

# РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

**Каталог нанотехнологических ЦКП  
Центрального федерального округа**

**Рецепторные свойства  
нанопористых структур  
на основе  $\beta$ -циклодекстрина**

**Электронные сенсоры  
на основе наноструктурных  
пленок оксида церия**

**Самосборка  
упорядоченных слоев  
микросфер диоксида кремния**

ISSN 19927223



9 771992 722003

# Подписка на 2010 год Скидка 10%

+7 495 930-88-06

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

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

### ПАРАМЕТРЫ СТЕКИНГ-ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Среди различных типов контактов в биомолекулярных комплексах (водородные связи, электростатические взаимодействия и др.) стекнинг ароматических фрагментов заслуживает особого внимания. Большинство лекарственных препаратов содержат ароматические циклы, и стекнинг часто играет важную роль в молекулярном узнавании рецептор-лиганд. Ранее мы показали [5], что явный учет стекнинг-взаимодействий существенно повышает эффективность докинга АТФ. Стекинг-контакты описывали функцией, зависящей от геометрических параметров взаимного расположения двух ароматических фрагментов – высоты  $h$  и угла  $\alpha$  между ними и сдвига  $d$  одного из колец относительно другого (рис. 1).

Диапазон этих параметров, определяющий наличие или отсутствие стекнинга, до сих пор остается не выясненным и в оценочных критериях выбирается достаточно произвольно [6, 7]. Его уточнение могло бы повысить эффективность оценки качества и достоверности структур белок-лиганд, предсказываемых методами молекулярного моделирования. С этой целью мы провели анализ экспериментально установленных пространственных структур атомного разрешения для комплексов различных белков с лигандами, содержащими наиболее распространенные пуриновые основания – аденин и гуанин.

Известный пример стекнинг-взаимодействий – параллельная упаковка азотистых оснований нуклеотидов в ДНК [8, 9]. Но некоторые ароматические соединения стремятся расположиться не только параллельно, но еще и перпендикулярно друг другу, как это показано для аминокислот в белках [7, 10] и в модельных системах, состоящих из простых углеводородов – бензола, нафталина [11–14]. Кроме того, такие соединения имеют тенденцию участвовать в  $\pi$ -катионном взаимодействии, при котором образуется контакт между положительно заряженными группами и  $\pi$ -электронным облаком [15–17].

Поэтому мы исследовали распределение параметров  $h$  и  $d$  в зависимости от угла  $\alpha$  относительно азотистого основания лиганда для ароматических боковых цепей остатков Phe, Tyr, Trp, Tyr и His, а также для положительно заряженных гуанидиновой группы Arg и аминогруппы Lys. На рис. 2 приведены результаты для лигандов, содержащих гуанин.

Показано, что для остатка Phe характерны два альтернативных положения над плоскостью гуанинового коль-

Рис. 1. Геометрические параметры, с помощью которых описывают стекнинг-взаимодействия между двумя ароматическими кольцами: смещение ( $d$ ) и высота ( $h$ ) центра одного из колец относительно другого кольца; угол ( $\alpha$ ) между нормалью к плоскостям колец



# ActaNaturae

## НЕПРИРОДНЫЕ АНТИТЕЛА

для клинического применения

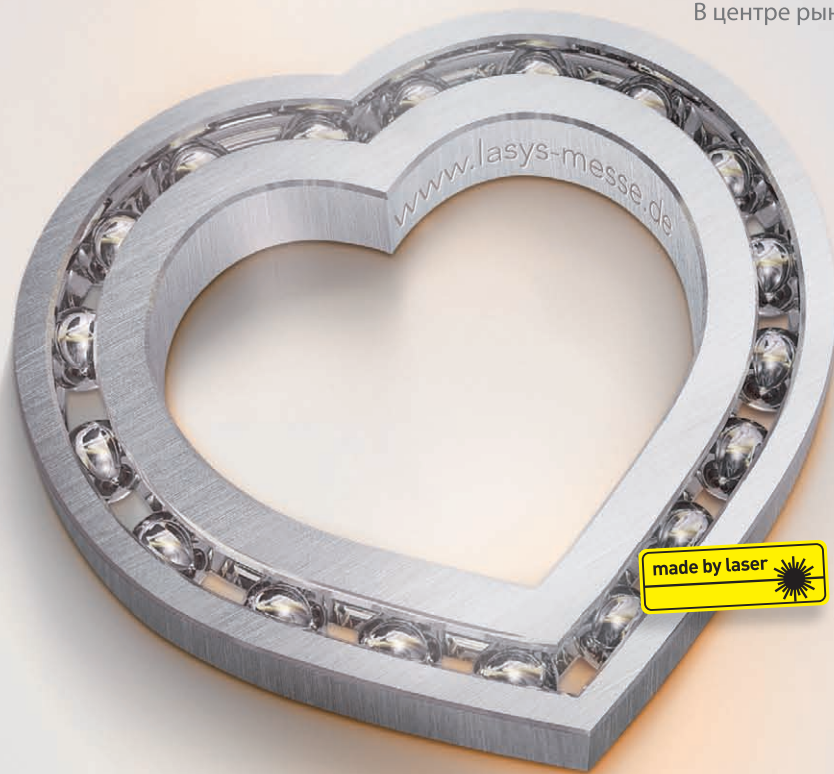
РЕГУЛЯЦИЯ ТЕЛОМЕРАЗЫ  
В ОНКОГЕНЕЗЕ

СТР. 51

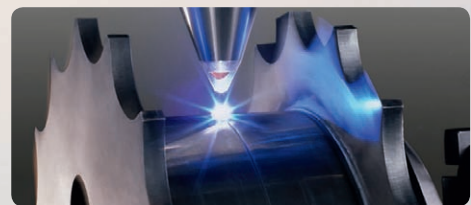
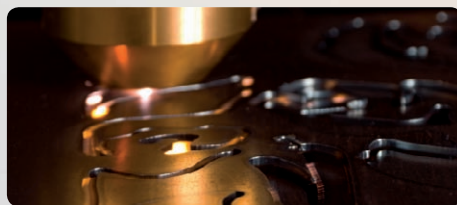
СТРУКТУРА  
МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА  
ВОЗБУДИТЕЛЯ ОПИСТОРХОЗА

СТР. 99

СТЕКИНГ-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
В КОМПЛЕКСАХ БЕЛКОВ



## БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО НА БАЗЕ СИСТЕМНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ



Ускоренная тактность работы оборудования, повышенная прецизионность обработки, более низкие расходы на единицу продукции – применение системных решений для лазерной обработки материалов в процессах производства повышает эффективность Ваших затрат.

А какое решение нужно применять в каждом конкретном случае, Вы узнаете на выставке Lasys. В Вашем распоряжении – независимые эксперты „Центра системных решений“, которые проконсультируют Вас и назовут Вам надлежащего делового партнера на месте применения.

**Ваше производство должно стать качественнее и эффективнее?  
Зарегистрируйтесь уже сегодня по адресу: [www.lasys-messe.de](http://www.lasys-messe.de)**

Ваш контакт в РФ: Хуберт Деммлер, E-Mail: [info@professionalfairs.ru](mailto:info@professionalfairs.ru)

# LASYS

Международная специализированная  
выставка системных решений  
для лазерной обработки материалов

**МЕССЕ ШТУТГАРТ, 8–10 ИЮНЯ 2010 Г.**

## Функциональные иерархические материалы



Д. Ерошин

Одно из наиболее активно развивающихся направлений нанотехнологии связано с разработкой конструкционных и функциональных материалов. В последние годы видно, что внутри функциональных материалов отчетливо формируется сегмент материалов, которые можно назвать функциональными иерархическими материалами. Функциональные иерархические материалы имеют особую архитектуру упаковки элементов, из которых состоит материал. Такие материалы состоят из элементов нескольких масштабов, организованных таким образом, что в них элементы меньшего масштаба вставлены в элементы большего масштаба.

Например, известны супрамолекулярные кристаллы, в узлах элементарной ячейки которых расположены супрамолекулярные системы (в простейшем случае — димеры). Процесс получения супрамолекулярных кристаллов включает стадии формирования из молекул супрамолекулярных систем и стадию получения кристалла из супрамолекулярных систем.

Другим известным примером материала, который можно отнести к функциональным иерархическим материалам, является фотонный кристалл, в узлах элементарной ячейки которого расположены сферические наноразмерные (100–200 нм) частицы диэлектрика. Фотонный кристалл имеет многомасштабную иерархическую архитектуру. На нижнем уровне — молекула, на следующем уровне иерархии фотонный кристалл состоит из наночастиц размером 20–30 нм, ансамбли которых размером 100–200 нм образуют сферические частицы, из которых состоит макрообъект — фотонный кристалл.

Большинство известных примеров функциональных иерархических материалов получают по технологии «снизу-вверх» от молекулы к макрообъекту, но имеются и такие, которые получают путем наноструктурирования однородного макрообразца («сверху-вниз»). Так получают иерархически организованные наноструктурированные сплавы титана — за счет пластической деформации со сдвигом материала.

Самыми сложными по составу и архитектуре искусственными функциональными иерархическими материалами, созданными к сегодняшнему дню, являются галогенидосеребряные светочувствительные материалы.

Все материалы живой природы — это функциональные иерархические материалы.

Иерархическая архитектура организации функционального материала позволяет в рамках единой технологической платформы создавать материалы с большим разнообразием «полезных» характеристик, управляя составом или строением субструктур на одном или нескольких уровнях иерархической архитектуры.

В настоящее время имеется много примеров искусственных функциональных иерархических материалов, как пленочных, так и объемных. Наноматериалы, получаемые компактированием наночастиц, являются типичным примером функциональных иерархических материалов. Возрастание доли материалов, получаемых по технологиям «снизу-вверх», указывает на то, что со временем материалы именно такой архитектуры придут на смену современным синтетическим функциональным материалам.

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

# РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

май-июнь 2010

ТОМ 5, № 5-6

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  
*Издатель:* А.И. Гордеев

М.И. Алымов, В.М. Говорун, А.А. Горбачевич, С.П. Громов,  
А.М. Желтиков, Р.М. Кадушников, А.Н. Озерин,  
А.Н. Петров, В.Ф. Разумов, И.П. Суздальев, С.П. Тимошенко

## Руководитель проекта:

Т.Б. Пичугина

*Редакторы:* М.Н. Морозова, С.А. Озерин

*Корреспондент:* К.А. Ветлугин

*Подготовка иллюстраций, макет и верстка:*

С.В. Новиков, К.К. Опарин

*Дизайн обложки и делового блока:* С.В. Новиков

*Фотоподбор:* М.Н. Морозова

*Распространение:* М.И. Кузьменко

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

В оформлении обложки использована  
ТЕМ-микротография пористых кубовидных  
наноструктур (Sandia National Laboratories)

*Дизайн журнала:* С.Ф. Гаркуша

*Корректура:* М.В. Чуланова

Адрес редакции: 119991, Москва, Ленинские горы, Научный парк МГУ,  
здание 1, строение 75Г. Телефон/факс: (495) 930-87-07.

Подписка: (495) 930-88-06.

E-mail: [podpiska@nanorf.ru](mailto:podpiska@nanorf.ru), [www.nanorf.ru](http://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, 2010

Номер подписан в печать 25 мая 2010 г.

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «МЕДИА-ГРАНД»

## СОДЕРЖАНИЕ

Слово редактора .....	2
Дайджест .....	6
О кадровом ресурсе развития нанотехнологии .....	7
Компьютерная визуализация наноструктур.....	12
Что такое «нанотехнологии»? .....	14
Центры коллективного пользования научным оборудованием в секторе современных исследований и разработок .....	17
Каталог нанотехнологических ЦКП Центрального федерального округа .....	24

## 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*

**Нанобиология**

**В.А. Надточенко, М.А. Радциг, И.А. Хмель**  
**Антимикробное действие наночастиц металлов и полупроводников. ....37**

**НАНО** статьи

**Самоорганизующиеся структуры и наносборки**

**Ф.В. Григорьев, А.Н. Романов, Д.Н. Лайков, С.Н. Жабин, А.Ю. Головачёва, И.В. Оферкин, А.В. Сулимов, М.В. Базилевский, А.А. Багатурьянц, В.Б. Сулимов, М.В. Алфимов**  
**Методы молекулярного моделирования супрамолекулярных комплексов: иерархический подход .....47**

**С.П. Молчанов, П.В. Лебедев-Степанов, С.О. Климонский, К.Ф. Шеберстов, С.Ю. Третьяков, М.В. Алфимов**  
**Самосборка упорядоченных слоев микросфер диоксида кремния на вертикальной пластинке .....54**

**Наноструктуры, включая нанотрубки**

**И.Г. Панова, Е.К. Жукова, Е.В. Матухина, И.Н. Топчиева**  
**Рецепторные свойства нанопористых структур на основе β-циклодекстрина .....59**

**И.И. Бобринецкий, К.В. Горшков, В.К. Неволин, К.А. Царик**  
**Формирование интегрированных наноразмерных графеновых структур при фокусированном ионном травлении ... 66**

**Д.Н. Маторин, А.В. Каратеева, В.А. Осипов, Е.П. Лукашев, Н.Х. Сейфуллина, А.Б. Рубин**  
**Влияние углеродных нанотрубок на параметры флуоресценции хлорофилла зеленой водоросли *Chlamydomonas reinhardtii* .....71**

**С.П. Зинченко, А.П. Ковтун, Г.Н. Толмачев**  
**Оптический *in situ* контроль синтеза наноразмерных пленок цирконата титаната свинца в камере газового разряда .. 77**

**Наноматериалы функционального назначения**

**П.В. Комаров, Ю.Т. Чиу, Ш.М. Чен, Л.В. Жеренкова, Ю.Н. Коваленко**  
**Влияние неорганического наполнителя на температурные свойства полимерного нанокомпозита: атомистическое моделирование .....81**

**Метрология, стандартизация и контроль нанотехнологий**

**А.А. Бухараев, С.А. Зиганшина, А.П. Чукланов**  
**АСМ-метрология наночастиц, полученных электрохимическим осаждением. ....87**

**А.Н. Белов, С.А. Гаврилов, И.В. Сагунова, А.А. Тихомиров, Ю.А. Чаплыгин, В.И. Шевяков**  
**Тестовая структура для определения радиуса кривизны микромеханических зондов сканирующей силовой микроскопии. ....95**

**А.Н. Шмырева, А.В. Борисов, Н.В. Максимчук**  
**Электронные сенсоры на основе наноструктурных пленок оксида церия .....99**

**Нанопотоника**

**А.Г. Роках, М.Д. Матасов, А.Г. Жуков**  
**Спектральное управление вторично-ионным фотоэффектом – путь к оптоионике .....105**

**Д.А. Складнев, М.П. Темиряева, А.Б. Пшеничникова, В.И. Швец**  
**Природные энергетические биосистемы галобактерий *Halobacterium salinarum* для нанобиопотоники. ....111**

**Нанобиология**

**Е.В. Загайнова, М.Л. Бугрова, Л.Б. Снопина, В.В. Елагин, М.А. Сироткина, М.В. Ширманова, Н.Н. Денисов, В.А. Надточенко**  
**Изучение биораспределения наночастиц золота в эксперименте на здоровых животных .....119**

**Н.А. Мазуркова, Ю.Е. Спицына, Н.В. Шикина, З.Р. Исмагилов, С.Н. Загрельный, Е.И. Рябчикова**  
**Взаимодействие наночастиц диоксида титана с вирусом гриппа. ....125**

**НАНО** краткие сообщения

**Наноматериалы функционального назначения**

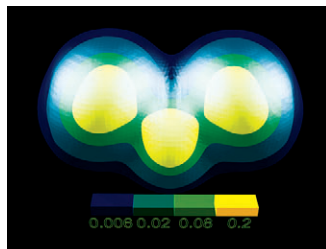
**А.Ю. Оленин, Ю.А. Крутяков, Г.В. Лисичкин**  
**О механизмах формирования анизотропных наноструктур серебра в условиях полиольного синтеза .....128**

## В этом номере

стр.  
12

В статье М.Н. Стриханова и др. рассмотрено, как на основе инструментальных программных комплексов (3ds Max, Jmol и др.) российские и британские ученые разрабатывают прикладные программы визуализации наноструктур и нанообъектов.

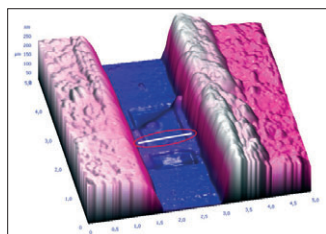
В статье А.Я. Колпакова и др. приведены результаты исследований свойств наноразмерных углеродных покрытий, легированных азотом, вольфрамом и алюминием, полученных импульсным вакуумно-дуговым методом на кремнии. Ученые выяснили, что такое легирование влияет на величину внутренних напряжений покрытий, морфологию поверхности, а также прочностные свойства системы «подложка-покрытие».



Графическое изображение поля электронной плотности нанообъекта  $Cl_2O$

стр.  
66

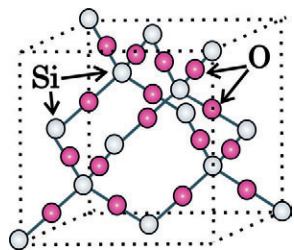
В работе И.И. Бобринецкого и др. представлены ионно-пучковые методы формирования наноструктур в мультиграфеновых слоях, интегрированных с системой токоподводящих электродов в процессе групповых микроэлектронных технологий. Результаты демонстрируют возможность утонения структур до единиц графеновых слоев и формирования квазиодномерных сужений в них.



