ППС — 10 человек; суммарная численность исследователей докторов наук — 3 человека; суммарная численность исследователей кандидатов наук — 5 человек; численность докторантов — 2 человека; численность аспирантов — 10 человек.

Направления развития собственного кадрового потенциала НОЦ представлены на рис. 20.

Об оценке потребности в возможном расширении кадрового состава НОЦ можно судить на основе сопоставления показателя интенсивности научной и образовательной деятельности НОЦ со средним уровнем интенсивности составляющих деятельности на выборке НОЦ. Расчеты показали, что в среднем один НОЦ за год проводит исследования по 8–9 контрактам, выполняя около 20 различных публикаций.

На рис. 21 представлены результаты расчетов среднего количества исследователей на один выполняемый контракт, а также среднего количества исследователей на одну публикацию в сопоставлении с аналогичными средними значениями НОЦ (НОЦ располагаются слева направо по убыванию результативности научной деятельности, рассчитанной с использованием разработанного методического аппарата).

Приведенные результаты сопоставления указывают на целесообразность расширения штатного состава исследователей в НОЦ: ВлГУ, МИСиС, ННГУ, МЭИ, МГТУ, ТУСУР, МИЭТ.

Аналогично на диаграмме (рис. 22) представлены результаты расчетов количества ППС в НОЦ при упорядочении НОЦ по результативности образовательной деятельности. Для выявления потребности в расширении штатного состава ППС проведены расчеты показателя среднего количества преподавателей, приходящихся на одну дисциплину на выборке НОЦ. Данный показатель составил в среднем 3 преподавателя на одну дисциплину. Исходя

* Окончание.

Начало читайте в № 11–12 2010 г., 1–2 2011 г.

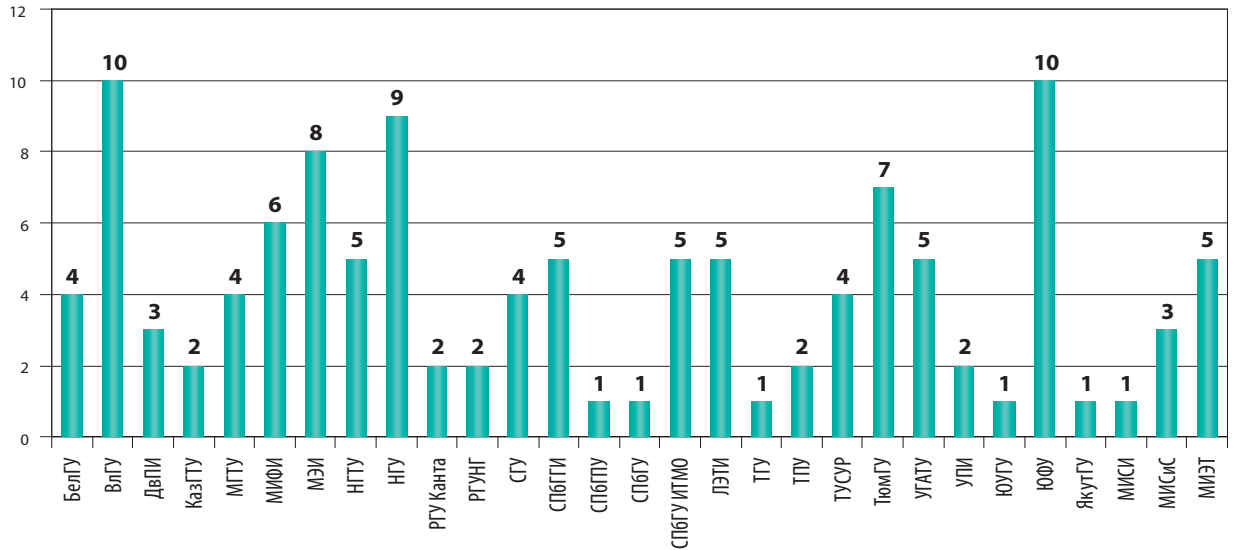


Рисунок 18. Количественный состав структурных подразделений НОЦ

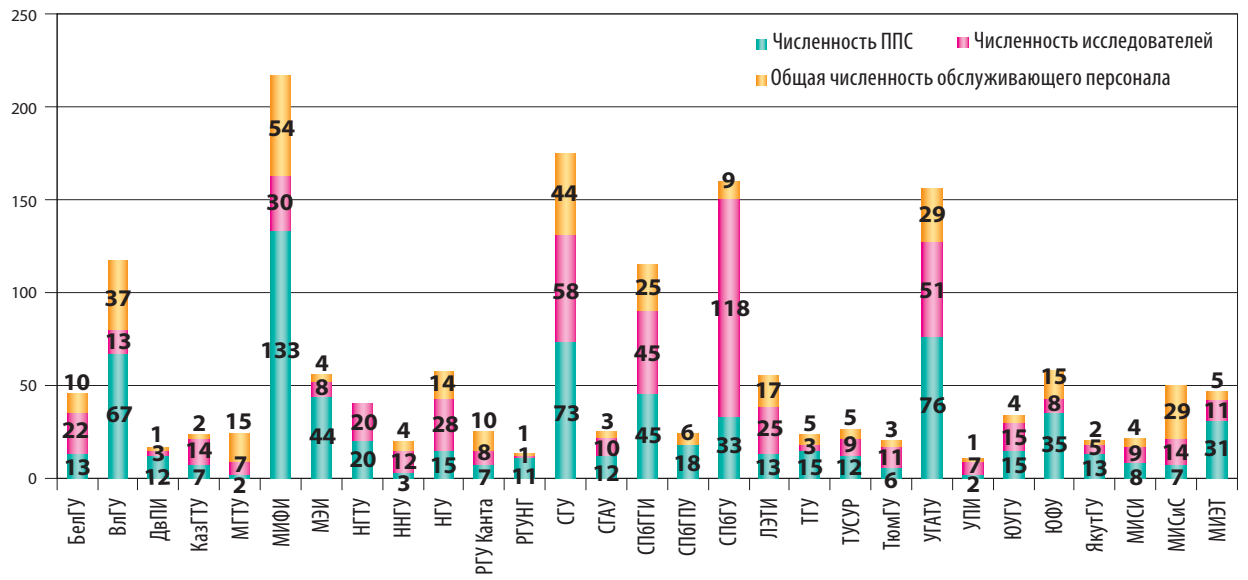


Рисунок 19. Структура количественного состава НОЦ

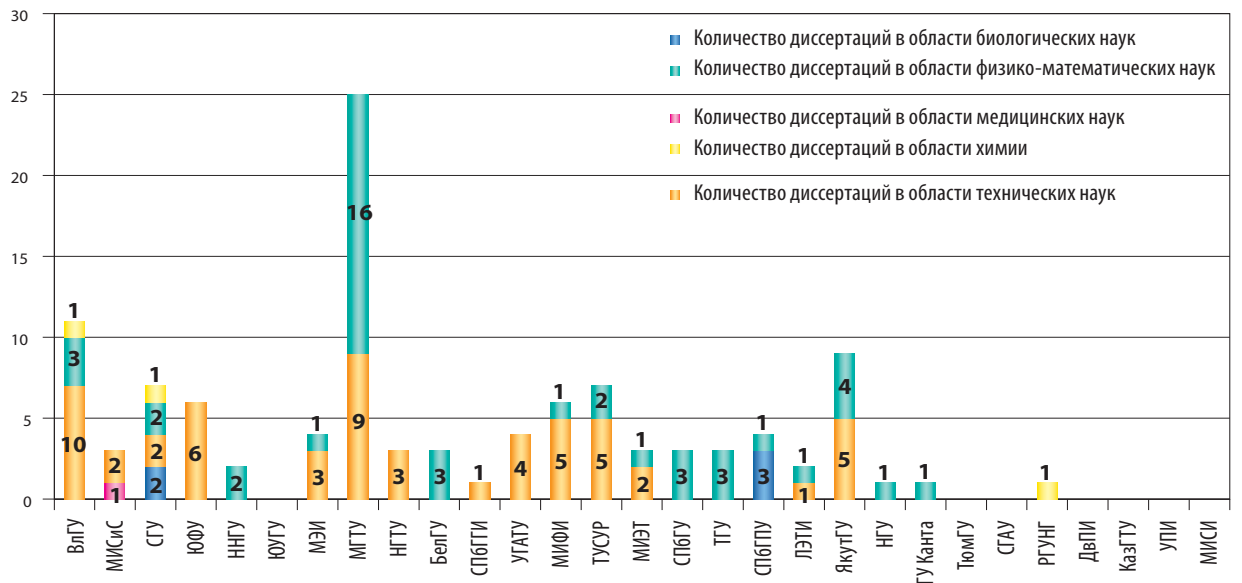


Рисунок 20. Квалификационный уровень кадрового потенциала НОЦ

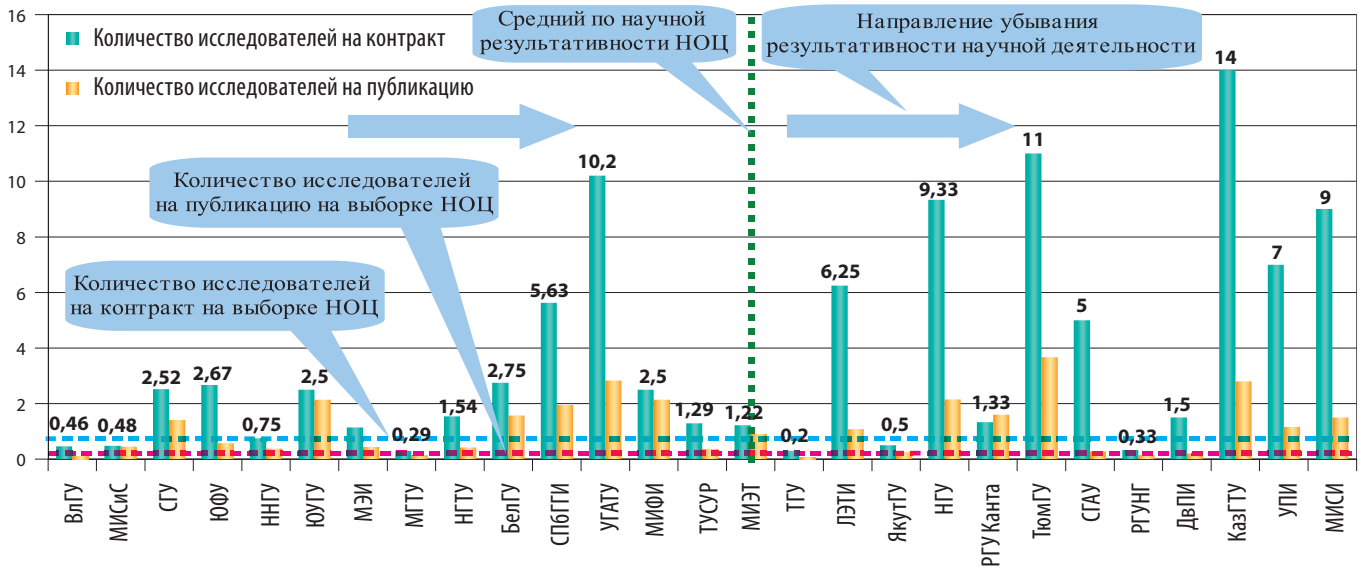


Рисунок 21. Оценка потребности в расширении кадрового состава НОЦ

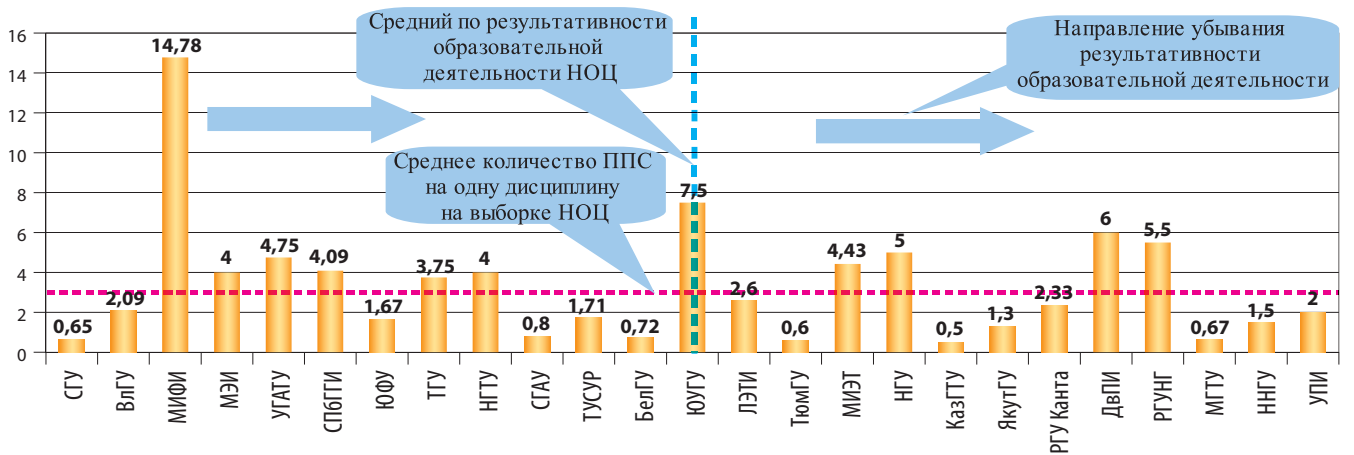


Рисунок 22. Оценка потребности в расширении кадрового состава ППС

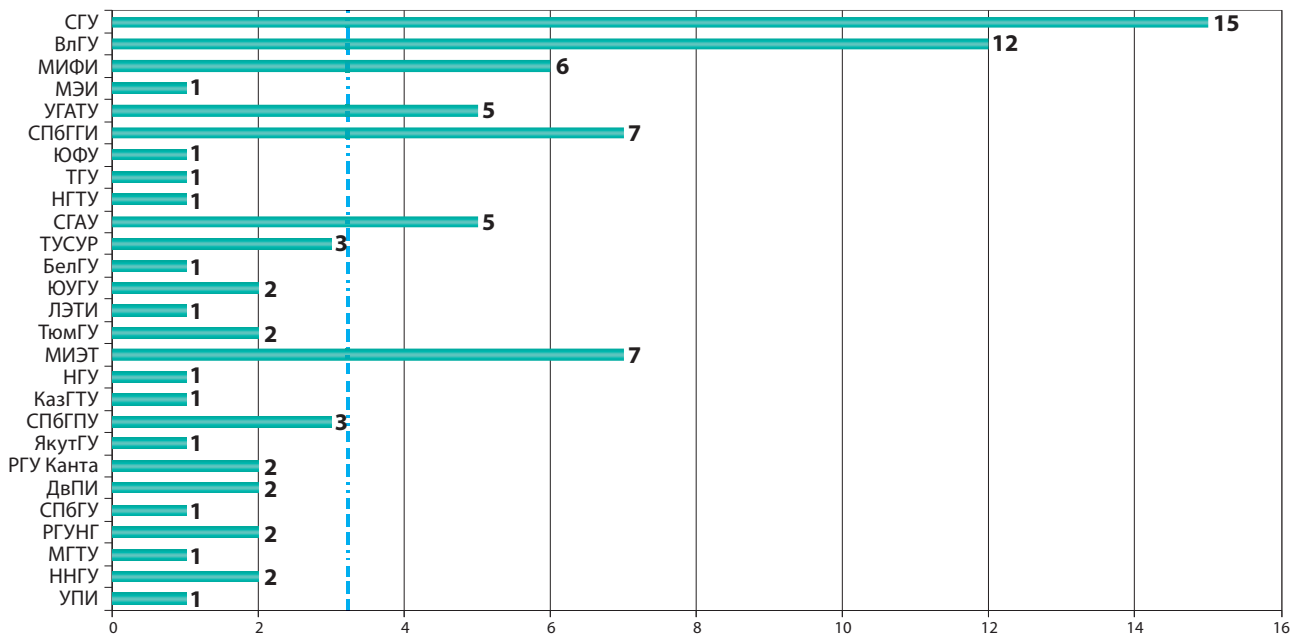


Рисунок 23. Количество различных специальностей, по которым проходит подготовка в НОЦ