Трехмерное АСМ-изображение мультиграфеновой наноленты

стр.  
81

Влияние неорганического наполнителя на температурные свойства нанокompозита полиимид/ $SiO_2$  изучается в статье П.В. Комарова и др. В работе показано, что при превышении порогового значения весового содержания наполнителя происходит резкое падение температурного коэффициента линейного расширения материала.



Элементарная ячейка  $\beta$ -кристаллита

### Первый автор

Ученые биологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова показали, что углеродные нанотрубки могут снижать скорость развития культуры водорослей *Chlamydomonas reinhardtii* и существенно изменять параметры флуоресценции их хлорофилла. Это может послужить решению задачи биоиндикации наноматериалов в воде. На вопросы «Российских нанотехнологий» отвечает ведущий участник работы (стр. 71) профессор МГУ, д.б.н. Дмитрий Николаевич Маторин.



### Можно ли с помощью флуоресценции хлорофилла микроводорослей определить загрязнение вод наночастицами $CuO$ , $TiO_2$ и другими наиболее опасными/наиболее распространенными (помимо углеродных нанотрубок)?

Да, несомненно. Микроводоросли, использующие солнечную энергию для синтеза органического вещества — основной источник энергии в водных системах, они служат пищей для других организмов. Будучи первичными продуцентами, водоросли подвержены прямому влиянию химических факторов окружающей среды, в том числе наночастиц. Биосенсоры на флуоресценции водорослей могут быть с успехом использованы, чтобы тестировать наличие наноматериалов, в том числе  $CuO$  и  $TiO_2$ . Кроме того, многие наночастицы содержат металлы, в т.ч. тяжелые металлы. Соли тяжелых металлов занимают особое положение среди загрязнений внешней среды, что связано с их высокой токсичностью, способностью накапливаться в организмах и передаваться по трофической цепи.

### Есть ли у этой флуоресценции потенциал выявить такое загрязнение на уровне существующих ПДК или будущих уточненных ПДК для наночастиц?

Есть — на уровне будущих уточненных ПДК для наночастиц. При этом должны быть разработаны алгоритмы обследования водной среды для наночастиц. Это позволит с учетом заложенных норм содержания наночастиц по ПДК выявлять степень загрязнения воды наночастицами, а также его специфику и характер.

### Британский институт стандартов рекомендует принять для наночастиц в воздухе на порядок меньшие ПДК по сравнению с микрочастицами того же химического состава. Как Вы считаете, уместно ли подобное ужесточение ПДК для наночастиц в воде?

Пока рано ставить этот вопрос для наночастиц в воде, так как мало материалов по влиянию их на водные организмы. На данный момент нет никаких официальных норм ПДУ и ПДК для наночастиц и наноструктурированных материалов. У большинства наночастиц, в отличие от микрочастиц, отсутствуют согласованные международные протоколы определения токсичности, стандартизованные протоколы оценки воздействия наночастиц на объекты водной среды. Отсутствуют стандартные методики измерения количества и физико-химических свойств наночастиц.

### Возможно ли в принципе создание биодатчика, способного выявить в воде определенный вид наночастиц?

Возможно — на основе регистрации комплекса кинетических параметров флуоресценции. Однако эта работа требует дальнейших исследований. Флуоресцентные методы позволяют быстро диагностировать состояние клеток природных микроводорослей под действием токсикантов непосредственно в среде их обитания в режиме реального времени. На кафедре биофизики биологического факультета МГУ разрабатываются методы и аппаратура для регистрации параметров быстрой флуоресценции и замедленной флуоресценции хлорофилла на культурах микроводорослей и природном фитопланктоне *in situ*. Уже проведены предварительные эксперименты с различными наноматериалами на природном фитопланктоне Белого моря. В перспективе появятся и автоматизированные системы контроля.

## Трехмерные фотонные кристаллы

Ученые из Вестфальского университета имени Вильгельма (Германия) и Индийского института технологий продемонстрировали возможность создания из нелинейного оптического материала трехмерных фотонных кристаллов и квазикристаллов самой разнообразной геометрии и размеров – исключительно за счет действия света на этот материал.

В качестве нелинейного фоторефрактивного материала ученые использовали ниобат стронция и бария; требуемая оптическая структура «высекается» из вещества в ходе пошагового процесса пространственно модулированным лазерным лучом – таким образом возможно создание кристаллических и квазикристаллических структур любой сложности. Созданная немецкими и индийскими учеными система особенно привлекательна тем, что для перехода от одной оптической структуры к другой не нужно ни добавлять дополнительные оптические компоненты, ни менять конструкцию экспериментальной установки.

Практическим приложением этой разработки может стать создание больших дисплеев с произвольно регулируемым угловым распределением светового излучения.

## Органический светодиод

Внедрение светодиодов – полупроводниковых приборов, способных излучать искусственный свет при прохож-

дении электрического тока – могло бы сократить потребление электроэнергии и выбросы парниковых газов. Однако для того, чтобы эта технология, помимо использования в светофорах, лазерных указках и цветových индикаторах, могла применяться для освещения, необходимы устройства, способные излучать яркий белый свет.

Органические светодиоды (OLED), в основу которых положены органические и/или полимерные полупроводники – наиболее многообещающие кандидаты на замену традиционным светильникам. И все же основная проблема связана именно с попытками создать материал, излучающий сразу белый свет. Можно использовать три материала, излучающие свет трех цветов – красного, зеленого и синего; при смешении они дадут белый цвет. Тем не менее из-за возникающих связей между светозлучающими молекулами разных типов система постепенно начинает сбивать и перестает давать чистый белый свет.

Ученым из нанотехнологического центра Molecular Foundry, входящего в состав Национальной лаборатории имени Лоуренса в Беркли и Калифорнийского университета в Беркли удалось создать тонкопленочный OLED, используя молекулы на основе гостевых молекул иридия, излучающие белый свет.

Белый свет органических светодиодов можно будет сделать «теплым» и «холодным», создавая в первую очередь светильники для жилых домов и офисов.

## Нанодатчик

Ученым из Технологического института Джорджии удалось создать первые в мире автономные нанодатчики, питаемые от собственных пьезоэлектрических наногенераторов.

Новые устройства могут измерять кислотность жидкостей или детектировать присутствие ультрафиолетового света, используя в качестве источника энергии механическую энергию окружающей среды – вибрации, вызванные движением макрообъектов, звуковые волны и т. п.

Каждый нанопроволок состоит из 20 тыс. нанопроволок из оксида цинка и способен вырабатывать ток напряжением до 1.2 вольт при сгибе нанопроволок менее чем на 2 %. Создаются такие генераторы очень дешево – выращиванием на гибкой подложке. Испытания, проведенные на тысяче наногенераторов, показали, что они не теряют производительности с течением времени – поскольку не имеют движущихся частей. В основе работы таких генераторов лежит пьезоэлектрический эффект – нанопроволоки из оксида цинка вырабатывают электричество при механическом напряжении, например сгибании. Подобные устройства уже изготавливались раньше, но сейчас ученым удалось создать максимально простую и воспроизводимую технологию их производства и интегрировать генераторы в автономные устройства.

# ИнформНаука

агентство научной информации



10 лет

на рынке  
научно-  
технической  
информации

специальное

ПРЕДЛОЖЕНИЕ

для исследовательских организаций-партнёров:

- помощь профессиональных журналистов, фотографов, операторов в подготовке пресс-релизов, фото- и видеоматериалов;
- перевод подготовленных материалов на английский язык;
- распространение информации по центральным СМИ.



А.И. Терехов, к. ф.-м. н., ведущий научный сотрудник ЦЭМИ РАН E-mail: a.i.terekhov@mail.ru

# О кадровом ресурсе развития нанотехнологии

## ВВЕДЕНИЕ

Нанотехнология – появляющаяся общецелевая технология, которая совместно с другими конвергентными технологиями обещает стать основой формирования шестого технологического уклада. Ожидаемые коммерческие и стратегические выгоды от применения нанотехнологии (НТ) столь высоки, что возникла настоящая конкуренция государств и компаний за овладение ими. Решающую роль в этой конкуренции будут играть профессионально подготовленные креативные кадры, а поскольку достижения НТ рождаются на самом переднем крае науки, то, в первую очередь, – кадры исследователей. Россия запоздала с принятием национальной нанотехнологической программы на 5–7 лет, поэтому для достижения конкурентоспособности ей нужна линия опережающего развития, базирующаяся на генерации нового научного знания, создании подлинно инновационных нанотехнологических разработок [1]. Осуществление такой линии невозможно без адекватно подготовленных кадров исследователей. Вместе с тем хорошо известно, что разрушительные процессы в научно-технической сфере в постсоветский период наиболее болезненно затронули именно ее исследовательский состав. Количество в период с 1990 по 2008 г. он сократился в 2.6 раза, об ухудшении его качественных характеристик говорится в [2, 3]. В сложившейся ситуации представляется актуальным анализ возможностей обеспечения кадрами длительного развития нанотехнологии в нашей стране, особенно если он опирается на более детальный (нежели официальная статистика) эмпирический материал. Такая попытка сделана в настоящей статье, в которой использованы результаты обработки банков данных SCI-Expanded, РФФИ, ВАК России.

## ПРЕДПОСЫЛКИ И СЛОЖНОСТИ ПОДГОТОВКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Опираясь на научные заделы со времен бывшего СССР, российские ученые смогли по числу публикаций в области НТ в 1990-е и 2000-е годы оставаться в десятке лидирующих стран. Если общий публикационный вклад России в мировой научный выход за период 2004–2008 гг. был равен 2.6 % [4], то ее вклад в массив нанопубликаций составил, согласно нашему расчету, 3.9 %. Таким образом, к моменту приоритизации НТ на государственном уровне мы располагали в этой области более продуктивным, чем в целом, сообществом исследователей. Наиболее активную их часть представляют участники проектов РФФИ, финансирующего фундаментальные исследования в области точных, естественных и социогуманитарных наук, многие из которых

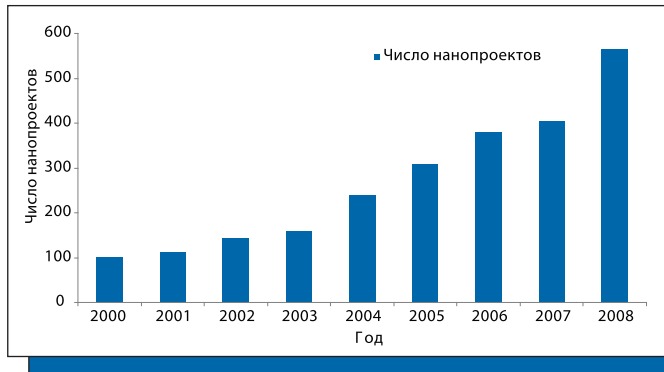


Александр Терехов:  
Россия запоздала с принятием нанотехнологической программы на 5–7 лет

на стыке научных дисциплин. На *рис. 1* виден значительный рост числа исследовательских нанопроектов РФФИ, особенно в последние годы<sup>1</sup>. Участниками нанопроектов, стартовавших в 2006–2008 гг., были около 8.7 тыс. человек<sup>2</sup>. Они составляли 1353 тематические научные группы и выполняли проектные исследования более чем в 300 организациях. Тематический охват и структуру этих нанопроектов характеризует распределение по областям знания (классификатор РФФИ) и построенный частотный терминологический словарь. 40.7 % из них относятся к области физики и астрономии, 30.3 % – химии и науки о материалах, 18.1 % – к фундаментальным основам инженерных наук. Остальные нанопроекты распределены еще по четырем областям знания: биология и медицинская наука

<sup>1</sup> Поиск проводился по ключевым словам, содержащимся в названиях исследовательских проектов всех типов (инициативных, ориентированных фундаментальных исследований, ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам и др.).

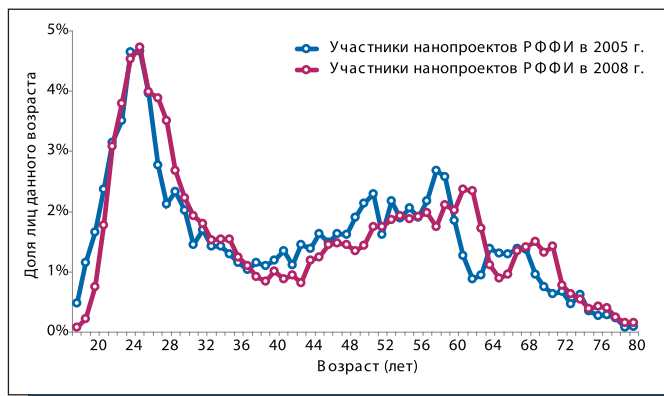
<sup>2</sup> Далее, с небольшой степенью натяжки будем говорить о них как обо всех участниках проектных исследований РФФИ по нанотематике в 2008 г. Строго говоря, требовалась бы поправка на мобильность участников за трехлетний период и небольшое число нанопроектов, закончившихся до 2008 г.



**РИСУНОК 1** | Рост числа исследовательских нанопроектов РФФИ по годам старта

(3.8 %), математика, механика и информатика (3.3 %), информационные технологии и вычислительные системы (2.5 %), науки о Земле (1.3 %). Согласно структуре словаря большая часть проектных исследований посвящена наноматериалам (наночастицы, нанокристаллы, нанокластеры, фуллерены, нанотрубки, квантовые точки, дендримеры, нанопорошки, нанокompозиты и др.). Доля работ, посвященных активным наноструктурам (наноактюаторы, наноэлектромеханические системы, нанотранзисторы, наносенсоры и др.), пока еще невелика (около 1 %). Институционально проведение исследований обеспечивают: РАН – 60.9 %, вузы (включая МГУ) – 31.4 %, ГНЦ, отраслевые и ведомственные НИИ, ОАО и другие – 7.7 % от общего числа нанопроектов. Лидеры: МГУ (147 нанопроектов), Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (79), Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН (65), Институт физики полупроводников РАН (37), Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (31).

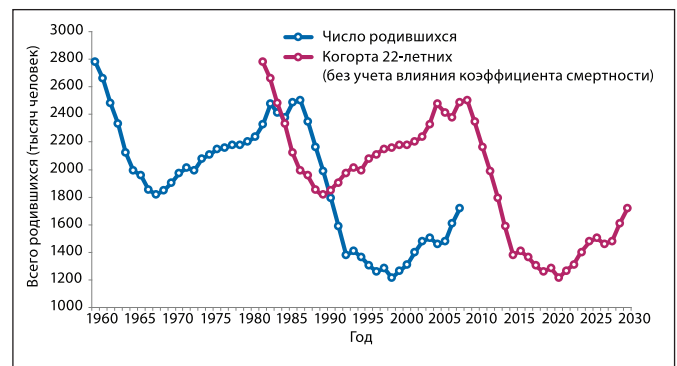
Наиболее наглядной демонстрацией на рис. 2 является разрыв, образовавшийся между научными поколениями. Катастрофическое истощение поколения «отцов» объясняется массовым исходом из науки в 1990-х гг., когда многие ученые в активных возрастах были вынуждены сменить вид деятельности либо покинуть страну. Помимо социально-экономических потрясений переходного периода определенную роль в этом истощении сыграло снижение рождаемости в России во второй половине 1960-х гг., связанное с демографическими последствиями ВОВ. В результате оказалась подорвана цикличность воспроизводства кадров, нарушен нормальный процесс накопления научно-го знания и его передачи между поколениями, который нельзя восстановить за короткое время. Ситуация осложняется тем, что к 2012 г. российскую науку ждет очередной демографический «удар». С этого момента из вузов начнут выпускаться те, кто родился в 1990-е гг., – в период демографической «ямы»,



**РИСУНОК 2** | Возрастное распределение участников нанопроектов РФФИ

глубина которой измеряется падением рождаемости с 1987 по 1997 г. в 2 раза (рис. 3). В результате молодежный резерв науки в течение 10–15 лет будут пополнять ослабленные возрастные когорты: количественно (из-за резкого снижения рождаемости), интеллектуально (из-за медико-демографических и социальных проблем, деградации образования). Это сократит базу подпитки для ученых в продуктивных возрастах, и при неизбежном таянии послепенсионного «хвоста» нашу страну, очевидно, ждет весьма длительный дефицит количества и качества научных кадров.

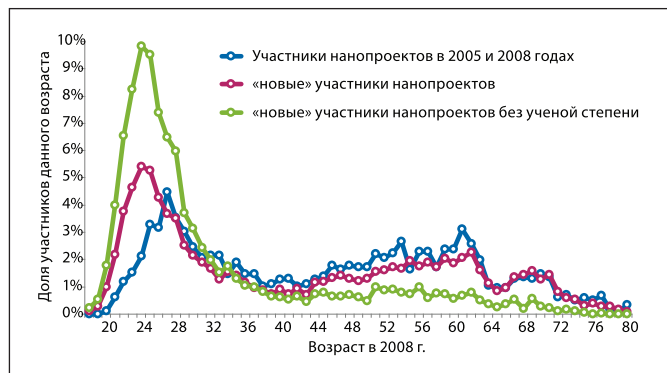
Среди участников нанопроектов РФФИ 2008 г. выделим 3 группы: тех, кто участвовал в нанопроектах и в 2005 г.; «новых» участников, т.е. тех, кто не участвовал в нанопроектах 2005 г., хотя мог участвовать в других проектах РФФИ и «новых» участников без ученой степени. Численность групп примерно равнялась: 2.3, 6.4, и 3.1 тысяч человек соответственно. Заметим, что значительный приток и обновление состава, тем не менее, не привели к его совокупному омоложению, а наоборот: средний возраст вырос с 42.5 в 2005 г. до 43.5 лет в 2008 г. Сопоставление графиков на рис. 4 показывает, что улучшение возрастной структуры исследовательских кадров возможно лишь постепенно за счет молодежной составляющей притока. Однако здесь нас ожидают не только демографические проблемы. Значительная часть «новых» участников без ученой степени – это студенты и аспиранты (48 %), научные и млад-



**РИСУНОК 3** | Динамика рождаемости в России

шие научные сотрудники (21 %). Из-за запоздалого осознания на государственном уровне перспектив НТ только в 2004 г. в ряде ведущих вузов страны была начата подготовка студентов по специальностям «нанотехнология в электронике» и «наноматериалы». Таким образом, выпуск первых дипломированных специалистов начнется с 2010 г., а наращивание их численности придется на поколение из демографической «ямы» (рис. 3). У пришедшей же в эту область молодежи «по призыву» или в силу моды мотивация может оказаться не столь устойчивой. Согласно рис. 5 среди участников нанопроектов 2005 г. доля тех, кто продолжил участие в новом нанопроекте 2008 г., ниже аналогичного показателя для участников всех проектов Фонда. Кроме того, за исключением самой старшей группы, именно у группы 20-летних участников нанопроектов этот показатель оказался самым низким.

51.1 % контингента «новых» участников – квалифицированные исследователи, среди которых 73.2 % кандидаты и 26.8 % – доктора наук. Преобладают кандидаты и доктора физико-математических наук (47.8 %), за ними следуют химические (27.1 %) и технические (19.0 %) науки. По меньшей мере половина из состава докторов наук (тех, кто получил ученую степень до 1992 г.) едва ли сможет еще длительное время плодотворно трудиться в нанообласти, имея в 2008 г. средний возраст 68.6 лет. Другая половина (ставших докторами наук начиная с 1992 г.) имела больший шанс выполнить



**РИСУНОК 4** | Возрастное распределение трех категорий участников нанопроектов РФФИ в 2008 году

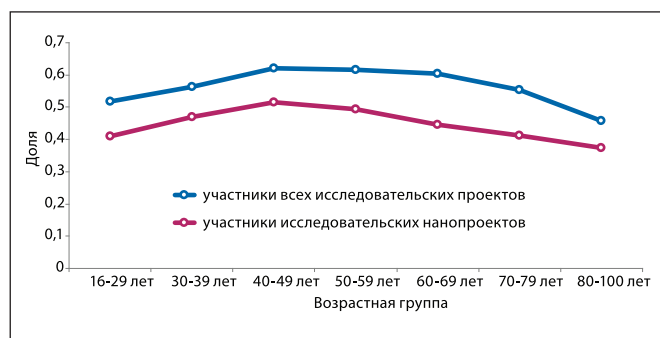
диссертационное исследование по нанотематике, а по средневозрастному показателю (55.6 лет в 2008 г.) она еще способна, хотя и не с наивысшей продуктивностью, продолжить исследовательскую деятельность в нанообласти. Примерно половина из состава кандидатов наук (тех, кто получил ученую степень до 1999 г.), имея средний возраст 56.9 лет, едва ли представляет перспективный исследовательский контингент для нанообласти. Средний возраст другой половины (ставших кандидатами наук начиная с 1999 г.) – 37.3 лет – вполне оставляет возможность для квалификационного роста и продуктивной работы в избранной области. Даже эти простые сопоставления показывают, что перспективы исследований в сфере НТ можно связывать только с двумя массовыми контингентами: вновь привлеченной молодежью без ученых степеней и защитившимися относительно недавно кандидатами наук. Однако для их квалификационного роста в избранной области необходим мотивационный механизм, в том числе через подготовку и защиту диссертаций.

Для соответствующих оценок нами в БД ВАК России отобраны 172 кандидатские и 94 докторские диссертации, которые защищены по нанотематике в период 1999–2003 гг.<sup>3</sup> Как показал перекрестный поиск в БД РФФИ, 77 из 172 (44.8 %) отобранных кандидатов наук и 51 из 94 (54.3 %) докторов участвовали в нанопроектах РФФИ с 2003 по 2008 год. С другой стороны, среди участников нанопроектов 2006–2008 гг. с ученой степенью кандидата наук, полученной в период 1999–2003 гг., 11.3 % защитили диссертацию по нанотематике. Для докторов наук аналогичный показатель составляет 31.3 %. Таким образом, профильный квалификационный рост создает мотивацию для исследовательской деятельности, однако для нанообласти сейчас характерен массовый приток квалифицированных ученых (особенно кандидатов наук), не имеющих профильной подготовки. Специальность «нанотехнологии и наноматериалы (по отраслям)» введена в номенклатуру специальностей для присуждения ученых степеней ВАК России только в 2008 г. По существу стартовавшая целенаправленная подготовка, чтобы дать результаты, потребует определенного времени, организационных усилий и финансовых затрат. Следует также учитывать растянутость процесса квалификационного роста ученого в нашей научно-аттестационной системе. Так, по данным упомянутой выборки ВАК, средний возраст защиты кандидатской диссертации по нанотематике (29.9 лет) заметно ниже, но для докторской диссертации (48.3 лет) пока не сильно отличается от общих значений прошлых лет.

<sup>3</sup> Поиск велся в названиях кандидатских, в названиях и рефератах докторских диссертаций по ключевым словам с приставкой «нано», а также «фуллерен (-ит, -ид)».

Введение в состав приоритетных направлений «Индустрия наносистем и материалы» (2006 г.) и принятие Президентской инициативы «Стратегия развития наноиндустрии» (2007 г.) дали старт своеобразному «нанобуму». Его частичным проявлением стали быстрый рост в последние годы числа нанопроектов РФФИ, а также их участников. Неизбежный в этом случае ажиотаж делает вполне вероятным наличие среди вновь присоединившихся к модному движению носителей прежних тематик, просто переименованных с помощью приставки «нано». Данное обстоятельство, а также то, что целенаправленная подготовка специалистов потребует еще какого-то времени, способно затормозить обновление исследовательских тематик, ориентированных сейчас преимущественно на 1-е поколение продуктов НТ (пассивные наноструктуры). Поскольку мир уже движется к следующему этапу – продуктам НТ 2-го поколения (активные наноструктуры) – это чревато консервацией отставания России. Согласно статистике, полученной из БД SCI-Expanded, публикационный вклад отечественных ученых в изучение активных наноструктур в последние годы сокращался, и по этому показателю в 2008 г. мы оказались на 18-м месте в мире.

Своеобразным эталоном качества для исследовательских кадров являются ученые с наивысшими показателями продуктивности согласно авторитетным мировым базам данных. Отечественные ученые внесли значимый вклад в развитие



**РИСУНОК 5** | Доля лиц в возрастной группе участников проектов (нанопроектов) РФФИ в 2005 г., ставших участниками проектов (нанопроектов) и в 2008 г.

нанообласти, о чем свидетельствует статистика, полученная из БД SCI-Expanded (по состоянию на июнь 2009 г.): 83 работы с российским авторством / соавторством процитированы сто и более раз, а две из них в составе 99 мировых нанопубликаций имеют более тысячи цитирований. С помощью этой БД нами выделена группа высокопродуктивных в нанообласти российских ученых: 107 человек, опубликовавших в период 2006–2008 гг. свыше 10 работ. Верхняя часть этого списка представлена в таблице; отдельно выделен рекорд цитируемости.

88 из 107 высокопродуктивных ученых участвовали в нанопроектах РФФИ, что подтверждает авторитет Фонда. Наиболее представленной (31.8 %) и продуктивной (в среднем 19.4 публикаций на человека) частью выделенной группы стали ученые в возрасте от 40 до 49 лет. В первой десятке списка степень представительства 40-летних еще выше – 50 %. Однако именно эта возрастная категория дефицитна в общем составе исследовательских кадров, т.е. имеющаяся на графиках рис. 2 выемка приходится как раз на ученых в высокопродуктивных возрастах, снижая научную отдачу, в том числе за счет качества человеческого фактора. Интересно отметить, что наибольший вклад в массив нанопубликаций в 1996–1998 гг. был сделан российскими учеными в возрасте от 30 до 39 лет. Степень представительства 30-летних в первой десятке списка высокопродуктивных ученых (от 26 до 88 публикаций) была

**ТАБЛИЦА** | Наиболее продуктивные в области НТ российские авторы 2006–2008 гг.

ФИО	Организация	Кол-во публикаций	Средняя цитируемость	h-индекс
1. Желтиков А.М.	Физический факультет МГУ	58	3.43	7
2. Овидько И.А.	Институт проблем машиноведения РАН, СПб	44	4.11	7
3. Устинов В.М.	Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, СПб	40	3.85	8
4. Третьяков Ю.Д.	Факультет наук о материалах МГУ	35	3.43	6
5. Лозовик Ю.Е.	Институт спектроскопии РАН, Троицк	35	3.03	6
6. Цырлин Г.Э.	Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, СПб	34	4.74	7
7. Валиев Р.З.	Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа	33	6.24	8
8. Морозов С.В.	Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН, Черноголовка	8	113.88	6

50 %. Данное обстоятельство почти целиком связано с феноменом научной школы академика Ж.И. Алфёрова в области полупроводниковых наноструктур. 9 из 10 первых мест занимали он и его ученики из ФТИ РАН (СПб.). Как видим, количественные показатели нынешней десятки проигрывают в сравнении, однако тематический охват ее исследований и организационное представительство расширились.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Вступление в эру экономики, основанной на знании (и прежде всего, передовом научном знании), требует особого внимания к главному средству его производства – человеческому капиталу. Любая из утраченных материальных составляющих научной деятельности при улучшении экономической ситуации может быть создана вновь достаточно быстро; потерю же соответствующим образом подготовленных национальных исследовательских кадров нельзя восполнить за короткий период даже при наилучших условиях. Сейчас в России многое делается для развития нанотехнологии, реализации ее экономического потенциала, однако, как показал выполненный анализ, долгосрочным перспективам НТ в нашей стране может помешать именно кадровый барьер. Отстав с принятием нанотехнологической программы от ведущих государств на 5–7 лет, мы еще больше отстали с мерами ее кадрового сопровождения. В результате были упущены несколько полновесных возрастных когорты, предшествовавших демографической яме; участники известных научных школ постарели или разъехались по миру, не воспитав учеников. Обостряющаяся демографическая ситуация создает негативный фон для решения накопившихся проблем, связанных с возрастной структурой научных кадров. Даже с началом «золотого дождя», привлекшего в нанобласть новых исследователей, сколь-либо оптимистичных изменений пока не происходит. По существу только с двумя массовыми контингентами из числа «новых» участников нанопроектов РФФИ можно связывать перспективы исследований в сфере НТ: начинающей молодежью без ученых степеней и свежеспеченными кандидатами физико-математических, химических, технических наук. Однако ни те, ни другие не прошли целенаправленной вузов-

ской подготовки в области НТ, и лишь небольшая доля вторых защитила свои диссертации по нанотематике. Для мотивированного выбора представителями обоих контингентов научной карьеры и профильного квалификационного роста необходим ряд мер: от достойной оплаты труда ученого до решения накопившихся проблем в научно-аттестационной системе.

Поскольку для России наиболее важна линия опережающего развития, творческий рост молодежи должен быть связан с перспективной тематикой. Однако наблюдается парадокс: ажиотаж, порожденный ростом финансирования, грозит консервацией прежних материаловедческих работ под современным нано«соусом», а также работ, ориентированных на нанотехнологии «вчерашнего дня», мешая прорасти исследованиям следующего поколения нанотехнологий. При 3.9 %-ном вкладе России в мировой массив нанопубликаций в 2004–2008 гг. доля российских работ, посвященных активным наноструктурам, составила всего 2.1 %. Мало таких работ и в проектных исследованиях РФФИ. Чтобы не оказаться в числе безнадежно отставших, нужны соответствующие меры, и прежде всего целенаправленная подготовка молодых специалистов.

Пренебрегши известной истиной, что заботу о национальных кадрах исследователей нельзя откладывать «на потом», Россия столкнулась с тем, что выстраданный переход к инновационной экономике совпал с их глубоким кризисом. Поскольку решения по кадрам должны работать на опережение, на наш взгляд, необходим непрерывный мониторинг и комплексное изучение кадровых процессов в науке, особенно в ее передовых областях. Настоящий анализ с использованием электронных банков данных позволил более детально (чем в традиционной статистике) рассмотреть проблему исследовательских кадров в области нанотехнологии, которую по праву считают локомотивом инновационной экономики. Некоторые его результаты могли бы способствовать формированию доказательной научной политики.

*Автор благодарен сотрудникам РФФИ В.А. Минину и А.Н. Либкинду за консультацию и помощь в подготовке части статистического материала.*

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Третьяков Ю.Д., Гудилин Е.А. Там, внизу, все еще много нанобума // В мире науки. 2009. № 5.
2. Терехов А.И. Научные кадры – непреходящая ценность // Вестник РАН. 2002. Т. 72. № 7. С. 582–587.
3. Алфимов М.В., Минин В.А., Либкинд А.Н., Гохберг Л.М., Терехов А.И. Хроника распада. Наше научное сообщество не только стареет, но и теряет квалификацию // Поиск. 2003. № 10 (720). С. 8–9.
4. Adams J., King Ch. Global Research Report. Russia // Thomson Reuters. Leeds. 2010.

# Англо-русский словарь по **Нанотехнологиям**

Информационное агентство АРМС-ТАСС при содействии компании «Статус» выпустило новый словарь по нанотехнологиям (формат 245 x 175 мм, объем около 1000 стр., около 80 тыс терминов и сокращений). Словарь в предлагаемом формате является одним из первых в мире изданий в этой области, охватывающим современную терминологию различных областей науки и техники. В их числе наноэлектроника, нанофотоника, наноматериалы для оптических, оптико-электронных, электронных и магнитных систем, сенсорные наноматериалы, наноэлектромеханические системы, наноробототехника, математическое моделирование нанотехнологий, нанодиагностика, функциональные и конструкционные наноматериалы, композиционные нанополимеры, наноматериалы для источников энергии, химические технологии наноматериалов, технологические процессы нанопроизводства с применением самосборки и самоорганизации в создании наноматериалов, нанобиотехнологии, нанотехнологии в медицине, авиационной, космической и военной технике, для борьбы с терроризмом, приборное оборудование для нанотехнологических исследований и др.



По вопросам приобретения обращаться в компанию «Статус»:  
[nanotechnology@status1.ru](mailto:nanotechnology@status1.ru)  
тел.: +7 (495) 5850539

# Компьютерная визуализация наноструктур

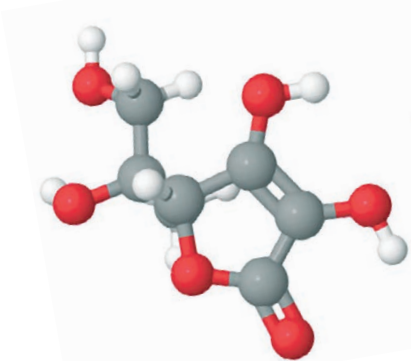
*М.Н. Стриханов,  
Н.Н. Дегтяренко,  
В.В. Пилюгин,  
Е.Е. Маликова,  
Н.А. Матвеева,  
В.Д. Аджиев\*,  
А.А. Пасько\**  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (Россия);  
\*Британский национальный центр компьютерной анимации при университете Борнмута (Великобритания)

На основе инструментальных программных средств (3ds Max, Jmol и др.) российские и британские ученые разрабатывают прикладные программы визуализации наноструктур и нанообъектов



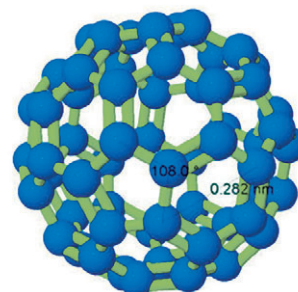
[1]

Графическое изображение изоповерхности поля параметра порядка (конфигураций вихрей Абриковского) в трехмерном сверхпроводнике 2-го рода



[2]

Графическое изображение наноструктур витамина С и фуллерена  $C_{60}$



Один из современных эффективных методов анализа научных данных — компьютерная визуализация этих данных, которую принято называть научной визуализацией. Этот метод состоит в том, что исходным анализируемым данным ставят в соответствие то или иное их статическое или динамическое, пассивное или интерактивное графическое изображение. Его визуально анализируют, а результаты анализа интерпретируют по отношению к исходным данным. При этом исходные данные могут быть различной природы. Различны могут быть и сами задачи анализа исходных данных, и используемые графические изображения [1, 2].

Научная визуализация, которая началась с простой визуализации функциональных зависимостей в виде графиков и карт изолиний, сегодня использует сложные методы объемной визуализации физических полей и компьютерной анимации глобальных изменений во Вселенной. Научную визуализацию применяют в различных разделах физики,

медицинских исследованиях, геологии, метеорологии и других областях [2, 3].