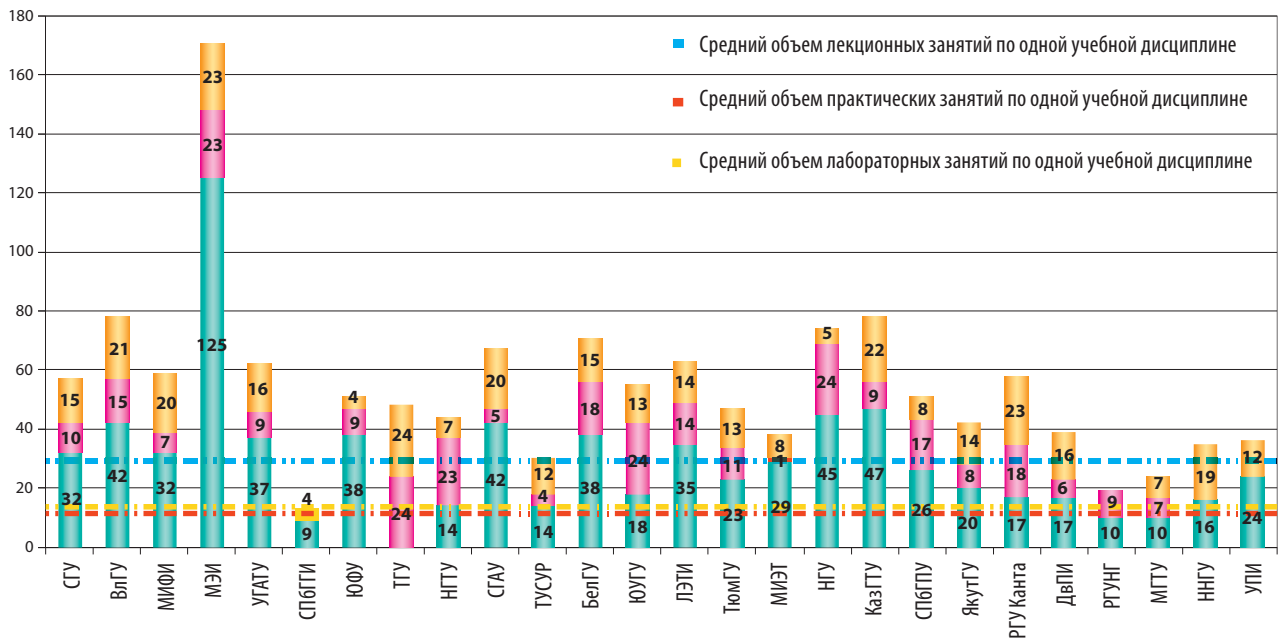


Рисунок 24. Распределение образовательной нагрузки по НОЦ

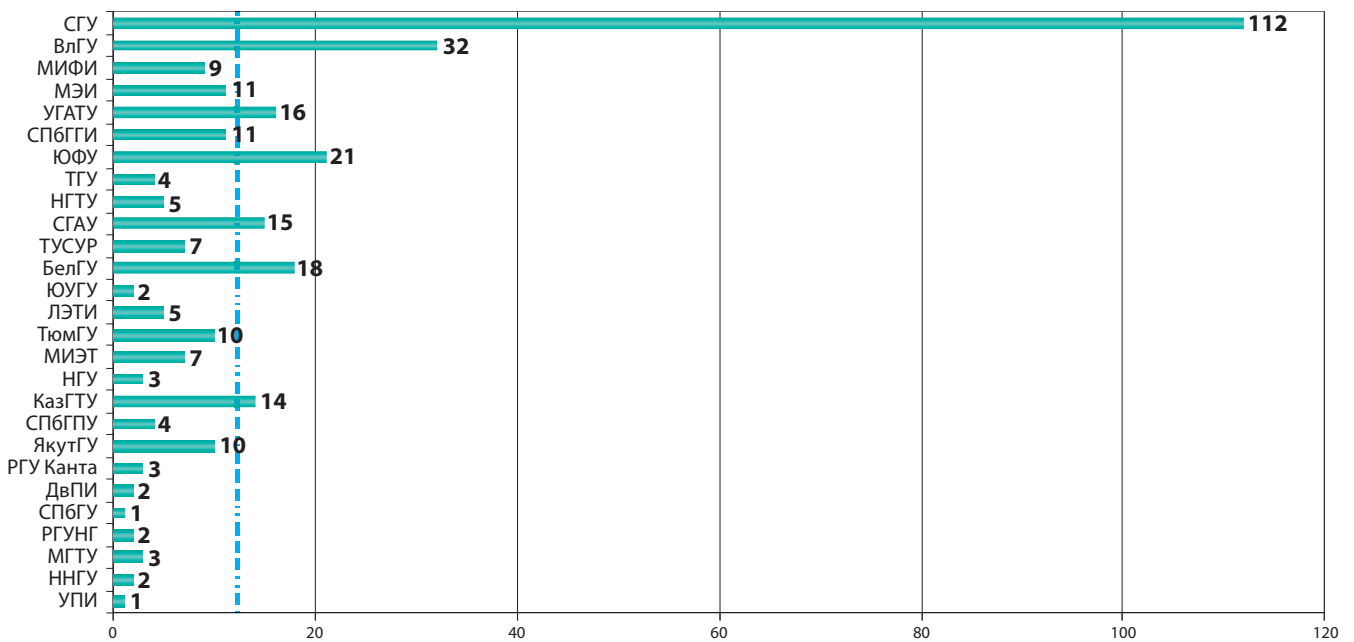


Рисунок 25. Количественное распределение образовательных дисциплин по НОЦ

из результатов расчета, можно рекомендовать расширение штатного состава ППС в следующем перечне НОЦ: СГУ, ВлГУ, ЮФУ, СГАУ, ТУСУР, БелГУ.

В среднем НОЦ проводит подготовку специалистов по 3 различным специальностям (рис. 23). Однако ряд НОЦ проводит подготовку по существенно большему перечню специальностей: СГУ – 15 специальностей, ВлГУ – 12 специальностей, МИЭТ – 7 специальностей, СПбГИ – 7 специальностей, МИФИ – 6 специальностей.

Структура дисциплины в НОЦ определяется в среднем следующим: 30 часов лекционных занятий, 10 часов практических занятий, 14 часов лабораторных занятий (рис. 24). Таким образом, общий фонд времени одной дисциплины в НОЦ в среднем составляет 54 часа, при большей лекционной нагрузке. Отметим также явное отклонение на общем фоне лекционного фонда времени на одну дисциплину в МЭИ – 125 часов.

В среднем один НОЦ проводит подготовку по 17 дисциплинам

(рис. 25) в каждой специальности для 2 потоков по 3 различным направлениям подготовки (бакалавры, магистры, специалисты). Однако здесь также следует отметить явное отклонение – НОЦ СГУ, который проводит подготовку по 112 дисциплинам.

Таким образом, в среднем объем учебной нагрузки в НОЦ составляет 16524 часа, что соответствует 27 штатным единицам ППС (при объеме годовой нагрузки 600 часов). В итоге при средней суммарной численности ППС на выборке НОЦ – 20 человек наблю-



Рисунок 26. Количество слушателей по областям знания ГРНТИ

дается нагрузка ППС выше средней годовой нормы в 600 часов.

Профилирующими дисциплинами, по рубрикации ГРНТИ при подготовке по каждому направлению (бакалавры, магистры, специалисты), в НОЦ являются (рис. 26):

- физика (изучают 40860 студентов),
- электроника, радиоэлектроника (изучают 5220 студентов),
- химия (изучают 3018 студентов),
- машиностроение (изучают 2490 студентов),
- металлургия (изучают 2034 студента).

Данный перечень дисциплин косвенно определяет профиль будущего специалиста в сфере наноиндустрии и позволяет сопоставить потребности с имеющимся предложением соответствующих специалистов, а также позволяет говорить о недостаточном объеме подготовки специалистов по ряду направлений. Например, исходя из предложенного анализа тематики научных исследований, состава создаваемых ОИС, потребностей в развитии тематических направлений ННС, следует сделать вывод о недостаточной интенсивности подготовки специалистов по направлениям биология, биотехнология в соответствии с классификатором ГРНТИ. Это в дальнейшем может привести к кадровому дефициту по тематическому направлению «Нанобиотехнологии».

Характеризуя учебно-методические результаты НОЦ, отметим, что в настоящее время наиболее интенсивная методическая деятельность в образовательном сегменте ННС ведется в связи с разработкой учебных программ, УМК, учебных пособий по новым дисциплинам. Так, во всех НОЦ в 2010 году было разработано 162 учебные программы, 96 УМК, 73 учебных пособия. Наиболее интенсивная деятельность в связи с разработкой учебных программ ведется в МИСиС, там же разработано наибольшее количество тестовых заданий. А наибольшее количество УМК разработано в ЛЭТИ и СГАУ.

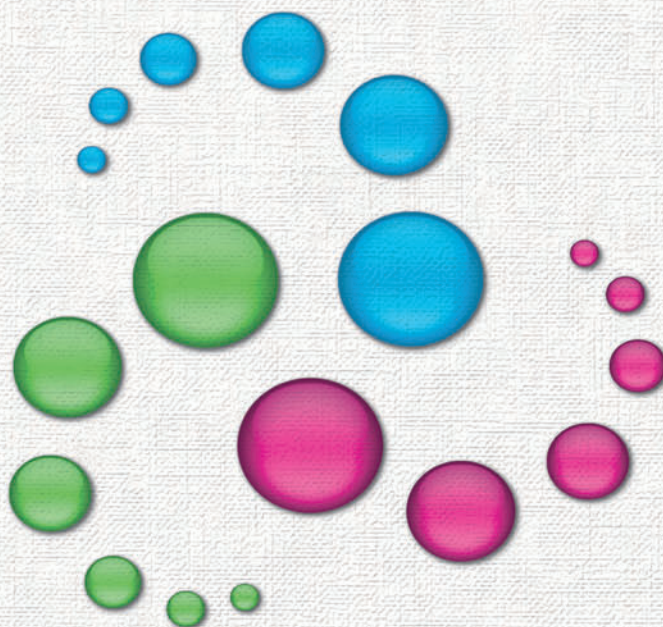
В заключение приведенного краткого обзора, посвященного описанию текущего состояния и перспектив деятельности НОЦ ННС, отметим, что в настоящий момент система вузовской подготовки в целом адекватно отражает потребности отрасли в воспроизводстве кадров. Однако при запланированном наращивании со стороны государства инвестиций в научные исследования наноиндустрии в образовательном сегменте ННС потребуются проведение планомерного увеличения объемов подготовки, что, очевидно, должно повлечь за собой соответствующее увеличение численности ППС. На текущий

момент следует уделить повышенное внимание подготовке специалистов, связанных с тематическим направлением «Нанобиотехнологии». Для активизации усилий по повышению квалификационного уровня ряда НОЦ целесообразно рассмотреть вопрос о межвузовских стажировках преподавателей, стажировках преподавателей за рубежом, а также об усилении международного сотрудничества при выполнении совместных научных исследований.