Научная визуализация, в частности, находит применение при исследовании различных нанообъектов, которые существенно отличны по свойствам от более крупных объектов. Исследование и моделирование наноструктур требует визуализации атомов, пространственного распределения электронной плотности и молекулярных орбиталей в этих структурах. Актуальна также визуализация различных скалярных и векторных полей наноструктур [1].

В настоящее время работы в области научной визуализации наноструктур активно ведут как в России, так и за рубежом. Примерами таких работ служит разработка учебно-методического комплекса «Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях» на базе Центра фотохимии РАН [4], работы по изучению и визуализации атомно-молекулярных структур на базе НИВЦ МГУ имени М.В. Ломоносова [5], работы консорциума Interactive Nano-Visualization in Science and Engineering

Education (IN-VSEE) [6], исследования на базе системы NanoManipulator, проводимые в университете Северной Каролины, США [7] и др.

Метод научной визуализации широко используют при проведении различных исследований в области компьютерного моделирования наноструктур в Национальном исследовательском ядерном университете МИФИ [3]. Работы по научной визуализации наноструктур ведут кафедра «Компьютерное моделирование и физика наноструктур и сверхпроводников» совместно с учебно-научной лабораторией «Научная визуализация» НИЯУ МИФИ. В них также принимает участие Британский национальный центр компьютерной анимации.

Работы идут по четырем направлениям:

- разработка комплекса инструментальных программных средств научной визуализации;
- создание прикладных программ визуализации наноструктур с использованием этого комплекса;

- апробация прикладных программ для визуализации результатов моделирования конфигурации наноструктур, полученных в процессе оптимизации их геометрии в различных приближениях квантово-механических расчетов;
- апробация прикладных программ визуализации результатов моделирования наноструктурированных сверхпроводящих элементов.

### КОМПЛЕКС ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ НАУЧНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Комплекс включает в себя совокупность автономно и совместно используемых программных продуктов 3ds Max, HyperFun, апплет Jmol, Cortona3D Viewer и их функциональных расширений [3]. Инструментальные программные средства комплекса научной визуализации имеют широкие функциональные возможности, которые позволяют создавать на их основе сложные прикладные программы для пассивной и интерактивной визуализации.

### ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НАНОСТРУКТУР

Разработанные на базе инструментальных программных средств комплекса прикладные программы визуализации предназначены для решения различных задач анализа исследуемых наноструктур [3]. Среди них можно выделить три типовые задачи анализа:

- взаимного расположения компонентов исследуемой наноструктуры;
- скалярных полей исследуемой наноструктуры;
- скалярных и векторных полей в наноструктурированных 2D и 3D сверхпроводниках.

Отметим, что ряд близких задач для расчетов молекул и кластеров решают с использованием программ Chemcraft [8].

Рассмотрим примеры прикладных программ визуализации анализируемых наноструктур.



### АНИМАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИЗОПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ПАРАМЕТРА ПОРЯДКА ТРЕХМЕРНОГО СВЕРХПРОВОДНИКА 2-ГО РОДА

В качестве исходных данных в этой программе используют описание анализируемого поля параметра порядка сверхпроводника 2-го рода в формате TXT-файла (сверхпроводник моделируется с помощью уравнений Гинзбурга-Ландау) [3]. Результат работы программы визуализации – анимационное проекционное графическое изображение изоповерхности поля (поверхность определяет положение и конфигурацию вихрей Абрикосова). Пример такого изображения приведен на рис. 1. При помощи этой программы решают задачу анализа конфигураций вихрей Абрикосова в исследуемом трехмерном сверхпроводнике.

### АНИМАЦИОННАЯ ПРОГРАММА ОБЪЕМНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛОТНОСТИ НАНОБЪЕКТОВ $Cl_2O$

В качестве исходных данных в этой программе используют описание анализируемого поля электронной плотности нанокластера  $Cl_2O$  в формате TXT-файла [3]. Результат работы программы визуализации – анимационное проекционное графическое изображение совокупности полупрозрачных изоповерхностей поля (объемная визуализация). Пример такого изображения приведен на рис. 3. При

помощи этой программы решают задачу анализа поля электронной плотности исследуемого нанокластера.

### ПРОГРАММА ВИЗУАЛИЗАЦИИ НАНОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

В качестве исходных данных в этой программе используют описание исследуемого нанобъекта того или иного типа, представленного в одном из следующих форматов: XYZ, HIN, OUT, MOL. Результат работы программы визуализации – интерактивное проекционное графическое изображение визуализируемого нанобъекта [3]. Примеры таких изображений нанобъектов  $C_{60}$  и витамин С приведены на рис. 2. Программа может также измерять расстояния между атомами, углы между связями, строить гистограммы, производить редактирование наноструктуры. При помощи этой программы можно решать задачу качественного и количественного анализа взаимного расположения атомов в исследуемой наноструктуре.

Исходные данные в разработанных прикладных программах визуализации в виде XYZ, HIN, OUT, MOL, TXT-файлов – результат работы программ компьютерного моделирования исследуемых наноструктур. В качестве примера таких программ можно упомянуть широко известные HyperChem, Gamess [9,10] и др., а также программы, написанные в НИЯУ МИФИ [3].

В настоящее время разработанные прикладные программы визуализации наноструктур объединены в библиотеку, доступ к которой можно получить, в т.ч., через Интернет.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы планируем дальнейшее расширение комплекса инструментальных программных средств научной визуализации и библиотеки прикладных программ визуализации, использующих этот комплекс. В отношении комплекса предполагаем функциональное расширение как существующих, так и создание новых его компонентов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пасько А.А., Пилюгин В.В. Научная визуализация и ее применение в исследованиях наноструктур. // Rusnanotech. Международный форум по нанотехнологиям. Сборник тезисов докладов научно-технических секций. 2008. М. С. 189–190.
2. Пилюгин В.В., Маликова Е.Е., Матвеева Н.А., Аджиев В.Д., Пасько А.А. Визуализация научных данных и ее применение в исследованиях наноструктур. // Научная сессия МИФИ-2009. Сборник научных трудов. Т. 1. НИЯУ МИФИ. М. С. 81–89.
3. Стриханов М.Н., Дегтяренко Н.Н., Пилюгин В.В., Маликова Е.Е., Матвеева Н.А., Аджиев В.Д., Пасько А.А. Опыт визуализации наноструктур в НИЯУ МИФИ. // Электронный журнал «Научная визуализация». V. 1. № 1. С. 1–18. <http://sv-journal.com>
4. Учебно-методический комплекс «Многомасштабное моделирование в нанотехнологиях» <http://nanomodel.ru/>
5. Жабин С.Н., Сулимов В.Б. Визуализация и редактирование молекул: программа Molred. // Электронный журнал «Научная визуализация». V. 1. № 1. С. 108–114. <http://sv-journal.com>
6. Fourth Annual NSF Grant Progress Report, Center for Solid State Science, Arizona State University, 2000. <http://invsee.asu.edu/invsee/invsee.htm>
7. Nanomanipulator DP-100/20, <http://www.3rdtech.com/NanoManipulator.htm>
8. ChemCraft, <http://www.chemcraftprog.com/about.html>
9. Granovsky A.A., PC GAMESS version 7.0, <http://classic.chem.msu.su/gran/gamess/index.html>
10. Nemukhin A.V., Grigorenko B.L., Granovsky A.A.. Molecular modeling by using the PC GAMESS program: From diatomic molecules to enzymes, Moscow University Chemistry Bulletin. 2004. Vol. 45. №2. P. 75.

# Что такое «нанотехнологии»?

*А.С. Разумовский, С.В. Калюжный  
Департамент научно-технической экспертизы  
Российская корпорация нанотехнологий*

Само слово «нанотехнология» содержит в себе три корня, каждый из которых имеет греческое происхождение: первый — «нано» (от греч. *νᾶνος* — карлик) — в международной системе единиц (современном варианте метрической системы) обозначает  $10^{-9}$  часть объекта (например, нанометр  $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$  — одна миллиардная часть метра), второй и третий — «технология» (от греч. *τέχνη* — искусство, мастерство, умение; греч. *λόγος* — наука, мысль), т.е. искусство или умение с помощью знаний достигать какого-либо результата. Интуитивно понятным становится и значение всего термина — это умение достигать нужного результата, оперируя объектами на нанометровых масштабах.

Идеологическая парадигма того, что впоследствии стало известно под термином «нанотехнологии», была высказана американским физиком Ричардом Фейнманом (Richard Feynman) в 1959 г. в его известном докладе в Калифорнийском институте технологий (California Institute of Technology), названном «Внизу много места» («There is plenty of room at the bottom»), в котором он предсказывал возможность контроля материи на очень малых масштабах. Сам же термин «нанотехнология» впервые был использован профессором Нориео Танигучи (Norio Tangichi) в его докладе «Основные принципы нанотехнологии» («On the Basic Concept of Nanotechnology») на международной конференции в Токио в 1974 г. Первоначально этот термин использовался в узком смысле и означал комплекс процессов, обеспечивающих высокоточную обработку поверхности с использованием высокоэнергетических электронных, фотонных и ионных пучков, нанесения пленок и сверхтонкого травления.

Главным импульсом к развитию нанотехнологий послужил ряд ключевых разработок в области приборостроения в течение 1980-х годов, прежде всего создание в 1981 г. сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) Гердом Биннингом (Gerd Binnig) и Генрихом Рорером (Heinrich Rohrer) в исследовательской лаборатории ИВМ, что позволило получать изображения различных поверхностей с разрешением на атомном уровне. Изобретение атомного силового микроскопа (АСМ) в 1986 г., отмеченное Нобелевской премией по физике, стало еще одной важной вехой на этом пути. Результатами дальнейших разработок стало создание так называемых наноматериалов (квантовых точек, фуллеренов, углеродных нанотрубок и т.д.), а также других видов прецизионного инструментария. Мно-



гие из вновь разработанных наноматериалов нашли самое широкое применение: их использование позволило, с одной стороны, существенно улучшить многие уже существующие продукты, с другой стороны, создать принципиально новые конструкционные и функциональные материалы с существенно улучшенными физическими и химическими свойствами.

Несмотря на исключительно широкую употребляемость, на сегодняшний день в мире не существует общепринятого термина «нанотехнология», что обусловлено не в последнюю очередь исключительной многогранностью этого понятия, которое, безусловно, не ограничивается простой апелляцией к наноразмерам. Нанотехнология возникла из конвергенции разработок и исследований в самых различных областях физики, биологии, химии, материаловедения и др., и на сегодняшний день является собирательным термином для достаточно большой междисциплинарной области науки и техники, имеющей дело с изучением поведения материи и методами контроля процессов, происходящих на очень маленьких масштабах (обычно в пределе 1–100 нм). На таких масштабах классические законы физики во многом становятся неприемлемыми для описания объектов — приходится иметь дело с квантовыми физическими явлениями, которые остаются далеко не полностью изученными на сегодняшний день.

Различные международные агентства и государственные структуры (Национальная нанотехнологическая инициатива США, Европейский патентный офис, Международная организация стандартов и т.д.), занимающиеся формированием политики в области нанотехнологий, дают различные определения этого термина [1]. И, несмотря на то что эти определения отличаются друг от друга в формулировках, все они непременно подчеркивают три важных аспекта, характеризующих нанотехнологии. Первое — это то, что нанотехнологии подразумевают целенаправленный контроль или управление материей на очень малых масштабах (это подразумевает исключение из определения любого материала или процесса, которые возникают «случайно», т.е. которые происходят естественным образом в природе или без целенаправленного управления такими процессами — синтетические цеолиты, используемые непосредственно для изготовления детергентов или нефтехимического каталитического процесса, являются примерами «случайных нанотехно-

логий»). Второй общий аспект всех определений — это конкретизация масштабной шкалы, т.е. фактическое ограничение определения масштабами, на которых проявляются размерно-зависимые эффекты (в большинстве определений в качестве такого порогового значения предлагается 100 нм, хотя на практике это значение не является фиксированным — размерно-зависимые эффекты могут проявляться и на масштабах, превосходящих 100 нм, — и в этом смысле данное пороговое значение носит, скорее, индикативный характер, указывая на тот масштабный водораздел, когда законы классической физики начинают уступать место законам квантовой механики и связанным с этим новым явлениям, что является существенным для нанотехнологий). И, наконец, третьим общим аспектом всех определений, наиболее важным с коммерческой точки зрения, является констатация того, что нанотехнологии делают возможным появление новых инновационных промышленных приложений.

ская деформация, ионная имплантация и др.) макрообъектов для улучшения их эксплуатационных свойств (прочность, электропроводность и т.д.), получение нанопорошков различных веществ методами механохимии и т.д. Во втором случае («снизу-вверх») — цепь последовательных технологических операций берет свое начало в создании конкретных наноструктур и нанообъектов (т.е. происходит целенаправленное укрупнение (или самосборка) исходных элементов структуры — атомов и молекул — до частиц или структур нанометрового размера) и заканчивается созданием конечных систем или устройств на их основе (т.е. реализуется переход от «нано»свойств к макросвойствам). Примерами таких технологий являются создание гетероструктур с заданными свойствами и компонентов электроники на их основе, получение новых композитных материалов с заданными свойствами на основе принципов интеркаляции, создание макрообъектов (например, деталей машин) с улуч-

### На сегодняшний день в ГК «Роснано» принято следующее определение нанотехнологий:

*Нанотехнология – это совокупность приемов и методов, применяемых при изучении, проектировании и производстве наноструктур, устройств и систем, включающих целенаправленный контроль и модификацию формы, размера, взаимодействия и интеграции составляющих их наномасштабных элементов (около 1–100 нм), наличие которых приводит к улучшению либо к появлению дополнительных эксплуатационных и/или потребительских характеристик и свойств получаемых продуктов [2].*

Принято различать нанотехнологии двух типов в зависимости от того, по какому принципу происходит создание конечного продукта — «сверху-вниз» (top-down approach) или «снизу-вверх» (bottom-up approach). В первом случае («сверху-вниз») технологические операции проводятся с исходно макроскопическими объектами (продуктами), в результате которых появляются новые технико-экономические свойства этих продуктов, обусловленные формированием наноструктур в таких продуктах. К таким технологиям, например, относятся модификация поверхности (травление, напыление, шлифовка и др.) макрообъектов для улучшения их эксплуатационных свойств (коррозионной устойчивости, прочностных характеристик, светоотражения и т.д.), объемная модификация (интенсивная пластиче-

скими свойствами из наноразмерных порошков и т.д.

При этом объектами нанотехнологий могут быть как непосредственно низкоразмерные объекты с характерными для нанодиапазона размерами как минимум в одном измерении (наночастицы, нанопорошки, нанотрубки, нановолокна, нанопленки), так и макроскопические объекты (объемные материалы, отдельные элементы устройств и систем), структура которых контролируемо создается и модифицируется с разрешением на уровне отдельных наноэлементов. Устройства или системы считаются изготовленными с использованием нанотехнологий, если как минимум один из их основных компонентов является объектом нанотехнологий, т.е. существует как минимум одна стадия технологического процес-

са, результатом которой является объект нанотехнологий.

Последняя фраза в предлагаемом выше определении является ключевой для понимания всего термина, в котором не просто констатируется апелляция к «нанодиапазону» при манипуляции с объектами (т.е., по сути, контроль технологических процессов на таких масштабах), что является, безусловно, необходимым, но не достаточным (!) условием отнесения технологии к «нано», но и требование появления дополнительных эксплуатационных и/или потребительских свойств получаемых продуктов. При этом следует обратить внимание на то, что появление улучшенных или дополнительных эксплуатационных (физических/химических/биологических) свойств продукта необязательно влечет за собой появление улучшенных потребительских свойств продукта (а иногда, наоборот, исключает это, например, используя приемы нанотехнологий, можно получить продукт с радикально улучшенными физическими/химическими и пр. свойствами, который, однако, не будет востребован на рынке ввиду высокой стоимости технологического процесса производства такого продукта. И наоборот, используя нанотехнологические методы, можно удешевить производство продуктов со средними параметрами, тем самым понизив их себестоимость и, как следствие, повысить их потребительские качества).

Нанотехнологии делают возможным не только наделение новыми физическими и химическими свойствами уже существующих материалов, но и создание принципиально новых материалов, устройств и продуктов — в этом смысле представляется исключительно важной оценка социально-экономических последствий развития этой области науки и техники. Государственная политика в этом направлении должна основываться на систематических адекватных и обоснованных показателях, что обуславливает необходимость создания качественной системы статистических наблюдений в области нанотехнологий. И одним из первых шагов на этом пути должно быть создание рубрикатора (классификатора) нанотехнологий.

Разработка такого рубрикатора может быть осуществлена разными

способами (в основу может быть положена идеология классификации по отраслям научных знаний или по отраслям промышленности и т.д.) и должна определяться целями и задачами, для которых такой рубрикатор создается. В ГК «Роснанотех» такой классификатор есть и используется с 2008 г. — он был разработан силами привлеченных авторитетных экспертов в различных областях науки и техники [3]. Одна из основных задач, которую решает данный инструмент, — классификация проектов, которые поступают на рассмотрение Корпорации, — выделение сегментов похожих (конкурирующих) проектов или разных проектов, но использующих в своих технологических процессах одинаковые методы, идентификация взаимодополняющих и кластерных проектов (обладающих высокой степенью взаимной интеграции). За указанное время этот классификатор продемонстрировал достаточно высокую эффективность (это обстоятельство стало причиной того, что именно указанный классификатор в несколько модифицированной форме был заложен в разрабатываемую на сегодняшний день ГУ ВШЭ Концепцию статистических наблюдений в области нанотехнологий в виде одного из основных документов — Классификатора направлений нанотехнологий).

Классификатор нанотехнологий Корпорации состоит из двух частей — технологической и научной, где последняя имеет строгую логическую структуру, построенную по принципу «объекты нанотехнологий — методы получения, диагностики и сертификации наноразмерных систем — продукты нанотехнологий». При этом классификация объектов нанотехнологий начинается от низкоразмерных объектов (нанокристаллов, квантовых точек, проволок и пр.) до наноструктур и объемных наноструктурированных материалов (которые, в свою очередь, разделяются по типу, составу, назначению — конструкционные и функциональные). Второй большой раздел включает в себя все известные методы и инструментарий исследований и сертификации наноматериалов и наноустройств, а также все известные технологии, которые позволяют в принципе формировать объекты,

которые относятся к категории «нано» (это методы нанесения наноструктур и наноматериалов — физические и химические, методы формирования наноструктур и методы формирования наноматериалов; отдельно — приборостроение для наноиндустрии). И наконец, раздел продуктов нанотехнологий, включающий в себя тематические разделы — наноэлектроника, нанопотоника, нанобиотехнологии, наномедицина (последний включает в себя методы диагностики, терапевтические методы, хирургические методы, тканевая инженерия и регенеративная инженерия, фармакология и фармацевтика).

Несмотря на то что нанотехнологии на сегодняшний день имеют конкретные приложения и проникают посредством этих приложений в индустрию и на рынок, совершенно очевидно, что эта область все еще находится на очень ранней стадии своего развития — нанотехнологии не породили новой индустрии (и, возможно, никогда не сделают этого), скорее, можно выделить специфические прикладные области и направления коммерциализации, имеющие перспективы в контексте модернизации некоторых технологических цепочек формирования добавочной стоимости конечного продукта. В связи с этим интересной представляется модель нанотехнологической цепочки формирования добавочной стоимости продукта, предложенная консалтинговой компанией LuxResearch: первый сегмент этой цепочки включает в себя непосредственное создание сырья — наноматериала (углеродных нанотрубок, квантовых точек, фуллеренов и пр.), второй — использование этих материалов для разработки и создания промежуточных продуктов (покрытия, различные композиционные и конструкционные материалы и пр.), обладающих за счет использования наноматериалов улучшенными технико-экономическими свойствами, и третий сегмент — разработка и создание конечных продуктов, имеющих нанотехнологическую компонентную базу. Исключительно важное значение при этом имеет непосредственно разработка и производство различного измерительного и технологического оборудования — инструментальной базы нанотехнологий.

#### ЛИТЕРАТУРА

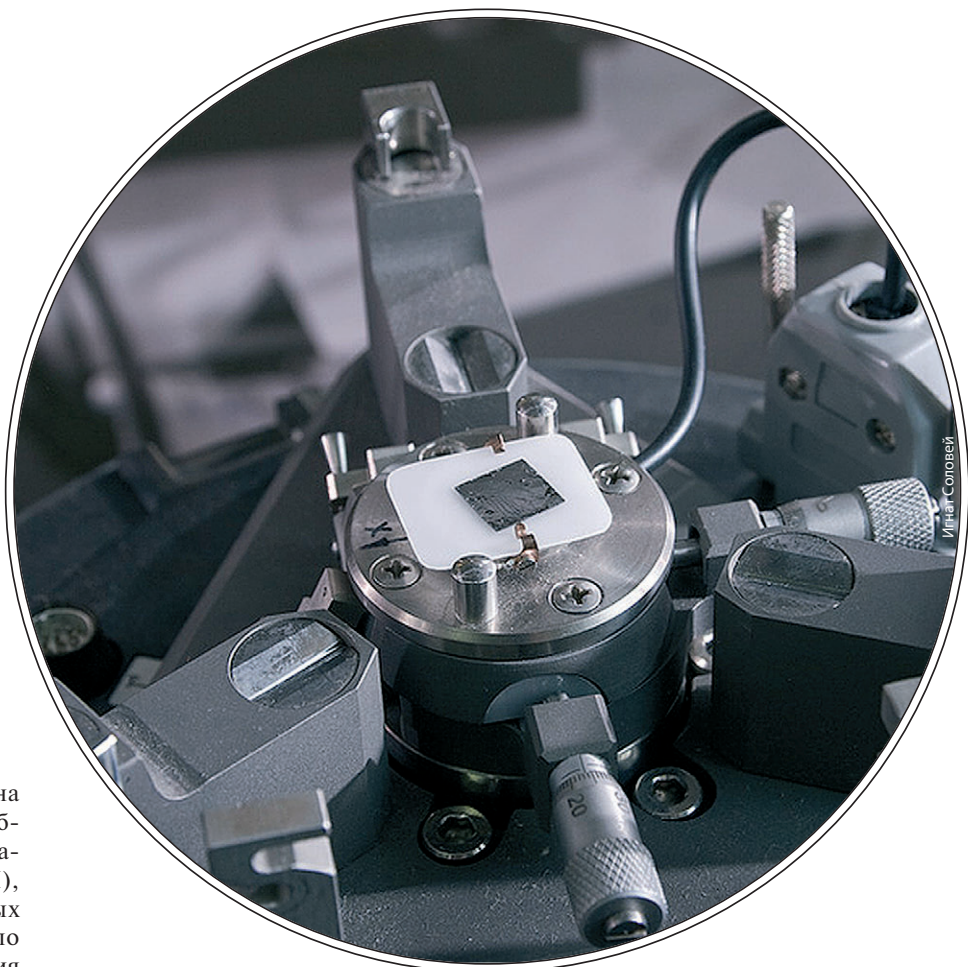
1. Palmberg C., Dernis H. and Miguet C. Nanotechnology: an overview based on indicators and statistics. STI WORKING PAPER 2009/7. Statistical Analysis of Science, Technology and Industry.
2. Официальный сайт ГК «Российская Корпорация нанотехнологий». Нанотехнологический словарь РОСНАНО (<http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1377>).
3. Официальный сайт ГК «Российская Корпорация нанотехнологий». <http://www.rusnano.com> (Документ — «Требования к составу и содержанию проектов в области нанотехнологий, предлагаемых к финансированию за счет средств ГК «Роснанотех». С. 42–52).

В.В. Качак, заместитель начальника Управления программ и проектов Федерального агентства по науке и инновациям

# Центры коллективного пользования научным оборудованием в секторе современных исследований и разработок



Валерий Качак: ЦКП не должны работать только на нужды базовой организации



За 2005–2009 г. Роснаукой создана сеть хорошо оснащенных дееспособных центров коллективного пользования научным оборудованием (ЦКП), размещенных во всех федеральных округах и ведущих исследования по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники Российской Федерации.

Центр коллективного пользования научным оборудованием – это научно-организационная структура, обладающая дорогостоящим прецизионным оборудованием (специализированные установки, диагностические установки, средства измерений) и высококвалифицированными кадрами. На оборудовании ЦКП научные организации могут проводить исследования мирового уровня.

ЦКП – не самостоятельные юридические лица, а входят в состав базовых научных и научно-образовательных организаций. Последние несут обязательства по организационной и отчасти финансовой поддержке деятельности созданных центров.

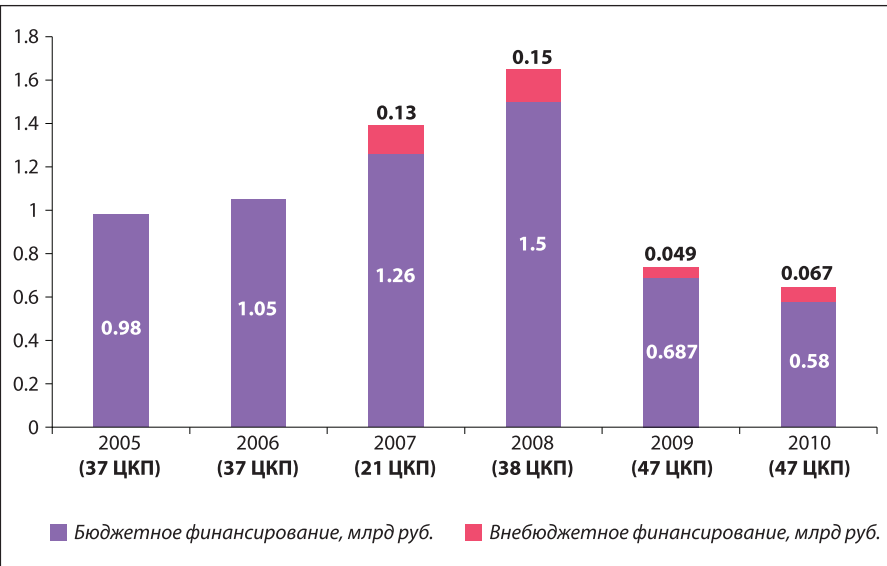
Реализация ЦКП своей основной задачи – доступа ученых к современ-

ному научно-исследовательскому оборудованию – определяет статус центров как открытых исследовательских структур, высокопрофессиональных и эффективных. ЦКП не должны работать только на нужды базовой организации. Вместе с тем ЦКП должны не только удовлетворять спрос на исследования и разработки, но и стимулировать этот спрос. Таким образом, центрам отводится роль ключевых участников национального рынка исследований и разработок.

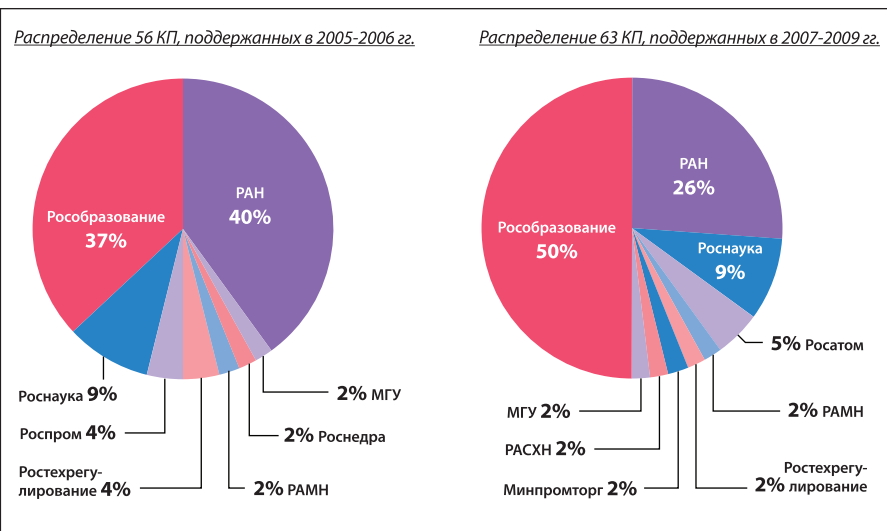
Роснаука осуществляла поддержку ЦКП в рамках двух федеральных целевых программ: ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002–2006 гг. и ФЦП «Исследования и разработки по приоритет-

ным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы». Первая программа охватывала 2005 и 2006 г., и в этот период было поддержано 56 ЦКП. В рамках второй программы с 2007 г. и по настоящее время Роснаука поддержала 63 ЦКП, которые и образуют современную сеть.

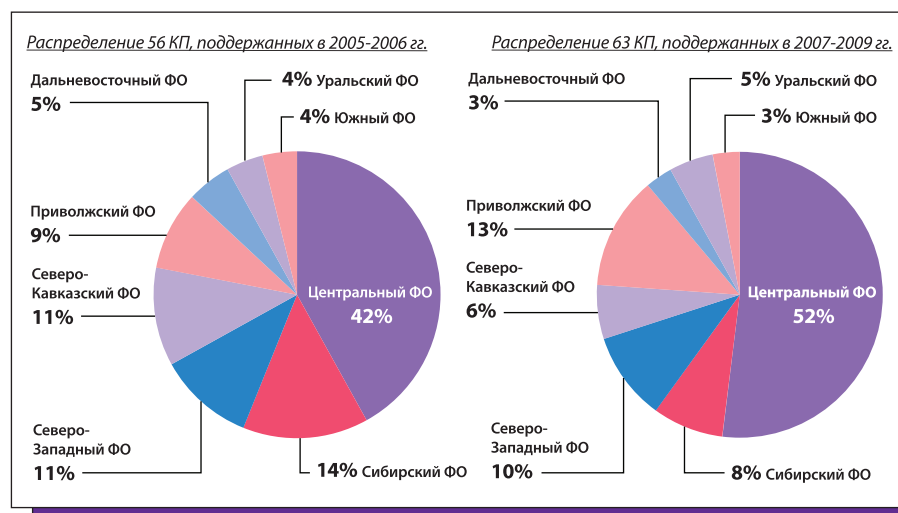
С 2005 г. на поддержку сети ЦКП было израсходовано свыше 5 млрд руб. Стабильный рост финансирования имел место в докризисные 2005–2008 гг., когда размер господдержки увеличился на 50 %: с 980 млн руб. до 1.5 млрд руб. (рис. 1). Для сравнения, в 2004 г. размер господдержки ЦКП составлял всего 200 млн руб. На рис. 1 в скобках показано число поддержанных ЦКП в соответствующем году.



**РИСУНОК 1** | Динамика объемов бюджетного финансирования, направляемого на развитие системы ЦКП



**РИСУНОК 2** | Распределение ЦКП по ведомственной подчиненности



**РИСУНОК 3** | Распределение ЦКП по федеральным округам

Мировой финансовый кризис привел к сокращению господдержки ЦКП более чем в 2 раза: в 2009 г. объемы финансирования сети ЦКП снизились до 687 млн руб. Тем не менее в этот период концепция общего пользования научным оборудованием через сеть созданных центров продолжала реализовываться.

**СТРУКТУРА СЕТИ ЦКП**

Рассмотрим основные характеристики сети ЦКП, поддержанных в рамках двух указанных выше федеральных целевых программ. Проводимый анализ позволит определить основные параметры сети ЦКП с точки зрения ведомственной принадлежности центров, их территориального распределения и научного профиля.

Итак, первая характеристика сети центров – ведомственная принадлежность (рис. 2). Она весьма разнообразна: Минпромторг, Росатом, Ростехрегулирование, государственные академии наук. Наиболее крупные «держатели» ЦКП – РАН и Рособразование (его функции в марте 2010 г. указом Президента РФ переданы Минобрнауки России).

Несмотря на то, что общая численность ЦКП, подведомственных РАН, почти не изменилась, их доля снизилась с 40 до 26 % за счет увеличения доли ЦКП, относящихся к вузам. Это может косвенно свидетельствовать о росте вузовской науки. В остальном структура ведомственной подчиненности практически стабильна.

Вторая характеристика – распределение сети ЦКП по федеральным округам. Надо подчеркнуть, что сеть охватывает все федеральные округа, и в целом ее региональная структура соответствует территориальному распределению научного потенциала: кадров, оборудования, объемов финансирования исследований и разработок (рис. 3).

В 2007–2009 гг. увеличение поддерживаемых ЦКП из Центрального федерального округа объясняется расширением функциональных возможностей сети центров. Усилилось представительство центров в Приволжском федеральном округе, доля которого в объеме промышленного производства страны составляет около 24 %.

Как и в случае с региональной структурой центров, распределение поддерживаемых ЦКП по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники во многом зависит от общего уровня развития самого направления (рис. 4).

Так, львиная доля ЦКП (почти 60 %) занимается нанотехнологиями. Вторая

по численности группа специализируется в живых системах. Остальные работают в области рационального природопользования, энергетики и энергосбережения.

Помимо рассмотренных выше интегральных характеристик сети, следует затронуть вопросы внутренней организации деятельности центров. Бесспорно, центры по-своему уникальны, и это отражается на их внутренней структуре. Например, есть центры сосредоточенного и распределенного вида. Однако некоторые ЦКП выстраивают излишне сложную негибкую структуру управления, которая не помогает в работе.

С 2007 г. Роснаука заключила 43 соглашения о взаимодействии с организациями, представляющими ЦКП. Предмет соглашения – взаимодействие сторон в части использования спецоборудования в научной, научно-технической и инновационной деятельности, в том числе спецоборудования, приобретенного или созданного в ходе выполнения государственных контрактов в рамках мероприятия 5.2 ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы». Ожидается, что такая практика будет продолжена и в будущем.

Проведенный обзор структуры сети ЦКП позволяет далее перейти к описанию ее научно-технического потенциала.

### КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦКП

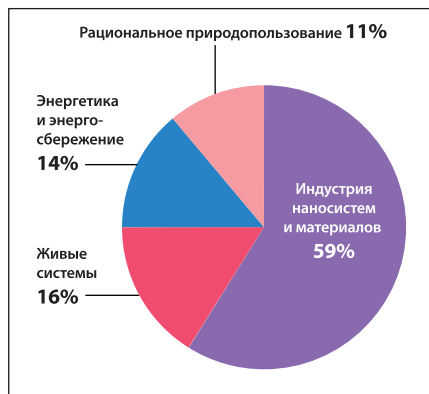
В ЦКП высококвалифицированные кадры решают многое. От них зависит успешная эксплуатация приборной базы, уровень научных результатов. Можно сказать, что в центрах сосредоточены наиболее активные исследовательские коллективы.