Более полный анализ научно-образовательной деятельности НОЦ (<http://itog.nanoedu.ru>) с использованием разработанного научно-методического обеспечения показал – подавляющее большинство показателей имеют на выборке НОЦ однонаправленное действие (рост одного показателя не ограничивает рост другого показателя – практически все значимые корреляционные связи положительные). Таким образом, следует сделать вывод, что в настоящий момент нет существенных ограничений по наращиванию научно-образовательного, технологического и кадрового потенциала НОЦ в системе ННС и существуют благоприятные условия для одновременного роста большинства показателей научно-образовательной деятельности НОЦ.

ИСКУССТВО НАУКИ 2011

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ



КОНКУРСЫ • ЛЕКТОРИЙ • КИНО-КЛУБ • ТВОРЧЕСКАЯ МАСТЕРСКАЯ • ВЫСТАВКА

ПРИМИ УЧАСТИЕ!

Контакты:
+ 7 (495) 930 8850, 930 8707
photo@strf.ru
www.strf.ru

Каталог научно-образовательных центров по направлению «нанотехнологии»

«Российские нанотехнологии» публикуют сведения о научно-образовательных центрах по направлению «нанотехнологии», которые выполняли работы в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы. Информация предоставлена Федеральным агентством по образованию ФГНУ «Госметодцентр».



Игнат Соловей

В этом номере мы публикуем сведения о НОЦах Центрального федерального округа.

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ И ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР «НАНОСТРУКТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ» БЕЛГУ

Организация, на территории которой расположен НОЦ:
Белгородский государственный университет
Научный руководитель НОЦ: д.ф.-м. наук, проф. Колобов
Юрий Романович

Директор НОЦ: к.ф.-м. наук, Иванов Максим Борисович

E-mail: director-cnsmn@bsu.edu.ru

Телефон: (4722) 58-54-06

Сайт: <http://nano.bsu.edu.ru/>

Структурный состав НОЦ:

- Лаборатория физического материаловедения;
- Лаборатория биоматериалов;

- Лаборатория теоретических исследований и компьютерного моделирования;
- Базовая кафедра «Наноматериалов и нанотехнологий» БелГУ в Научном центре РАН в Черноголовке;
- Малое инновационное предприятие ООО «Металл-деформ».

Поддерживаемые тематические направления ННС:

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

Перечень оборудования НОЦ:

- Уникальный комплекс оборудования для реализации мало-затратной и высокопроизводительной технологии формирования субмикроструктурных и наноструктурных состо-

яний в титане, включающий в себя станы винтовой, радиально-сдвиговой и продольной прокатки:

- стан радиально-сдвиговой прокатки РСП 14-40;
- стан винтовой прокатки МИСИС-10;
- стан продольной прокатки ТРИО-450;
- оборудование для термической обработки металлов и сплавов.
- Комплекс оборудования для опытно-промышленного производства нанокристаллического гидроксилатапата в формах порошка, водных и спиртовых суспензий и гелей заданной концентрации;
- Комплекс оборудования для нанесения покрытий методами микродугового оксидирования и электроискрового легирования;
- Комплекс оборудования для ионно-плазменной обработки и электронно-лучевой наплавки:
 - модернизированная установка ННВ-6.6-И1м, оснащенная оригинальным плазмогенераторами «ПИНК»;
 - установка для вакуумной электронно-лучевой наплавки износостойких покрытий ЭЛУ-5.
- Вычислительный 64-процессорный кластер Т-платформы для математических и инженерных расчетов;
- Комплекс аналитического оборудования:
 - просвечивающий электронный микроскоп Tecnai G2 20F S-TWIN;
 - просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM-2100;
 - растровый электронный микроскоп Quanta 600 FEG;
 - растровый электронный микроскоп Quanta 200 3D;
 - оптический микроскоп Olympus GX71;
 - рентгеновский дифрактометр ARL XTRA;
 - рентгенофлуоресцентный анализатор ARL Optim-X;
 - ИК-Фурье спектрометр Nicolet 6700;
 - совмещенный ТГА/ДСК/ДТА анализатор SDT Q600;
 - нанотехнологический комплекс NTEGRA Aura и Vita;
 - лазерный дифракционный анализатор размера частиц Анализетте 22 Nanotech;
 - анализатор удельной площади поверхности TriStar II 3020;
 - ртутный порозиметр AutoPore IV 9500;
 - автоматизированный эталонный поромер Porotech 3.1 (POROTECH LTD, Канада).
- Комплекс оборудования для проведения механических испытаний:
 - твердомер 3000 BLD по Бринеллю;
 - твердомер 402 MVD по Викерсу;
 - твердомер Роквелла Мод Wilson Wolperrt 600 MRD;
 - автоматическая система анализа микротвердости на базе моторизованного микротвердомера DM 8B AUTO.
- Универсальная гидравлическая испытательная машина для статических испытаний Instron 300LX-B1-C3-J1C;
- Универсальная напольная электромеханическая испытательная машина для статических испытаний Instron 5882;
- Универсальная сервогидравлическая испытательная машина для статических испытаний Instron 8801;
- Высокоскоростная машина для испытаний на усталость при изгибе балки с вращением модели P.P. Мура Instron;
- Машина для испытания образцов жаропрочных материалов на растяжение при высоких температурах в вакууме 1246P-2/2300-I;
- Высокотемпературный трибометр High-temperature Tribometr;
- Скретч-тестер REVETEST;
- Комплекс оборудования для пробоподготовки:
 - комплекс оборудования Struers;
 - электроискровой проволочно-вырезной станок с линейными сервоприводами Sodick AQ 300L;
 - вакуумный пост JEE-420;
 - ионная пушка Fischione Model 1010 ION MILL.

Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:

- Механические свойства металлов;
- Физика конденсированного состояния;
- Материаловедение;
- Термодинамика фазовых переходов;
- Процессы на поверхности раздела фаз;
- Методы и приборы для изучения, анализа и диагностики наночастиц и наноматериалов;
- Компьютерное моделирование процессов нанотехнологий;
- Физика прочности и пластичности.

Тематика научных исследований:

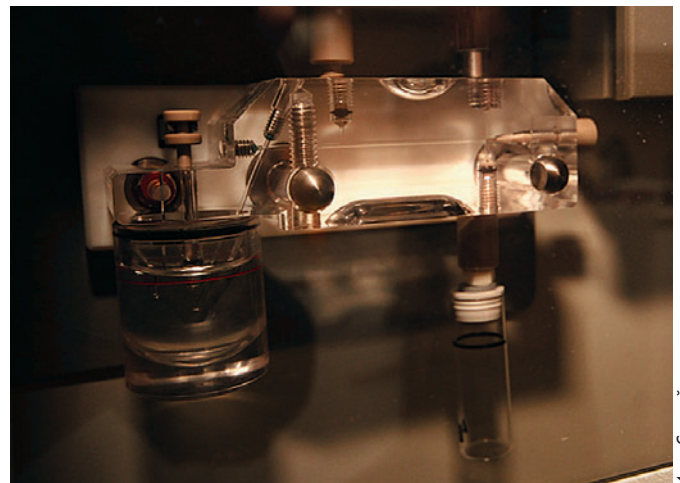
- Экспериментальное и теоретическое исследование структуры и свойств наноматериалов методами компьютерного моделирования на основе расчетов «из первых принципов»;
- Разработка физических принципов упрочнения и пластификации металлов, сплавов и композитных материалов технического и медицинского применения путем формирования ультрамелкозернистого и наноструктурного состояний, в том числе воздействием пластической деформацией в сочетании с традиционными способами механо-термической и ионно-плазменной обработок;
- Разработка научных основ создания биокompозитов «наноструктурный металл – биоактивное/биоинертное покрытие»;
- Разработка технологических процессов и оборудования для получения объемных металлических наноструктурных материалов для использования в медицине и технике;
- Разработка технологических процессов и оборудования для синтеза нано-гидроксилатапата и его модификаций для использования в лечебно-профилактических препаратах и нанесения биоактивных покрытий на хирургические, стоматологические и ортопедические имплантаты.

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ И ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР «НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ»

Организация, на территории которой расположен НОЦ:
 Владимирский государственный университет
 Руководитель НОЦ: д.т.н., проф. Морозов Валентин Васильевич
 E-mail: arak@vlsu.ru
 Телефон: (4922) 47-96-03

Структурный состав НОЦ:

- Учебно-научный центр новых инженерных технологий;
- НОЦ в области создания и обработки композитных керамических материалов;
- НОЦ высокопроизводительных вычислений по направлению



Илья Соловьев



Ирина Соловей

ям критических технологий машиностроительного комплекса на базе вычислительного кластера;

- НОЦ в области оптики, лазерной физики, лазерных и лазерно-информационных технологий;
- Центр для получения углеродных нанотрубок и нанотехнологий;
- Интегрированный НОЦ «Чистая вода»;
- НОЦ «Фотоника и оптоэлектроника»;
- НОЦ биологии и биотехнологии;
- НОЦ функциональный наноматериалов и ресурсосберегающих технологий;
- НОЦ «Нанометрология».