По сравнению с 2007 г. в 2009 г. общая численность работников ЦКП увеличилась на 85 % и составила почти 3200 человек, из которых около половины имеют ученую степень (табл. 1).

Структура кадрового потенциала центров достаточно стабильная. Удельный вес докторов наук достигает 13–14 %; 32–34 % – доля кандидатов наук; остальные работники – без ученой степени. Трудно утверждать наверняка, но, скорее всего, выявленное соотношение представляет некоторый оптимальный внутренний баланс научных кадров.

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕТИ ЦКП

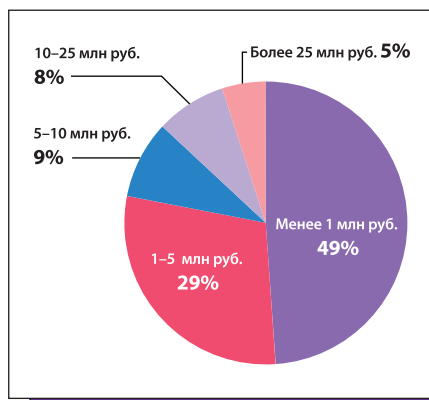
Второй элемент ресурсного потенциала сети ЦКП – это приборная база, общая стоимость которой в 2009 г. составляла



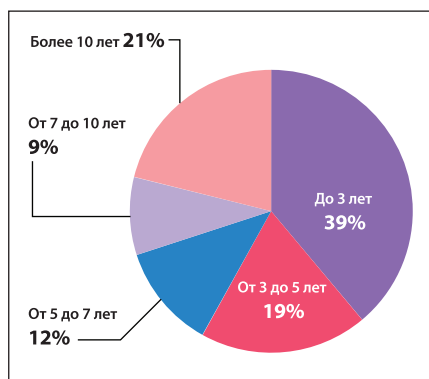
**РИСУНОК 4** | Распределение 63 ЦКП, поддерживаемых Роснаукой в 2007–2009 гг., по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации

**ТАБЛИЦА 1** | Характеристика кадрового потенциала

Год	Число поддерживаемых ЦКП, ед.	Качественный состав персонала ЦКП						
		всего, чел.	доктора наук		кандидаты наук		без ученой степени	
			чел.	%	чел.	%	чел.	%
2007	21	1727	229	13	581	34	917	53
2008	43	2336	323	14	740	32	1273	54
2009	63	3188	436	14	1081	32	1671	54



**РИСУНОК 5** | Распределение единиц оборудования ЦКП по стоимостным группам



**РИСУНОК 6** | Распределение единиц оборудования ЦКП по возрастным группам

более 12 млрд руб. Учитывая тот факт, что на поддержку ЦКП было направлено только 5 млрд руб., оборудование на сумму свыше 7 млрд руб. предоставили в режим общего пользования базовые организации. В ряде случаев предоставляемые объекты приборной базы и даже целые комплексы оборудования были уникальными, современными и дорогостоящими.

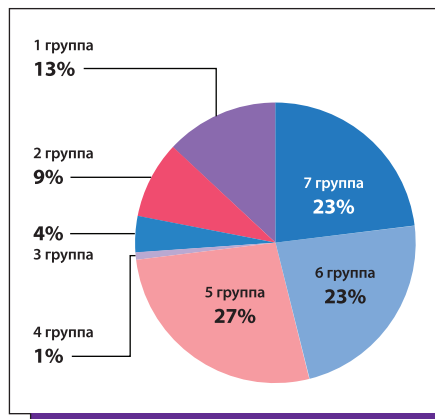
По информации на конец 2009 г., сеть из 63 ЦКП аккумулировала 2053 единицы оборудования. Тем не менее по стоимости, возрасту и функциональному назначению выявленное оборудование весьма разнообразно.

Почти половина оборудования, закрепленного за ЦКП, имеет стоимость до 1 млн. руб. (рис. 5).

Вместе с тем, действительно дорогостоящее высокоточное оборудование, стоимостью выше 10 млн. руб., насчитывает 274 единицы. С одной стороны, пирамида оборудования, показывающая меньшую долю объектов приборной базы по мере возрастания их цены, выглядит вполне традиционно. Оборудование, стоимостью до 1 млн. руб., зачастую предназначено для обслуживания крупных технических комплексов и приборов. Соотношение основного и вспомогательного оборудования – примерно 1 к 2.5 – свидетельствует о некотором внутреннем балансе приборной базы. Оно может служить ориентиром при закупках приборов, когда приобретается не прецизионное дорогостоящее оборудование, которое может быть интересно и полезно широкому кругу пользователей, а обслуживающие, вспомогательные агрегаты.

Если говорить о возрасте научного оборудования, который определяет его моральный и отчасти физический износ, то в этом плане можно констатировать прогресс. Почти 60 % оборудования ЦКП имеет средний возраст менее 5 лет (рис. 6).

Благодаря мерам поддержки ЦКП средний возраст оборудования центров составил 8 лет, в то время как средний возраст машин и оборудова-



**РИСУНОК 7** | Распределение единиц оборудования ЦКП по функциональным группам

ния, участвующего в исследованиях и разработках, по стране составляет примерно 19 лет. Таким образом, господдержка обеспечила более чем двукратное превосходство центров по этому параметру.

Важная характеристика приборной базы – ее качественный состав. Совместно с рядом представителей ЦКП была проведена работа по определению классификации оборудования. В итоге были предложены семь укрупненных групп спецоборудования, хотя в реальности картина сложнее.

Так, первая группа включает аналитические приборы (масс-спектрометры, атомно-абсорбционные и атомно-эмиссионные спектрометры, микроанализаторы, хроматографы, рентгено-флуоресцентные анализаторы). Вторая группа содержит микроскопию высокого разрешения (электронные просвечивающие и сканирующие (зондовые, ионные) микроскопы). Третья группа аккумулирует рентгеновские дифрактометры и источники синхротронного излучения. К четвертой группе отнесены ЯМР и ЭПР-спектрометры. Пятая группа выделена под приборы для измерений свойств: электрических, магнитных, оптических, механических и теплофизических, а также приборов для исследования биологических объектов (амплификаторы, секвенаторы). Шестая группа включает в себя другое оборудование (технологическое, реакторы, телескопы, лазеры). Наконец, к седьмой группе относится вспомогательное оборудование.

Представленное на рис. 7 распределение оборудования ЦКП по функциональным группам показывает, что центры обладают широким спектром оборудования, которое позволяет проводить полную всестороннюю диагно-

стику веществ и материалов по составу, структуре и свойствам.

Наиболее крупными являются первая, пятая, шестая и седьмая функциональные группы. Виды оборудования, относящиеся ко второй, третьей и четвертой группам, в анализируемой структуре представлены менее заметно, что свидетельствует об их отсутствии в ряде ЦКП.

В общем, приведенная классификация оборудования может стать шаблоном, применяемым к техническому оснащению ЦКП на предмет выявления недостающих приборов. Строго говоря, ЦКП, в котором есть только один микроскоп или даже три микроскопа, – это не ЦКП. ЦКП – это структура, позволяющая проводить многометодовые и многопрофильные исследования, испытания и измерения, а делать это возможно только при наличии разнообразной и дорогостоящей приборной базы. Наличие приборов по каждой функциональной группе оборудования – это своего рода необходимый минимальный «джентльменский» набор каждого ЦКП. Редкие исключения, конечно,

Функционирующая сеть из 63 ЦКП аккумулирует примерно 1 % персонала, занятого исследованиями и разработками в области естественных и технических наук, и более 5 % общего объема исследовательских приборов и оборудования.

Указанный масштаб сети ЦКП, их оснащенность, близкая к уровню развитых стран, позволяет говорить о ЦКП как авангарде российского сектора исследований и разработок, элитной части российской науки.

Итак, научно-технический потенциал сети ЦКП весьма внушителен, однако насколько результативно он используется?

### РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕТИ ЦКП ЗА 2008–2009 гг.

Оценка результативности сети ЦКП представляет собой комплекс сложных и важных вопросов. Решение данной задачи позволит определить востребованность научным и деловым сообществом приобретенного оборудования ЦКП и оказываемых услуг, оценить объем и долю рынка исследова-

**ТАБЛИЦА 2** | Сводные данные о динамике кадрового и технического потенциала сети ЦКП

Год	Число ЦКП, ед.	Численность персонала, чел.	Количество оборудования, ед.	Стоимость оборудования, млн руб.	Техновооруженность, млн руб./чел.
2007	21	1727	570	3909	2.26
2008	43	2336	1202	10000	4.28
2009	63	3188	2053	12600	3.95

могут составлять ЦКП, имеющие такие уникальные на всю страну приборы, как реакторы, телескопы и другие эксклюзивные объекты приборной базы.

Рассмотрим процесс наращивания кадрового и технического потенциала сети ЦКП в 2007–2009 гг. (табл. 2).

Представленная в табл. 2 информация о ресурсном потенциале сети ЦКП позволяет отметить следующее.

Во-первых, по своим масштабам за 2007–2009 гг. состав поддержанных ЦКП увеличился в 3 раза (с 21 до 63 центров); число работников ЦКП увеличилось на 85 %, общая стоимость закрепленного оборудования возросла более чем в 3 раза.

Во-вторых, особого внимания заслуживает уровень техновооруженности исследователя в ЦКП. Он в 8 раз превышает аналогичный показатель в среднем по стране и соответствует стоимости исследовательского места в развитых странах.

ний и разработок, которую обеспечивают центры. Учитывая масштабные государственные вложения в развитие материально-технического оснащения сети ЦКП, разработка оценки результативности станет необходимым условием для определения эффективности расходования бюджетных средств на поддержку центров.

Можно выделить достаточно широкий перечень показателей для оценки деятельности ЦКП, которые условно можно разделить на две группы: экономические показатели и показатели научного вклада центров. Вместе с тем, на наш взгляд, целесообразно не смешивать экономическую и научную результативность. Если первая группа показателей имеет, как правило, стоимостное выражение, то вторая группа может быть верифицирована преимущественно с помощью экспертных оценок. В данной статье мы акцентируем внимание на экономических

**ТАБЛИЦА 3** | Распределение объемов НИР, выполненных ЦКП по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации

Приоритетное направление	Число НИР, ед.		Объем финансирования, млн руб.	
	2008 год	2009 год	2008 год	2009 год
Живые системы	160	262	498	641
Индустрия наносистем и материалов	760	914	1772	1890
Информационно-телекоммуникационные системы	4	6	138	202.5
Рациональное природопользование	115	149	140	270
Энергетика и энергосбережение	108	120	221	371.25
ИТОГО	1147	1451	2769	3370

показателях результативности, а оценку научного вклада ЦКП оставляем на ближайшую перспективу, поскольку решение этой задачи потребует проведения продолжительной подготовительной работы. Вместе с тем, за 2009 год по результатам исследований с использованием научного оборудования сети 63 ЦКП было подготовлено: 713 публикаций в ведущих мировых научных журналах, 342 дипломные работы, 125 кандидатских и 14 докторских диссертаций.

Экономическая результативность ЦКП иллюстрируется комплексом абсолютных и относительных показателей. Одним из ключевых абсолютных индикаторов является стоимость выполненных НИР и оказанных услуг (исследований, испытаний, измерений). При этом если стоимость НИР изначально задана, то стоимость услуг определяется исходя из двух параметров: временной продолжительности ее оказания и стоимости часа работы на соответствующих приборах. В свою очередь второй параметр включает амортизацию оборудования, затраты на его обслуживание, стоимость расходных материалов, оплату электроэнергии и труда персонала, а также определенную норму прибыли. Некоторыми центрами норма прибыли может не применяться.

Стоимость выполненных НИР и оказанных услуг вместе с индикаторами научно-технического потенциала позволяют оценивать такие относительные показатели результативности, как фондотдача, производительность труда.

Итак, один из стоимостных показателей результативности ЦКП — выполнение НИР. По расчетным данным в 2009 г. объем выполненных НИР составил 3.3 млрд руб., что на 600 млн руб. больше, чем в 2008 г. Общее число выполненных НИР увеличилось с 1147 до 1451 единицы (табл. 3).

Структура выполненных НИР по приоритетным направлениям практи-

чески повторяет распределение ЦКП по этим направлениям. Например, в 2009 г. научно-исследовательские работы по нанотехнологиям занимают долю 56 %, по живым системам — 19 %. По остальным направлениям — менее 12 %.

Если рассматривать структуру НИР, выполненных центрами по государственными программам, то на первом месте стоят федеральные программы. Это связано, прежде всего, с концентрацией финансовых ресурсов на исследования и разработки на федеральном уровне.

Отмечается снижение объема услуг, оказанных внешним пользователям. Фактически данная величина свидетельствует об уровне внешнего спроса на услуги ЦКП, состоящие в проведении исследований, испытаний, измерений. В 2009 г. число организаций — пользователей научным оборудованием увеличилось на 300 единиц по сравнению с 2008 г. (табл. 4). Но среднее число внешних пользователей, обратившихся в ЦКП, почти не изменилось. Приведенные цифры,

**ТАБЛИЦА 4** | Показатели «сервисной» деятельности ЦКП в 2008–2009 гг.

Индикатор	2008 год	2009 год
Объем оказанных услуг, млн руб.	1250	1020
Объем оказанных услуг в среднем на ЦКП, млн руб.	29.1	16.2
Объем услуг, оказанных внешним организациям, млн руб.	766	590
Доля услуг, оказанных внешним организациям, %	62	58
Число организаций — пользователей научным оборудованием, ед.	более 800	более 1100

Вместе с тем необходимо обратить внимание на недостаточный уровень участия ЦКП в международных программах, в частности в Седьмой рамочной программе ЕС. Имея современное оборудование мирового уровня, необходимо активнее участвовать в международном научном сотрудничестве, принимать положительный зарубежный опыт в сфере проведения исследований и использовать его внутри страны, повышая свою конкурентоспособность.

Другой важный показатель результативности деятельности ЦКП — объем оказанных услуг и доля в этом объеме услуг, оказанных внешним пользователям. В 2008–2009 гг. общий объем оказанных услуг перешагнул 1 млрд руб., а доля услуг, оказанных внешним организациям, превысила 50 %, и этот показатель можно признать удовлетворительным (табл. 4).

касающиеся клиентской базы ЦКП, включают как традиционных пользователей, так и новых. В перспективе целесообразно расширить ядро постоянных пользователей.

В целом, снижение внешнего спроса можно, конечно, полностью объяснить последствиями мирового финансового кризиса. Но практика свидетельствует о том, что центрам следует активизировать работу по продвижению своих возможностей, стимулировать спрос на свои услуги, максимально загружать свое оборудование и зарабатывать.

Важное условие, гарантирующее качество предоставляемых центрами услуг, — метрологическое обеспечение методов и средств измерения, применяемых ЦКП. Без метрологии, аттестованных методик функционирование организации в режиме ЦКП не только недопустимо, но и может быть просто

опасно. Этим вопросам следует уделять постоянное внимание и резервировать необходимые финансовые ресурсы.

Ассортимент услуг, оказываемых сетью ЦКП, достаточно широк и включает свыше 1800 наименований. Тем не менее сравнительно невысокая удельная стоимость услуг и соответственно их относительно низкая сложность пока не в полной мере отвечают сути деятельности ЦКП. Дело в том, что ЦКП – это не рядовая лаборатория, специализирующаяся на стандартной диагностике, а структура, выполняющая сложные и соответственно дорогостоящие исследования, испытания и измерения. Соответственно центрам следует акцентировать внимание на повышении уровня сложности оказываемых услуг, расширении их перечня. Именно развитие данного направления определяет востребованность ЦКП, их научный и финансовый успех на рынке исследований и разработок. Отсутствие деятельности по оказанию услуг внешним пользователям вообще ставит под сомнение сам статус центра коллективного пользования.

С финансовой точки зрения, портфель деятельности сети центров на 77 % состоит из НИР, а 23 % приходится на услуги. В 2008–2009 гг. производительность труда в ЦКП была на уровне 1.4–1.7 млн руб./чел. Это сопоставимо с аналогичными показателями в обрабатывающих производствах национальной экономики.

Относительно высок процент временной загруженности оборудования: 74 % в 2008 г. и 67 % в 2009 г. Тем не менее к данному показателю следует относиться с осторожностью. Дело в том, что загрузка оценивается по времени работы оборудования из максимально возможного периода времени за отчетный период. В реальности же могут быть такие промежутки времени, когда оборудование работает вхолостую. В этой связи более адекватен анализ не временной, а финансовой нагрузки оборудования сети ЦКП. Проведенные расчеты показывают, что в 2008–2009 гг. приборная база центров обслуживала выполнение НИР и оказание услуг на сумму в 35–40 % от ее общей стоимости. Данный параметр по своему экономическому смыслу соответствует фондоотдаче. Его можно рассматривать как один из показателей эффективности загрузки оборудования ЦКП.

Расчетные данные показывают, что по сравнению с 2008 г. в 2009 г. наблюдалось снижение по некоторым финансовым показателям результативности сети ЦКП. Прежде всего,

это касается удельного объема НИР, выполненных центрами, абсолютного объема оказанных услуг, в том числе внешним пользователям. Кроме того, уменьшилась загрузка оборудования. Указанные метаморфозы имеют многофакторную природу. Они связаны не только с последствиями мирового финансового кризиса, но и с включением в 2009 г. в сеть ЦКП 20 новых центров, а также с недоиспользованием самими ЦКП внутренних резервов.

#### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ ЦКП

Сформированная Роснаукой сеть ЦКП успешно прошла начальные стадии развития. Центры приобрели необходимое оборудование, получили определенный опыт работы. Можно сказать, что сеть ЦКП вступила в новую фазу, так называемый «период зрелости», и поэтому необходимо выработать вектор перспективного развития центров.

Скорее всего, дальнейшее масштабное расширение сети ЦКП вряд ли целесообразно. На первый план должны выйти вопросы не экстенсивного, а интенсивного роста сети, повышения эффективности работы центров.

Вместе с тем наращивание технического потенциала сети ЦКП остается перспективной задачей. Необходимо приобретение, освоение и высокая загрузка дорогостоящего уникального оборудования, обеспечивающего формат общего пользования. вспомогательное оборудование, хотя и необходимо, не может здесь играть ведущей роли. На наш взгляд, оно, в основном, должно приобретаться базовой организацией.

Вторая перспективная задача – повышение результативности и качества сети ЦКП. Прежде всего, речь идет о повышении разнообразия услуг, их сложности и, соответственно, стоимости. В свою очередь это влечет за собой повышение загрузки оборудования и увеличение объема услуг.

В рамках обследования ЦКП отчитываются числом оказанных услуг и их стоимостью. Но эти услуги могут носить типовой характер, и их в состоянии выполнить рядовая аккредитованная лаборатория. Одна из задач ЦКП – расширять направления исследований. Важно, чтобы в результате проведенных исследований появилась принципиально новая продукция. Это оправдывает затраты на дорогостоящее оборудование гораздо быстрее, чем большое число стереотипных исследований.

Повышение качества сети заключается в предоставлении потребителям

ЦКП гарантий качества на результаты, полученные по итогам исследований, испытаний, измерений. Потребитель заинтересован в этих гарантиях качества. Их предоставление невозможно без аттестованных методик, метрологического обеспечения.

Эксплуатации современного оборудования недостаточно для получения и передачи заказчику достоверной информации о составе, строении и свойствах исследуемого вещества или материала. Практика показывает, что во многих случаях у ЦКП не имеется соответствующих нормативных и методических документов, а полученная ими измерительная информация может быть недостоверной. Методической составляющей ЦКП и ее правильному оформлению должно быть уделено значительно больше внимания.

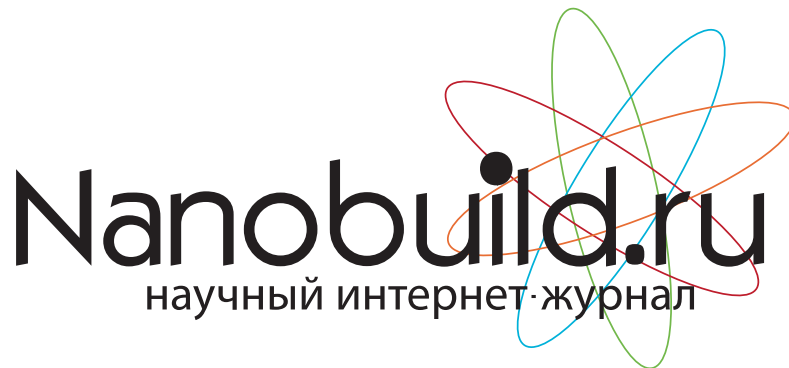
Третье. В современных условиях ЦКП должны активно продвигать на рынок перечень своих услуг, рекламировать свои предложения. Это позволит максимально загружать оборудование, получая хороший финансовый результат.

Четвертое. Большое значение приобретает развитие международного сотрудничества ЦКП. Как было отмечено выше, по техническому потенциалу сеть ЦКП не уступает аналогичным организациям развитых стран. На этой основе целесообразно выстраивать сотрудничество, реализовывать совместные международные проекты.

Последняя, но не меньшая по значимости задача – подготовка центрами научных кадров. Сейчас она – одна из приоритетных не только для самих центров, но и в государственной научно-технической политике. Активное участие ЦКП в федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» позволяет рассчитывать на успех в решении кадровых проблем.

Возрастающие требования к ЦКП должны подкрепляться государственной поддержкой – финансовой, правовой, моральной. Естественно, государство материально может помочь только наиболее крупным и авторитетным ЦКП, имеющим федеральное значение. Тем не менее центры коллективного пользования представляют собой единое диагностическое сообщество. Они выполняют сходные задачи (но разной направленности и сложности) по единой методологии, правилам и стандартам международного уровня. В современных условиях дальнейшее развитие сети ЦКП является важной государственной задачей.





**Электронное издание  
«НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ:  
НАУЧНЫЙ ИНТЕРНЕТ-ЖУРНАЛ»:**

- **включено** 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;
- **публикует** материалы исследований ведущих ученых Российской академии наук, Российской инженерной академии, Российской академии архитектуры и строительных наук, руководителей и специалистов организаций и предприятий, преподавателей вузов, докторантов и аспирантов, сотрудников НИИ и научных центров из различных регионов России, стран ближнего и дальнего зарубежья;
- **зарегистрировано** в НТЦ «Информрегистр», включено в систему Российского индекса научного цитирования и внесено в международную систему данных по периодическим изданиям (МСДПИ) международного Центра ISSN.

Издание предоставляет возможность для обмена мнениями и получения самой передовой и достоверной информации о наноматериалах и нанотехнологиях.

**Редакция предлагает подписаться на издание и приглашает ведущих учёных, руководителей и специалистов организаций и предприятий из России и зарубежных партнеров к публикации материалов научно-практического и рекламного характера.**

E-mail: [info@nanobuild.ru](mailto:info@nanobuild.ru)

Факс: (498) 646-71-40 (автомат.)

[www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru)

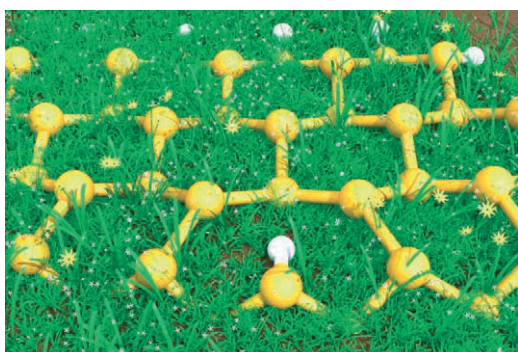
# Каталог нанотехнологических ЦКП Центрального федерального округа



Ирина Соловьева

«Российские нанотехнологии» публикуют сведения о центрах коллективного пользования научным оборудованием, которые выполняли в 2009–2010 гг. работы в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» (приоритетное направление «Индустрия наносистем и материалов»). При составлении каталога использовались сайты ЦКП, их презентации, материалы информационно-аналитического центра по мониторингу сети ЦКП (ФГУП НИФХИ им. Л.Я. Карпова), другие источники.

Продолжение каталога (ЦКП Северо-Западного, Южного, Приволжского, Северо-Кавказского, Уральского, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов) – в следующем номере.



## российский электронный НАНОЖУРНАЛ

»nanorf.ru

новости • аналитика • карьера

**ЦКП «ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ФГУП ВЭИ»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Всероссийский электротехнический институт им. В.И. Ленина.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2004 г., приказ №166 от 17 июня 2004 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе Научно-исследовательского центра высоковольтной техники, Научно-испытательного центра ТЕСТ, Высоковольтного научно-исследовательского центра (ВНИЦ, г. Истра), испытательных лабораторий постоянного тока, криогенной техники и сверхпроводимости, силовых полупроводниковых приборов, силовой электроники, спецэнерготехники, а также Отдела метрологии и измерительной техники.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- рациональное природопользование,
- энергетика и энергосбережение,
- живые системы,
- информационно-телекоммуникационные системы.

Общая численность сотрудников ЦКП: более 200 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 26, 2008 г. – 32, 2009 г. (за 8 месяцев) – 16.

Руководитель ЦКП: к.т.н. Лаврентьев Геннадий Георгиевич.  
Реквизиты ЦКП: 111250, Москва, Красноказарменная ул., 12, тел./факс: (495) 361-90-71.

E-mail: [vei@vei.ru](mailto:vei@vei.ru), [orn@vei.ru](mailto:orn@vei.ru)

Сайт: <http://www.veitest.ru/>

**В структуру ЦКП входят:**

- Лаборатория высоковольтных испытаний;
- Лаборатория больших токов;
- Лаборатория ультравысоких напряжений;
- Лаборатория физических исследований.

**Перечень оборудования ЦКП:**

- Испытательный стенд «ТИ-100»
- Испытательный стенд «ТИ-12»
- Устройство для определения степени защиты оболочек
- Климатическая камера типа 3626/51
- Климатическая камера типа КТВВ-8000/2
- Камера холода и тепла типа КХТ-0.4-004
- Вибростенд типа ВЭДС-1500
- Стенд испытаний на нагрев номинальным током
- Установка ударная 12 МУ 50/1470-1
- Установка имитации транспортирования СИТ-2М
- Испытательный стенд «Источник восстанавливающегося напряжения синтетической схемы 100 кА»
- Каскадный трансформатор ИОМК 2250
- Испытательная установка ИУОМ 2x100/200
- Испытательная установка ИОМ 400/200
- Установка для измерения радиопомех УИР 500
- Компьютеризированный измеритель частичных разрядов СКИТ ЧР
- Испытательная установка ИОМ 500/100
- Дождевальная установка ДУ-750
- Генератор импульсных напряжений ГИН-6.0
- Генератор импульсных напряжений ГИН-500
- Универсальная испытательная машина ГМС-50
- Комплект установок для испытаний ограничителей перенапряжений КУРИО
- Стенд испытаний устройств защиты, контроля и управления высоковольтным электрооборудованием

**Услуги, оказываемые ЦКП:**

- ФГУП ВЭИ является единственным испытательным центром активного коллективного пользования на территории России и стран СНГ, где высоковольтное электрооборудование может быть испытано в комплексе, т.е. по всем необходимым параметрам, предусмотренным стандартами (другие организации обычно ориентированы на один или несколько видов испытаний). ФГУП ВЭИ также располагает рядом специальных установок для физических исследований электрического разряда в газообразных, жидких и твердых диэлектриках, для исследований высокотемпературной сверхпроводимости, прецизионными установками для измерения высокого напряжения, рядом специальных аппаратов для осуществления синтетических испытаний коммутационных аппаратов, стендом для испытаний трансформаторов на стойкость при коротких замыканиях (динамическую стойкость).

**ЦКП «ДИАГНОСТИКА МИКРО- И НАНОСТРУКТУР»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославский филиал Физико-технологического института РАН (ЯФ ФТИАН).

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2006 г., приказ № 382 от 01 ноября 2006 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе физического факультета ЯрГУ и Ярославского филиала ФТИАН в рамках Договора о научно-техническом сотрудничестве ЯрГУ и ФТИАН от 20.09.2004 г.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- живые системы,
- рациональное природопользование,
- энергетика и энергосбережение.

Общая численность сотрудников ЦКП: 48 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 7, 2008 г. – 8, 2009 г. – 10.

Руководитель ЦКП: академик РАН Орликовский Александр Александрович.

Реквизиты ЦКП: 150000, г. Ярославль, ул. Советская, 14, комн. 220, тел./факс: (4852) 79-77-74.

E-mail: [nano@yar.ru](mailto:nano@yar.ru)

Сайт: <http://nano.yar.ru/>

**Перечень оборудования ЦКП:**

- Времяпролетный масс-спектрометр IONTOF SIMS5 (ION-TOF GmbH, ФРГ)
- Вторичный ионный масс-спектрометр IMS-4F (СAMEСА, Франция)
- Просвечивающий электронный микроскоп Tecnai G2 F20 U-TWIN (FEI, Нидерланды)
- Автоэмиссионный сканирующий электронный микроскоп с комплексом диагностики наноструктур Supra 40 (Carl Zeiss, ФРГ) с приставкой INCAx-act (Qxford Instruments)
- Растровый электронный микроскоп в комплекте с рентгеновским спектрометром Ultra 55 (Leo Supra) (Zeiss, Германия)
- Микроскоп электронный LEO 430 SEM (Carl Zeiss, Германия – Великобритания)

- 3D-нанозондовая система GPI- Cryo-SEM – сканирующий туннельный микроскоп на базе вакуумной системы СЭМ Supra 40 с системой пробоподготовки (Протон-МИЭТ)
- Класс мультимикроскопов SM-2000 и профилометров модели 130 (ЗАО «Протон-МИЭТ», Россия)
- Оже-спектрометр PHI-660 (Perkin-Elmer, США)
- ИК Фурье-спектрометр IFS-113v (Bruker, Германия)
- Измерительный комплекс Oriel I-V (Newport, США)
- Трехмерный оптический бесконтактный анализатор структуры поверхности с системой высокоточного позиционирования образцов ZYGO New View (ZYGO, США)
- Рентгеновский дифрактометр ARL X'tra (Thermo Fisher Scientific, Швейцария)
- Калориметр дифференциальный сканирующий DSC 204/1/G Phoenix (MAVEG, Германия)
- Установка ионной имплантации с системой RBS анализа K2MV (HVEE, Нидерланды)
- Электронно-литографический комплекс RAITH 150D (Raith, Германия)
- Установка плазмохимического осаждения MINI GOUPYL (Alcatel, Франция)

**Услуги, оказываемые ЦКП:**

- выполнение научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок в области микро- и нанoeлектроники;
- диагностика микро- и наноструктур электроники, наноматериалов, биоорганических нанообъектов;
- заказной анализ широкого класса объектов методами вторичной ионной масс-спектрометрии (IMS-4F); время-пролетной ионной масс-спектрометрии (IONTOF SIMS5); электронной сканирующей микроскопии (Supra 40); просвечивающей электронной микроскопии (Теснаи G2 F20 U-TWIN); зондовой микроскопии (CMM 2000); обратного резерфордского рассеяния (K2MV); оже-спектрологии (PHI-660); ИК Фурье-спектрологии (IFS 113-v); рентгеноструктурного анализа (ARL X'tra).

**ЦКП «ДИАГНОСТИКА СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Белгородский государственный университет.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2005 г., приказ № 512-ОД от 28 июня 2005 г.

Тип ЦКП (создан на базе одной или нескольких лабораторий организации, ассоциативного типа или распределенного типа и т.п.): создан на базе Центра наноструктурных материалов и нанотехнологий БелГУ.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов.

Общая численность сотрудников ЦКП: 21 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 28; 2008 г. – 25; 2009 г. – 20.

Руководитель ЦКП: д.ф.-м.н. Иванов Олег Николаевич.

Реквизиты ЦКП: 308034, г. Белгород, ул. Королева, 2а, тел./факс: (4722) 58-54-15, (4722) 58-54-38.

E-mail: sirota@bsu.edu.ru

Сайт: <http://www.ckp-bsu.ru>

**В структуру ЦКП входят:**

- Лаборатория электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа;
- Лаборатория аналитического контроля;
- Лаборатория механических испытаний.

**Перечень оборудования ЦКП:**

- Автоматизированный прецизионный контактный профилометр SURTRONIC 25
- Автоматический микротвердомер DM-8 (Affri, Italy)
- Анализатор удельной площади поверхности TriStar II 3020
- Вакуумный пост JEE-420
- Высокоскоростная машина для испытаний на усталость при изгибе балки с вращением модели P.P. Мыра Instron
- Высокотемпературный трибометр производства фирмы CSM Instruments
- Дилатометр NETZSCH DIL 402 C
- Зондовая лаборатория Ntegra Aura
- ИК-Фурье спектрометр NICOLET 6700
- Ионная пушка Fashione 1010 ION MILL
- Лазерный дифракционный анализатор размера частиц Анализетте 22 Nanotech
- Напольная сервогидравлическая испытательная машина Instron 8801
- Оптико-эмиссионный анализатор Foundry-Master
- Оптический инвертированный микроскоп OLYMPUS GX51
- Прибор для испытания на микротвердость 402MVD
- Прибор для испытания на твердость по Бринеллю Instron 3000BLD
- Прибор для определения твердости по Роквеллу Instron 600MRD
- Просвечивающий электронный микроскоп JEM 2100
- Растровый ионно-электронный микроскоп Quanta 200 3D
- Растровый электронный микроскоп Quanta 600
- Рентгеновский дифрактометр Rigaku Ultima IV
- Рентгеновский спектрометр ARL OPTIM'X
- Ртутный порозиметр AutoPore IV 9500
- Скретч-тестер REVETEST (CSM Instruments)
- Совмещенный ТГА/ДСК/ДТА анализатор SDT Q600
- Универсальная гидравлическая испытательная машина для статических испытаний Instron 300LX-B1-C3-J1C
- Универсальная напольная электромеханическая испытательная машина Instron 5882

**Услуги, оказываемые ЦКП:**

- определение одной или нескольких фаз в неизвестной пробе;
- количественное определение известных фаз в смеси;
- уточнение структуры кристаллов (кристаллография);
- проведение фазового анализа в условиях изменения температуры (от комнатной до 1500 °С);
- анализ поверхности и тонких пленок;
- анализ текстуры;
- исследование микроструктуры металлов, сплавов и других непрозрачных объектов в отраженном свете и в светлом поле при прямом и косом освещении, в темном поле, а также по методу дифференциально-интерференционного контраста (ДИК). Статистическая обработка массивов частиц (построение диаграмм распределения по размерам);
- определение распределения частиц по размерам в суспензиях, эмульсиях и порошках с помощью лазерной дифракции. Диапазон измерения: диспергирование в жидкости от 0.01 до 2000 мкм; сухое диспергирование от 0.1 до 2000 мкм;

- определение коэффициента трения и износостойкости поверхности твердых тел и покрытий в зависимости от времени, давления в точке контакта и температуры при испытаниях в системах «шар-тело» и «палец-тело»;
- исследование различных физико-химических процессов, сопровождающихся изменением массы, выделением или поглощением тепла и образованием летучих химических соединений;
- определение химического состава литых, пористых материалов и жидкостей методом ИК-спектроскопии;
- испытания материалов при комнатной и повышенных температурах на растяжение, сжатие, изгиб 30 кН;
- испытания материалов при комнатной и повышенных температурах на растяжение, сжатие, изгиб с нагрузками до 100 кН;
- испытания материалов при комнатной и повышенных температурах на малоцикловую и многоцикловую усталость;
- испытания материалов при комнатной и повышенных температурах при изгибе с вращением;
- определения твердости по Роквеллу и по Бринеллю;
- определения микротвердости по Виккерсу;
- анализ дискретных проб материалов флуоресцентным рентгеноспектральным методом одновременно любых восьми, двенадцати или шестнадцати элементов. Диапазон определяемых элементов от фтора до урана, исключая азот и инертные газы;
- возможность анализа как твердых образцов, так и жидкостей;
- проведение с помощью программы UniQuant «бесстандартного анализа» до 73 элементов в случаях отсутствия калибровочных образцов, небольшого количества пробы, проб нестандартной формы;
- проведение автоматизированных измерений масс-спектров веществ при физико-химических исследованиях веществ и материалов в биохимии, биотехнологии, физической химии, химии синтетических полимеров, фармацевтике, в аналитических лабораториях промышленных предприятий, научно-исследовательских и учебных организаций.