Поддерживаемые тематические направления ННС:

- Композитные наноматериалы;
- Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества;
- Нанобиотехнологии.

Перечень оборудования НОЦ:

- Сканирующая зондовая лаборатория «Интегра Аура»;
- Растровый электронный микроскоп Quanta 200-3D;
- Фемтосекундный многоцелевой лазерный комплекс на Ti:Sp;
- Фемтосекундный экспериментальный лазерный комплекс;
- Лазер твердотельный волоконный, модель ЛКС-02;
- Установка лазерной стереолитографии LS-250;
- Лазерный технологический комплекс для резки материалов; Высокотемпературный двухволновой микропирометр МП-1001;
- Пирометр Suxlops 100;
- Электродинамическая испытательная установка VS-600/SA1M;
- Климатическая камера PSL-4KPH;
- Многофункциональная трехканальная паяльная станция AM6800;
- Стенд диагностики и деградационных оптико-электронных термостабилизированных устройств MLD/1-200; ремонтный центр с системой управления регистрации IR / PL650A;
- Установка бесфлюсовой пайки UBP-400;
- Установка для термовзвучковой сварки материалов K & S4522;

- Установка для измерения электрических и оптических параметров оптоэлектронных излучающих устройств IELD-8;
- Установка для измерения спектральных характеристик оптоэлектронных излучающих устройств SCLD-10-IR;
- Установка для измерения ближних полей оптоэлектронных излучающих устройств NFM-40;
- Пост микроконтроля оптоэлектронных излучающих устройств МК-1;
- Микроскоп стереоскопический (бинокулярный) МСП-2 вар. 1;
- Микроскопы металлографические ММН-2;
- Вакуумная установка для нанесения припоя на теплоотвод TNEBION EB4P3KWTN2-Ion;
- «Чистое помещение»;
- Микровесы электронные Acculab ALC-210 d4;
- Микровесы электронные Acculab ALC-2100 d2;
- Стол монтажный с полкой (10 шт.);
- Стол для микровесов (2 шт.);
- Шкаф сухого хранения;
- Спектрометр атомно-абсорбционный Квант-Z.ЭТА 1;
- Спектрометр атомно-абсорбционный Квант-Z.ЭТА с шестиламповой турелью;
- ИК-Фурье спектрометр ФСМ-1202;
- Инвертированный исследовательский микроскоп Epihot TME 200;
- Установка каталитического пиролиза углеводородов в составе:
- Аппарат кислотной очистки;
- Нейтрализатор;
- Оборудование для подготовки и управления газовыми потоками;
- Реактор синтеза УНМ;
- Электродистиллятор;
- Электроподогреватель;
- Рентгенофлуоресцентный анализатор РЕСПЕКТ;
- Лазерный аппаратно-программный комплекс ScanStation2 для проведения трехмерного лазерного сканирования;
- Микроанализатор лазерный дифракционный HORIBA LB-550;
- Установка «Чистая вода» в составе:
- Модуль адсорбции и ионного обмена;
- Модуль выпаривания и кристаллизации;
- Модуль механических методов очистки;
- Модуль обратного осмоса;
- Модуль ультрафильтрации;
- Модуль электрохимической обработки;
- Центральный пульт управления;
- Прибор для измерения микротвердости HVS-1000;
- Установка вакуумная для нанесения нанокomпозиционных покрытий;
- Станок проволочно-вырезной 6-коорд. BA-8;
- Высотомер электронный Hirschmann 498222500-1335;
- Лаборатория виртуального инжиниринга реальности;
- Высокопроизводительный вычислительный кластер «СКИФ МОНОМАХ»;
- Компьютер (12 штук);
- Система испытательная на растяжение и сжатие WDW-100F;
- Станок прецизионный заточной д/заточки, переточки и шлифования инструмента;
- Вертикальный обрабатывающий фрезерный центр повышенной точности MV204U 5-axes;
- Шаровая мельница Retsch PM200;
- Ультразвуковая ванна универсальная с цифровым управлением;
- Центрифуга лабораторная ОС-6МЦ;
- Мешалка магнитная с подогревом ES-6120;
- Весы Adventure Pro;
- Малогабаритный прецизионный лазерный гравировальный комплекс.

Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:

- Оптоэлектроника;
- Автоматизация лазерного эксперимента;
- Зондовая микроскопия;
- Прикладная оптика;
- Источники и приемники излучения;
- Волоконно-оптические системы;
- Взаимодействие лазерного излучения с веществом;
- Когерентная и нелинейная оптика;
- Лазерная техника;
- Лазерные технологии;
- Диагностика вещества лазерными методами и лазерные индуцированные процессы;
- Основы фотоники;
- Прикладная оптика;
- Физика и химия наноструктурированных материалов;
- Технология конструкционных материалов;
- Материаловедение;
- Металлорежущие станки;
- Физические основы микро- и наносистемной техники;
- Введение в нанотехнологию;
- Материаловедение наноструктурированных материалов;
- СВЧ наноэлектроника;
- Концентрированные потоки энергии (КПЭ) и физические основы их генерации;
- Электронная микроскопия;
- Лазерная техника;
- Переподготовка профессорско-преподавательского состава ВлГУ современным системам контроля, оцифровки и сканирования в машиностроении;
- Моделирование и проектирование микро- и наносистем;
- Проектирование специализированного оборудования и оснастки для обработки КПЭ;
- Технология обработки КПЭ;
- Металлорежущие станки;
- Теоретические основы создания композиционных материалов;

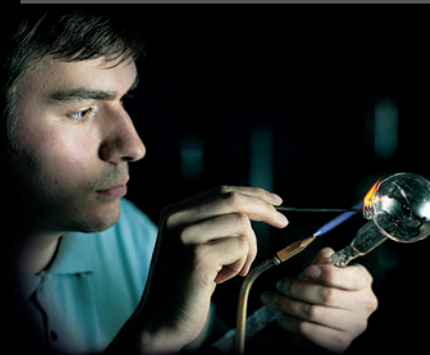
- Полимерные мембраны и мембранная технология;
- Компьютерный инжиниринг в машиностроении.

Тематика научных исследований:

- Проведение совместных фундаментальных исследований, развитие образовательных программ и подготовка специалистов с зарубежными партнерами Владимирского государственного университета в области nanoиндустрии и лазерных технологий;
- Проведение исследований фундаментальных основ управляемого синтеза наноструктурированных материалов;
- Использование лазерного излучения для получения наноструктурированных материалов и для обработки и хранения квантовой информации;
- Изучение основ формирования наноструктур на поверхности материалов, их характеристик и перспектив применения;
- Разработка параллельного наностимулятора (математическое моделирование наноструктур);
- Формирование наноструктур и нанодфектов на поверхности материалов при лазерном воздействии на вещества;
- Проведение исследований состава, структуры и свойств веществ и перспективных материалов с использованием уникальной системы установок, входящих в исследовательский комплекс синтеза и диагностики наноструктур и нанодфектов;
- Разработка технологий синтеза 2D/3D наноструктурированных покрытий, наноструктур и материалов для деталей машиностроительного назначения на основе соединений титана, никеля, углерода, алюминия;
- Разработка методов создания оптических наноматериалов с квантовыми точками и способов обработки информации на их основе с участием научных организаций Армении;
- Разработка методов лазерного синтеза микро- и наноструктур с заданными морфологическими свойствами с участием научных организаций Германии;
- Разработка общесистемного для национальной наносети тематического классификатора в сфере nanoисследований, нанотехнологий и nanoиндустрии;

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

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

- Методическое, технологическое и организационное обеспечение работ, связанных с патентно-лицензионной деятельностью в государственном научно-образовательном секторе и организациях, образующих национальную нанотехнологическую сеть по Владимирской области;
- Атомно-силовая микроскопия твердотельных наноструктур и бионанообъектов;
- Морфологические характеристики наноструктур на поверхности пленок халькогенидов свинца после лазерной, плазменной и электрохимической обработок;
- Морфологические характеристики микро- и наноструктур на поверхности пленок халькогенидов свинца после электрохимической и лазерной обработок;
- Новые принципы формирования поверхностных наноструктур с управляемой топологией в твердотельных материалах в среде эмульсий и коллоидных растворов;
- Исследование в реальном масштабе времени фундаментальных динамических процессов при воздействии лазерного излучения на поверхность материалов с помощью лазерного микроскопа и восстановление поверхностных состояний в области воздействия на основе обработки оптических изображений;
- Фемтосекундная динамика и ближнеполевая оптическая микроскопия биологических объектов;
- Сверхточные оптические измерения и управление микро-процессами в многоатомных и твердотельных когерентных системах с помощью лазерного излучения;
- Синтез и диагностика трехмерных микро- и наноструктур в поле мощного лазерного излучения на поверхности твердых тел;
- Разработка физических основ технологии получения тонких пленок с управляемой топологией наноструктур и заданным их геометрическим распределением;
- Разработка теоретических основ и технологии формирова-

- ния компонентов наноструктур в стальных и чугунных изделиях в процессе лазерной термической обработки с целью повышения их поверхностной твердости и износостойкости;
- Исследование процессов формирования тонких пленок при управляемом лазерном воздействии;
- Разработка физических основ лазерных технологий формирования протяженных массивов наноструктур на поверхности материалов;
- Синтез наноструктурированных материалов в процессе управляемого лазерного воздействия;
- Разработка теоретических основ формирования наноструктур инварных сплавов в условиях программного наложения давления на жидкий металл;
- Разработка и исследование основ теории и методов анализа и диагностики нелинейных устройств микро- и нанотехнологий;
- Разработка и исследование промышленных технологий и покрытий для сложнопрофилированного металлообрабатывающего инструмента и оснастки.

УЧЕБНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР НАНОТЕХНОЛОГИЙ, НАНО- И МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ

Организация, на территории которой расположен НОЦ: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Руководитель НОЦ: к.т.н., доцент Башков Валерий Михайлович

E-mail: bmstunc@mail.ru

Телефон: 8-499-263-65-31

Структурный состав НОЦ:

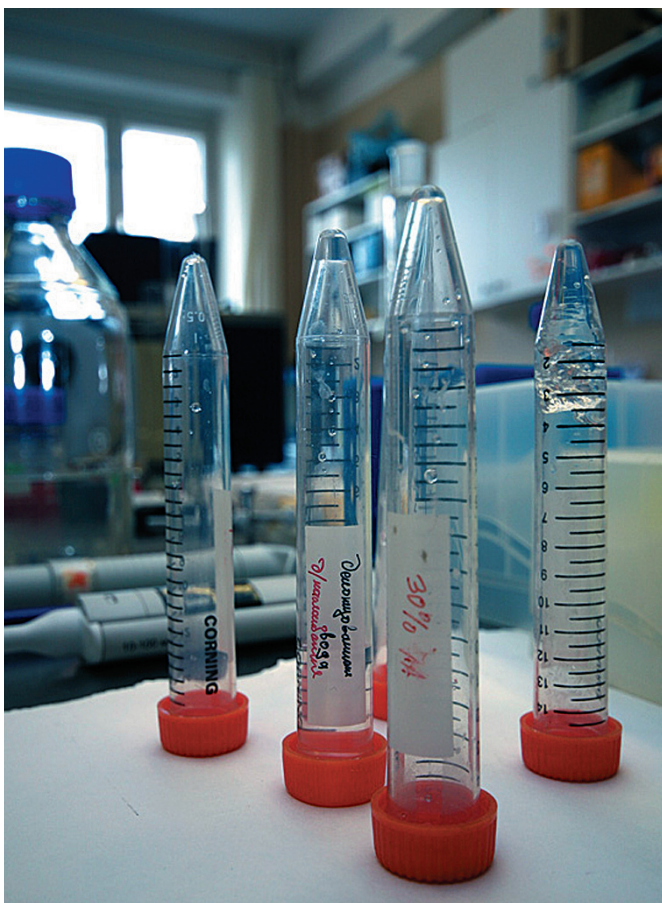
- Лаборатория технической поддержки учебно-научных работ;
- Лаборатория информационной поддержки учебно-научных работ;
- Отдел наноструктур и наноматериалов;
- Отдел наноэлектроники, нано- и микросистем.

Поддерживаемые тематические направления ННС:

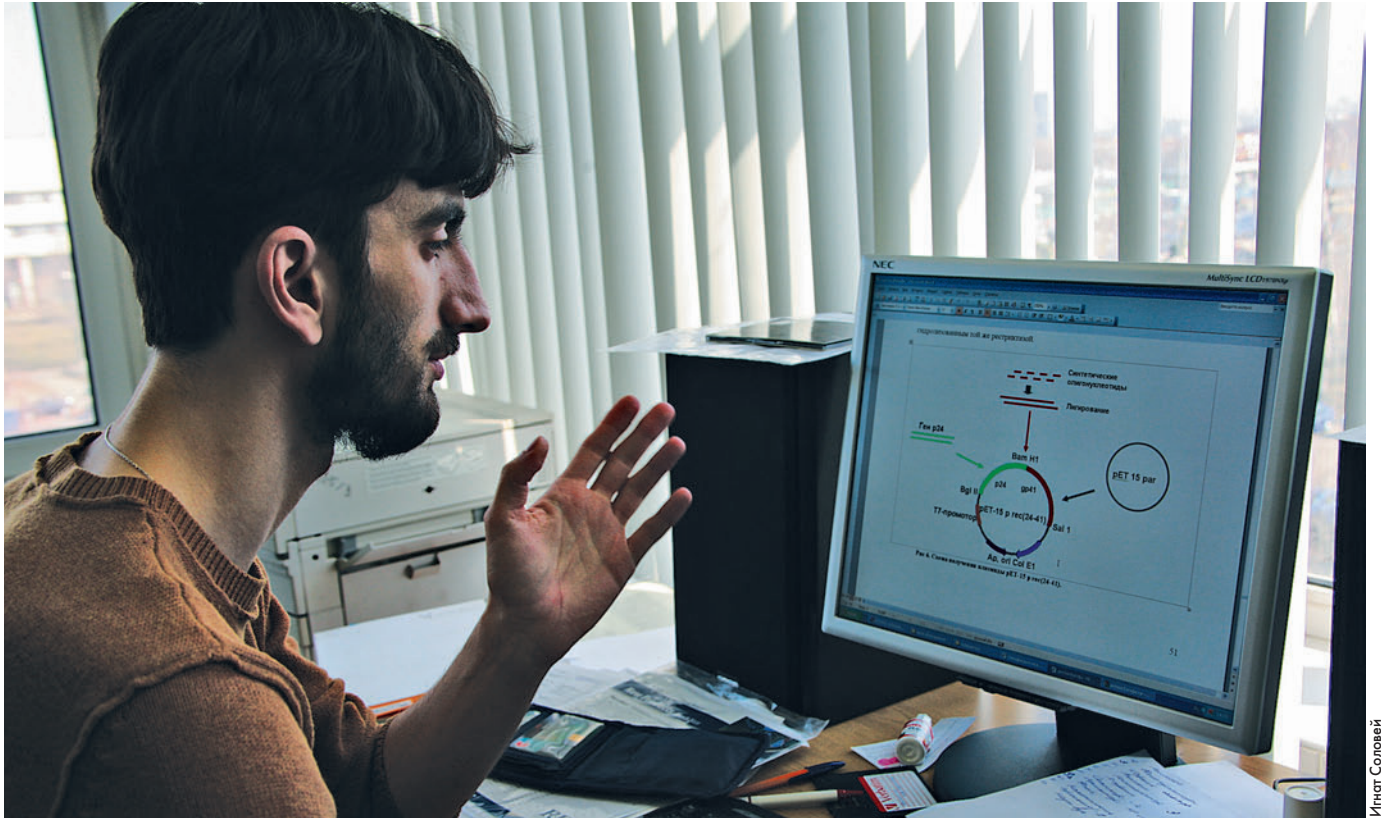
- Конструкционные наноматериалы;
- Функциональные наноматериалы для энергетики;
- Композитные наноматериалы;
- Наноэлектроника;
- Наноинженерия.

Перечень оборудования НОЦ:

- ВВ камера для нанесения наноструктур на оптические покрытия;
- ВВ контрольно измерительная СТМ;
- АСМ интерферометр;
- Камера ВВ лазерной лучевой эпитаксии;
- Камера контроля образцов СТМ высоковакуумная;
- Камера смены образцов с манипуляторами;
- СВВ камера ФИП для создания 3D-структур;
- Оптический стол серия 1НТ-1V195 размером 2x3 м с комплектом оптико-механических блоков и узлов;
- Лазерный комплекс, включающий: гелий-кадмиевый лазер ГКЛ-100В(1), гелий-неоновый лазер ЛГН-220, гелий-неоновый лазер ЛМ-5;
- Тигельный пресс горячего тиснения ZHTJ-960;
- Универсальная измерительная платформа параметров оптического волокна FTB-400-D4-N10-H;
- Универсальный источник оптического излучения для оптического волокна;
- Установка лазерная для микрогравировки оптических деталей LW-300;



Ирина Соловей



Игнат Соловей

- Устройство прецизионного трехкоординатного перемещения голографических фотопластин с управляющим драйвером от компьютера;
- Многоспектральный комплекс для измерения энергий и мощности лазерного и оптического излучения;
- Многопроцессорный вычислительный комплекс на основе двухъядерных процессоров;
- Полупроводниковый CUBE-405 с компьютерным управлением;
- Установка реактивно-ионного и плазмохимического травления «Каролина-PE15» с чиллером;
- Анализатор хроматической дисперсии оптического волокна;
- Сварочный аппарат для оптического волокна с аксессуарами;
- Сверхвысокочастотный нанoeлектронный измерительный стенд с комплектом элементов;
- Инфракрасный эллипсометр;
- Сверхвысоковакуумный сканирующий зондовый микроскоп с комплектом элементов.

Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:

- Наноматериалы в нанoeлектронике;
- Микросистемные устройства;
- Технические системы в нанотехнологиях и диагностика.

Тематика научных исследований:

- Разработка нанодиодов с оптимизированными характеристиками на базе многослойных гетероструктур для смесителей и детекторов;
- Разработка базовой технологии и конструкции подсистемы автоматизированного учета и протоколирования результатов измерений радиочастотной микрoeлектромеханической системы для контроля помеховой обстановки;
- Исследования, направленные на разработку высококачественных термоэлектрических устройств и систем;
- Разработка наноструктурированных защитных покрытий

- нового поколения различного назначения, наносимых из сепарированной плазмы;
- Исследование вычислительных методов и разработка компьютерных средств обработки результатов поверхностно-резонансной оптической микроскопии при молекулярной диагностике;
- Исследования и разработка конструкций многослойных наноструктур интеллектуальных управляемых фильтров с адаптивно изменяемой светопропускной способностью и технологий их изготовления;
- Исследование физико-механических свойств наноструктурных материалов и протекающих в них теплофизических процессов;
- Разработка методов и средств формирования и исследования биологических и неорганических наноструктур;
- Разработка научных основ получения массивных заготовок со стабильной наноразмерной структурой методами прокатки;
- Исследование и разработка теории нанесения самосмазывающихся наноструктурированных покрытий на инструменты и детали машин;
- Изучение предельных технологических режимов и физических процессов с критическими параметрами в нанометровом диапазоне;
- Исследование элементов прецизионных мехатронных систем реологического типа для нанотехнологического и исследовательского оборудования;
- Разработка технологии получения тонколистовых конструкционных металлических материалов со стабильной наноразмерной структурой;
- Теоретические и экспериментальные исследования физических процессов при сварке, пайке и наплавке новых конструкционных материалов, в том числе наноматериалов;
- Развитие физико-технических основ разработок и исследование оптомеханических процессов и характеристик лазерных импульсных микродвигателей малых космических аппаратов (микро- и наноспутниковых платформ);



Илья Соловьев

- Создание физико-технологических основ разработок лазерных микродвигателей малых космических аппаратов (микро- и наноспутниковых платформ);
- Математические и численные методы проектирования новых композиционных материалов и наноматериалов с нелинейными физико-механическими свойствами;
- Разработка методов численного моделирования механического действия ионизирующих излучений на защитные гетерогенные покрытия нового поколения с учетом особенностей свойств наноструктурированных наполнителей;
- Фундаментальное исследование процессов теплообмена и гидродинамики при течении газа в микроканалах, получаемых методом нанотехнологий;
- Обеспечение и осуществление общих процедур мониторинга исследований и разработок в области нанотехнологий и наноиндустрии, включая состояние научного комплекса наноиндустрии, состояние научных исследований, состояние российской промышленности в сфере нанотехнологий;
- Разработка принципов формирования наноструктурированных износостойких наплавленных покрытий, повышающих ресурс оборудования;
- Определение физических закономерностей, создание математических моделей;
- Разработка технологических процессов и оборудования для изготовления наноразмерных элементов различного назначения;
- Разработка методов нейросетевого тепловизионного контроля проводящих микро- и наноструктур с элементами искусственного интеллекта;
- Проведение комплекса работ: математическое моделирование, расчеты, испытания и исследования, направленные на разработку высококачественных термоэлектрических устройств и систем, разработка системы управления качеством;
- Разработка многоканальных квазираспределительных информационно-измерительных систем на основе нанораз-

мерных волоконно-оптических структур датчиков механических напряжений.

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР МИФИ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «НАНОТЕХНОЛОГИИ»

Организация, на территории которой расположен НОЦ: Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
 Руководитель НОЦ: д.ф.-м.н., проф. Стриханов Михаил Николаевич
 E-mail: APKostylev@mephi.ru
 Телефон: +7 (495) 495-323-93-96
 Сайт: <http://www.mephi.ru/content/news/1388/11392/>

Структурный состав НОЦ:

- Нанотехнологии;
- Кафедра наноразмерных гетероструктур и СВЧ-нанoeлектроники;
- Электронные измерительные системы;
- Микро- и нанoeлектроника;
- Компьютерные медицинские системы;
- Физика пучков и ускорители заряженных частиц.

Поддерживаемые тематические направления ННС:

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

Перечень оборудования НОЦ:

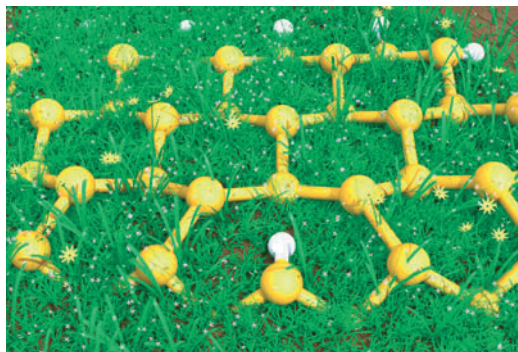
- Сверхвысоковакуумный комплекс исследования поверхности Multiprobe MXPS;

- Молекулярно-лучевая эпитаксия Riber, 21 T 3-5;
- Автоэмиссионный растровый электронный микроскоп с блоком нанолитографии Raith 150TWO;
- Система анализа поверхности с модулем ИЛО и квадрупольным масс-спектрометром XSAM-800;
- Растровый электронный микроскоп с рентгеновским энергодисперсионным анализатором DSM-960 Opton;
- Источник осаждения нанокластеров с квадрупольным масс-фильтром Nanogen-50;
- Установка нанесения металлов PVD 250 (Kurt J. Lesker);
- Установка плазмохимического травления LPX ICP RIE (STS);
- Установка плазмохимической обработки YES G500 (Yield Engineering);
- Установка контактной фотолитографии MJB4 (Suss Microtec);
- Установка лазерного напыления PLD MBE 2000;
- Криостат MicrostatHiRes;
- Источник тока PSCryoAC;
- Установка плазменного нанесения LPX PECVD (STS);
- Установка резистивного напыления PVD 75 (Kurt J. Lesker);
- Установка быстрого термического отжига (RTA) RTP-600S (Modular);
- Установка нанесения фоторезиста SM-180 (Sawatec);
- Линия теххимии KC-02;
- Измерительный микроскоп Olympus BX51;
- Прибор для измерения текстуры поверхности Talysurf 60i;
- Лазерный генератор изображений Heidelberg DWL 66fs;
- Установка обработки подложек спрей-методом ACD200 (SPS);
- ИК-фурье спектрометр FTIR-8400 (Shimadzu);
- Эллипсометр PHE-102 (Angstrom Advanced);
- Зондовый микроскоп «ИНТЕГРА Аура» (НТ-МДТ);
- Зондовые микроскопы Nanoeducator-5 (НТ-МДТ);
- Растровый электронный микроскоп Carl Zeiss EVO 50;
- Растровый электронный микроскоп Carl Zeiss Libra-120;
- Мессбауэровский двухканальный спектрометр MC1104Em;
- Прибор синхронного термического анализа STA 409 CD с квадрупольным масс-спектрометром QMS 403C Aeolos;
- Высокоскоростной анализатор площади поверхности и размеров пор Nova 1200e (Any gas);
- Синхронный ТГА/ДТА/ДСК термоанализатор SDT Q600;
- Цифровой нанотвердомер на базе ПМТ-3;
- Квадрупольный-времяпролетный масс-спектрометр Qstar Elite (MDS Sciex);
- ICP масс-спектрометр для элементного и изотопного анализа.

Перечень дисциплин, по которым проходит подготовка кадров:

- Экстремальная электроника;
- Нанoeлектронная технология;
- Физика низкоразмерных систем;

- Технология наноструктур;
- Физические методы исследования поверхности;
- Физические методы изучения кинетических явлений на поверхности твердых тел;
- Строение и динамика молекул;
- Физика и технология наноструктур;
- Физические основы нанотехнологий.
- Тематика научных исследований:
- Развитие спектральных локально-чувствительных методов исследования нанообъектов и конденсированных сред с использованием синхронного излучения;
- Разработка методики исследования электронных свойств сильноскоррелированных наноразмерных систем;
- Исследование экситоноподобных дырочных состояний в LVV ожеспектрах нанокластеров переходных металлов;
- Разработка фундаментальных основ метрологии нанокластеров на базе размерных физических эффектов;
- Развитие методов и технических средств оперативного обнаружения альфа-радиоактивного загрязнения окружающей среды при террористической атаке, техногенной катастрофе, военных действиях;
- Создание электронной компонентной базы микроощных и высокоселективных газовых сенсоров для использования в портативных приборах мониторинга окружающей среды;
- Создание МЭМС платформ для сенсоров на основе нанокристаллических оксидов металлов и разработка методик детектирования газообразных веществ с использованием импульсного нагрева нанокристаллических оксидов металлов;
- Повышение эффективности элементного анализа горных пород, содержащих углеводородные энергоносители, уран и золото, с помощью линейных ускорителей электронов и нуклидов водорода;
- Разработка и экспериментально-теоретическое исследование системы космического базирования для формирования остронаправленных пучков тормозного излучения электронов;
- Многофункциональные материалы на основе твердых растворов (SiC)_{1-x}-(AlN)_x для нового поколения быстродействующих электронных устройств силовой и оптоэлектроники;
- Технологии создания многофункциональных металлооксидных и полимерных материалов с фотонной запрещенной зоной для перспективной оптической и оптоэлектронной техники;
- Создание керамических и порошковых мишеней как источников для формирования тонкопленочных структур широкозонных полупроводниковых соединений и их твердых растворов методами магнетронного распыления и вакуумного лазерного испарения.



российский электронный НАНОЖУРНАЛ

»nanorf.ru

новости • аналитика • карьера

Blue Skim – Dr. Mobil – Green Mobile – МИССИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ



Сергей
Викторович
Белюскин,
директор
компании FTOIL

Сергей Викторович, ваша компания ведет разработки в создании новых керамических наноструктур в области смазочных материалов. Расскажите, что уже создано компанией?

Во-первых, это уже известный композит-гель Blue Skim Professional. Гель используют в морских, локомотивных и автомобильных двигателях, используют как сырье для производства моторных и промышленных масел, как ремонтный материал, в том числе при обкатке новых моторов и после капитального ремонта. Также придуманы лубриканты, применяемые для смазки различных механизмов, к примеру, высокоскоростных подшипников в электроэнергетике на генераторах и даже для некоторых механизмов в металлургии. Кроме этого, за последние два года на базе композит-геля были созданы Dr. Mobil и Green Mobile.

Названия необычные, а каковы свойства и ожидаемый результат?

Dr. Mobil – это тот же гель Blue Skim, с идентичными свойствами, только в виде «мягкой таблетки». Идея в простоте применения. Раскрыл упаковку, бросил в мотор и поехал. Удобно хранить. Одна таблетка рассчитана на пять литров моторного масла. Нечто вроде скорой помощи для мотора и может храниться в аптечке. А вот Green Mobile – это уже шаг вперед. Обновленная формула материалов, объединенных в этом геле, «заточена» на решение «головной боли» человека – экологию, снижение токсичных выбросов. Сейчас это очень важно для крупных мегаполисов.

Кстати, насчет мегаполисов. Известно, что ваши разработки больше вызывают интерес за пределами России, это так?

Да, это так. И даже не знаю, нормально это или нет. Но это реальность. Мне очень жаль, что в России великодушные идеи, инновации пока встречают по формуле: Россия – страна богатая на идеи, придумают еще что-нибудь. То есть абсолютное нежелание чиновников заниматься обновлением и модернизацией производств. Это же работать надо, а человек – существо ленивое.

Тем не менее я рад, что благодаря сотрудничеству с различными предприятиями внутри страны, в результате эксплуатации железнодорожного транспорта, речных и морских судов, тяжелых и легких автомобилей, станков были получены уникальные результаты.

А иностранным партнерам мы интересны потому, что готовы делиться уникальными технологиями и совместно создавать производство по выпуску тех же моторных масел нового поколения, помогать внедрять нестандартные решения везде, где важно увеличить коэффициент полезного действия с аномально низкими затратами.

Относительно нестандартных решений. Известно, что у вас есть некая специальная лаборатория. Что это?

FTOIL nanosystems LAB создана исключительно для исследования необычных технических задач. Это пример мировой практики «наука – производство». Лаборатория, принимая заказ на решение нестандартных, уникальных задач, выполняет такую работу при прямом участии специалистов заказчика, а затем на базе этих исследований вырабатывает технологический процесс для широкого применения полученного продукта.

Таким образом, могут возникать новые направления?

Абсолютно точно! И таковые уже имеются в достатке. К примеру, нанесение нашего композита на тормозные диски и колодки пользуется огромным спросом. Но есть специальные покрытия, особые материалы для специальных условий и задач.

Интересно, в чем миссия вашей компании, ваших коллег?

Честно говоря, мы неоднократно задавались этим вопросом. Мне представляется, что наша миссия – это участие в системе глобальной защиты: защита материалов, защита экологии, защита умных идей талантливых людей.



Читаем новинки

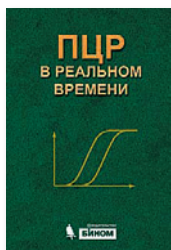
Очарование нанотехнологии



В книге «Очарование нанотехнологии» У. Хартманна – известного немецкого специалиста по нанотехнологиям – доступно, а главное интересно, повествуется о нанотехнологиях – бурно развивающейся

отрасли науки. В издании охвачены различные области применения нанотехнологий – электроника, медицина, биотехнология, точная механика и оптика, автомобильная индустрия, энергетика. Рассматриваются социально-экономические последствия и этические аспекты внедрения нанотехнологии в жизнь современного общества. Книга будет интересна в первую очередь всем тем, кто желает узнать больше о нанотехнологиях и их практическом применении.

ПЦР в реальном времени



Д.В. Ребриков и др. в книге «ПЦР в реальном времени» подробно рассматривают различные варианты и особенности оборудования для проведения ПЦР. В издании разобраны особенности систем флуоресцентной регистрации накопления ДНК, рассмотрены ключевые факторы, определяющие выбор последовательности олигонуклеотидов и параметры программ амплификации. Также особое внимание уделено подготовке проб и анализу получаемых данных. Отдельные главы посвящены применению ПЦР в реальном времени для решения различных задач: определения уровня представленности транскриптов, вирусной нагрузки, нуклеотидного полиморфизма, относительного содержания нуклеиновых кислот на примере ГМО.

Эта книга будет интересна сотрудникам генно-инженерных и медицинских диагностических лабораторий, а также преподавателям и студентам, специализирующимся в области молекулярной биологии.

Богатство Наномира. Фоторепортаж из глубин вещества



В этом великолепном альбоме представлены красочные научные фотографии, полученные методами оптической, растровой и просвечивающей электронной микроскопии сотрудниками химического факультета, факультета наук о материалах МГУ им. М.В. Ломоносова и ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН за последние несколько лет. Фотографии классифицированы по разделам, отражающим основные области научных интересов авторов данной книги и имеющим отношение к разработкам в области нанотехнологий. Отдельная глава, материал для которой предоставлен компанией НТ-МДТ, демонстрирует возможности методов сканирующей зондовой микроскопии. Книга предназначена всем интересующимся последними достижениями в современных областях химии, физики и материаловедения.

Отдельная глава, материал для которой предоставлен компанией НТ-МДТ, демонстрирует возможности методов сканирующей зондовой микроскопии. Книга предназначена всем интересующимся последними достижениями в современных областях химии, физики и материаловедения.

Нанoeлектроника



В книге В.Е. Борисенко и др. «Нанoeлектроника» рассмотрены фундаментальные физические эффекты, имеющие место в наноструктурах и обусловленные их пониженной мерностью. В издании дана классификация низкоразмерных структур и описаны подходы, позволяющие формировать такие структуры в полупроводниках, а также современные методы их исследования. В пособии подробно обсуждаются особенности транспорта носителей заряда в наноразмерных структурах.

Учебное пособие ориентировано на студентов специальностей «Микро- и нанoeлектронные технологии и системы» и «Квантовые информационные системы».

Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники



В учебном пособии А.А. Раскина и др. «Технология материалов микро-, опто- и нанoeлектроники» рассматриваются физико-химические процессы получения материалов, используемых в микро-, опто- и нанoeлектронике, в том числе операции выделения химического индивида из исходного сырья, очистка в виде соединений, финишное рафинирование, получение монокристаллов с заданными свойствами. Книга представлена в двух частях. Особенно будет интересна студентам, обучающимся по направлению «Электроника и микроэлектроника». Издание рекомендовано учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника».

Особенно будет интересна студентам, обучающимся по направлению «Электроника и микроэлектроника». Издание рекомендовано учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника».

Физические основы кремниевой нанoeлектроники



Автор книги «Физические основы кремниевой нанoeлектроники» Г.И. Зебрев знаком читателям с основными физическими принципами, структурами и методами моделирования, а также тенденциями развития современной и перспективной кремниевой нанoeлектроники с технологическими нормами менее 100 нм.

Издание представляет интерес для преподавателей и студентов, специализирующихся по направлениям микро- и нанoeлектроники, электроники, электронных измерительных систем. Также книга может быть использована в учебном процессе при подготовке учебных курсов «Физические основы нанoeлектроники», «Нанoeлектронные технологии», «Физика микроэлектронных структур».

Издание представляет интерес для преподавателей и студентов, специализирующихся по направлениям микро- и нанoeлектроники, электроники, электронных измерительных систем. Также книга может быть использована в учебном процессе при подготовке учебных курсов «Физические основы нанoeлектроники», «Нанoeлектронные технологии», «Физика микроэлектронных структур».