### **ЦКП «ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МИКРООРГАНИЗМОВ»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа:

2003 г., приказ № 9 от 24 марта 2003 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе нескольких лабораторий института. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- живые системы.

Общая численность сотрудников ЦКП: 10 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг.

(по годам): 2007 г. – 15, 2008 г. – 18, 2009 г. – 13.

Руководитель ЦКП: к.т.н. Кандыба Ефим Ильич.

Реквизиты ЦКП: 117545, Москва, 1-й Дорожный пр-д, 1, тел.: (495) 313-57-49, факс: (495) 315-05-01.

E-mail: genetika@genetika.ru

Сайт: <http://www.genetika.ru/servisy/tsentr-kollektivnogo-polzovanija/o-tskp/>

#### **Перечень оборудования ЦКП:**

- Жидкостный хроматограф с детектором УФ 2996, флуоресцентным и рефрактометрическим Alliance (Waters, США) – 2 комплекта

- Жидкостный хроматограф с УФ и масс-селективным детекторами Alliance (Waters, США)
- Система капиллярного электрофореза (Agilent Technologies, США)
- Секвенатор ДНК CEQ8000 (Beckman-Coulter, США)
- Синтезатор ДНК ASM800 (Biosset, Россия) – 2 комплекта
- Газовый хроматограф А-17 с ПИД (Shimadzu, Япония)
- Газовый хроматограф GC 22010 AF с ПИД (Shimadzu, Япония)
- Газовый хроматограф 6890 N с масс-селективным детектором 5975 (Agilent Technologies, США)
- Спектроденситометр с управлением от ПК Scanner 3 (CAMAG, Швейцария)
- Спектрофотометр NanoVue (GE Healthcare, Англия)
- Ферментер Biostat C (Braun, Германия)
- Центрифуга AVANTI J-26 XP CENTRI-FUGE (Beckman-Coulter, США)
- Френч пресс в комплектации Cell Disrupter (Termo Electron Corp., США)
- Установка получения чистой и сверхчистой воды Milli-RO, Super-Q (Millipore, США)
- Вакуумная центрифуга SpeedVack (Eppendorf, Германия)
- Вертикальный низкотемпературный морозильник MDF-U40865 (Sanyo, Япония)
- Пилотная установка для ультра-/микрофльтрации (Медиана-фильтр, Россия)

#### **Услуги, оказываемые ЦКП:**

- определение состава углеводов, спиртов и др. соединений в культуральной жидкости и биологических объектах с помощью газовой хроматографии (ГХ);
- определение состава углеводов в культуральной жидкости с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ);
- одновременное определение витаминов А, Е и каротиноидов методом ВЭЖХ;
- одновременное определение витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> методом ВЭЖХ;
- определение органических кислот в культуральной жидкости с помощью метода ВЭЖХ;
- определение состава моно- и дисахаридов в культуральной жидкости с помощью метода ВЭЖХ;
- определение консервантов (бензойной и сорбиновой кислот) методом ВЭЖХ;
- определение фракционного состава препаратов на основе белков с помощью метода ВЭЖХ;
- определение изоформ различных белков методом капиллярного электрофореза;
- синтез олигонуклеотидов;
- определение последовательности нуклеотидов РНК/ДНК;
- разработка и оптимизация технологических процессов получения различных биологически активных соединений.

### **ЦКП «ИНСТИТУТ НАНО- И БИОТЕХНОЛОГИЙ»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Тверской государственный университет.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа:

2007 г., приказ №88-а от 28 сентября 2007 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе структурных подразделений университета.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- живые системы,

- индустрия наносистем и материалов,
- рациональное природопользование,
- энергетика и энергосбережение.

Общая численность сотрудников ЦКП: 50 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2008 г. – 7, 2009 г. – 8.

Руководитель ЦКП: д.х.н. Сульман Эсфирь Михайловна.

Реквизиты ЦКП: 170026, г. Тверь, набережная Афанасия Никитина, 22. тел./факс: (4822) 44-93-17.

E-mail: sulman@online.tver.ru

Сайт: <http://ckp.science.tver.ru/>

### В структуру ЦКП входят:

- Лаборатория нанотехнологий;
- Лаборатория биотехнологий;
- Лаборатория переработки биомассы.

### Перечень оборудования ЦКП:

- Рентгенфотозлектронный спектрофотометр ЭС 2403М-Т
- Рентгенофлуоресцентный анализатор «Спектроскан-Макс-С»
- Лабораторный реактор высокого давления 4592-T-GP-SS-230-XP. 25-3000-RTC-4843-TDM
- Система капиллярного электрофореза «Капель-105»
- Анализатор поверхности Beckman Coulter SA-3100
- Установка для кристаллизации (выращивания кристаллов кремния)
- Спирограф с газоанализатором
- ИК-Фурье спектрометр «ИнфраЛЮМ ФТ-02»
- Переносной расходомер Portaflow 300
- Анализатор качества и количества электрической энергии AR-5
- Газоанализатор Quintox 9006
- Атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915
- Высокочастотный минерализатор «Минотавр»
- Многофункциональный ультразвуковой дезинтегратор Sonificateur IKASONIC
- Хроматографический комплекс Waters 410
- Жидкостный хроматомасс-спектрометр Applied Biosystems API 2000 LC/MS/MS System

### Услуги, оказываемые ЦКП:

- исследования в области химии (в том числе химии наноматериалов), химической технологии и биотехнологии, экологии, энергосбережения, исследования в сфере анализа состояния и охраны здоровья.

## ЦКП «ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ АНАЛИТИКО-СЕРТИФИКАЦИОННЫЙ ЦЕНТР «ГИРЕДМЕТА»

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности – «Гиредмет», ГК «Росатом».

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2000 г., приказ № 56а от 9 октября 2000 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе структурных подразделений Гиредмета.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- рациональное природопользование,
- энергетика и энергосбережение.

Общая численность сотрудников ЦКП: 45 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 183, 2008 – 1 кв. 2009 гг. – 276.

Руководитель ЦКП: член-корр. РАН Карпов Юрий Александрович.

Реквизиты ЦКП: 119017, Москва, Б. Толмачевский пер., 5,

тел./факс: (495) 953-87-91.

E-mail: karpov@giredmet.ru

Сайт: <http://ckp.giredmet.ru>

### Перечень оборудования ЦКП:

- Спектрометр с разрешением по длине волны ARL Optim'X (Applied Research Laboratories, Швейцария)
- Портативный рентгенофлуоресцентный анализатор химического состава Mobilab X-50 (Innov-X Systems, Inc., USA)
- Анализатор химического состава Alpha Series (Innov-X Systems, Inc., USA)
- Масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (Varian, Австралия)
- Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой (Thermo Electron Corp., США)
- Атомно-эмиссионный спектрометр с дугой постоянного тока и фотоэлектрической регистрацией
- Фотоэлектронный и Ожэ-спектрометр Эскалаб МК-II (VG, Англия)
- Просвечивающий электронный микроскоп 200CX (JEOL, Япония)
- Масс-спектрометр искровой JMS 01B2 (JEOL, Япония)
- Двухлучевой атомно-абсорбционный спектрофотометр GBC Sens Dual (GBS, Австралия)
- Атомно-абсорбционный спектрофотометр Z 3030 (Perkin Elmer, США)
- Масс-спектрометр газовый QMG-511 (Balzers, Лихтенштейн)
- Микроденситометр автоматический MDM-6 (Oxford Instruments, Англия)
- Дифракционный спектрограф ДФС-8 с дуговым источником (ЛОМО, СССР)
- Плазменный спектрометр JY 38 (Jobin Yvon, Франция)
- Атомно-силовой и туннельный микроскоп (ИТЭФ, Россия)
- Оптический Фурье-спектрометр (Brucker, Германия)
- Рентгеновский микроанализатор состава Камебакс-Микробим (Camesa, Франция)
- Установка измерения сопротивления растекания ASR-100C (SSM, США)
- Сканирующий электронный микроскоп SEM-515 (Phillips, Голландия)
- Гамма-спектрометрическая система на базе анализаторов IN-96 и полупроводниковых детекторов большого объема (Intertechnique, Франция)
- Спектрофотометр SP 800B (Pye Unicam, Англия)
- Анализатор влажности (Kern & Sohn, Германия)
- Ультразвуковая ванна для очистки (Retsch®, Германия)
- Планетарная шаровая мельница PM 100 (Retsch®, Германия)
- Лабораторный гидравлический пресс CARVER (CARVER®, U.S.A.)
- Конвекционный сушильный шкаф (Thermo SCIENTIFIC, U.S.A.)
- Вибрационная дисковая мельница RS 200 (Retsch®, Германия)
- Аналитическая просеивающая машина AS 200 control (Retsch®, Германия)

### Услуги, оказываемые ЦКП:

- пробоподготовка:
  - механическая пробоподготовка (измельчение, рассевание, прессование, взвешивание, расфасовка; в зависимости от вида и массы пробы);
  - высокотемпературная пробоподготовка (прокалка, спекание, сплавление);

- химическая пробоподготовка:
  - в открытой системе;
  - в аналитическом автоклаве с резистивным нагревом;
  - в аналитическом автоклаве с микроволновым нагревом;
- определение матричных, сопутствующих и легирующих компонентов;
- идентификация (качественный и полуколичественный анализ):
  - рентгенофлуоресцентный метод;
  - атомно-эмиссионный метод;
- атомно-эмиссионный спектральный анализ с дуговым источником возбуждения:
  - прямой (инструментальный) спектральный анализ;
  - химико-спектральный анализ (с химической пробоподготовкой);
- спектральный анализ растворенной пробы (после химической пробоподготовки):
  - атомно-эмиссионный анализ с индуктивно-связанной плазмой;
  - атомно-абсорбционный анализ;
- определение основного компонента гравиметрическим методом;
- определение примесного элементного состава веществ и материалов:
  - определение примесного состава цветных, редких и драгоценных металлов, графита, чистых оксидов, фторидов, полупроводниковых материалов, многокомпонентных материалов – руд, концентратов, шлаков, шламов, чистых веществ, вторичного и техногенного сырья методом твердотельной масс-спектрометрии;
- анализ изотопной продукции:
  - определение изотопного состава;
  - определение химического состава изотопа;
  - определение изотопного состава неизотопной продукции;
- метод атомно-эмиссионного твердотельного анализа с дуговым источником возбуждения (чистые металлы, их оксиды, полупроводники);
- определение влажности (потерь при прокаливании);
- составление сопровождающих документов:
  - протокол испытаний;
  - сертификат химического состава на пробу;
  - сертификат химического состава на партию (совместно с органом по сертификации);
- измерение удельного электросопротивления полупроводниковых материалов – до 10 000 Ом·см;
- измерение времени жизни носителей заряда в кремнии методом спада фотопроводимости – до 1000 мкс при удельном электросопротивлении не менее 0.5 Ом·см;
- определение типа проводимости полупроводников;
- измерение концентрации и подвижности носителей заряда методом Холла;
- определение типа и концентрации мелких примесных центров в кремнии методом низкотемпературной фотолюминесценции – примеси В, Р, As, Al, Ga, концентрация  $> 10^{11} \text{ см}^{-3}$  при степени компенсации  $> 10^{-2}$ ;
- определение параметров и локального распределения глубоких центров в полупроводниках методами релаксационной спектроскопии и катодолюминесценции;
- определение кислорода и углерода в кремнии оптическим методом с пределами определения по кислороду  $> 1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$  при допустимом электросопротивлении не менее  $10^{-1} \text{ Ом} \cdot \text{см}$  для n-типа и  $1 \text{ Ом} \cdot \text{см}$  для p-типа, по углероду  $> 2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$  на спектрофотометре Перкин-Эльмер 983 и  $> 3 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  на Фурье-спектрометре фирмы Брукер при допустимом электросопротивлении не менее  $1 \text{ Ом} \cdot \text{см}$  для n- и p-типа;
- определение локальной концентрации примесей и их пространственного распределения в неорганических материалах методом локального рентгеноспектрального анализа (локальность и латеральное разрешение до 1 мкм, предел обнаружения до 0.01 %);
- определение химического состояния элементов в неорганических материалах методами фотоэлектронной и Оже-спектроскопии;
- оптические измерения фоновых спектров в неорганических материалах;
- измерение спектральных зависимостей фотопроводимости в полупроводниковых структурах в диапазоне волновых чисел  $10\text{--}5000 \text{ см}^{-1}$ ;
- определение напряжений в полупроводниковых материалах прозрачных в ближней ИК-области с помощью метода фотоупругости;
- измерение микрочужупкости и микротвердости в диапазоне температур  $100\text{--}600 \text{ }^\circ\text{C}$  с помощью индентора Кнуппа и Виккерса;
- измерение микронеоднородности распределения удельного сопротивления и концентрации свободных носителей заряда в монокристаллах Ge и Si методом сопротивления растекания согласно стандарту ASTM F672;
- проведение комплексных исследований физико-химических и структурных свойств образцов кристаллов кремния:
  - исследование профилей легирования кремниевых многослойных приборных структур методом сопротивления растекания по косому шлифу;
  - исследование особенностей структуры полупроводниковых кристаллов с помощью сканирующей электронной микроскопии;
  - измерение толщин тонких слоев и геометрических параметров сверхрешеток;
  - измерение концентрации основных носителей тока и удельного сопротивления кремния методом эффекта Холла в интервале температур  $300\text{--}4 \text{ K}$ ;
  - измерение параметра кристаллической решетки с точностью  $\pm 5 \cdot 10^{-4} \text{ \AA}$ ;
  - измерение углов разориентации поверхности монокристаллических пластин (стандартных образцов) относительно кристаллографических плоскостей (hkl);
  - топографический контроль дефектов в объеме и на поверхности монокристаллов (секционная топография, топография на прохождение и отражение рентгеновских лучей);
  - определение вида, природы, размера и концентрации микродефектов с помощью электронной микроскопии в полупроводниковых материалах и структурах;
  - исследование процессов дефектообразования в полупроводниковых пластинах и структурах с помощью электронной микроскопии;
  - определение вида, природы, размера порошков  $\text{TiO}_2$  и  $\text{ZrO}_2$  с помощью сканирующей электронной микроскопии;
  - определение параметров нарушенных слоев в пластинах Si и других полупроводниковых материалах с помощью рентгенотрактометрических методов исследования при механической обработке;
- анализ объектов окружающей среды (почвы, воды, воздуха) на содержание тяжелых металлов;
- разработка стандартов, технических условий и других нормативных документов на методы аналитического контроля редких, цветных, драгоценных металлов, соединений и сплавов на их основе;
- сертификация металлсодержащих лома и отходов.

### **ЦКП «КУРЧАТОВСКИЙ ЦЕНТР СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Российский научный центр «Курчатовский институт».

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа:

2006 г., приказ № 1015 от 28 декабря 2006 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др): создан на базе научно-технического комплекса «Курчатовский центр синхротронного излучения и нанотехнологий».

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- живые системы.

Общая численность сотрудников ЦКП: 120 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 30, 2008 г. – 36, 2009 г. – 30.

Руководитель ЦКП: член-корр. РАН Квардаков Владимир Валентинович.

Реквизиты ЦКП: 123182, Москва, пл. академика Курчатова, 1, тел.: (499)196-71-10, факс: (499)196-77-23.

E-mail: kvard@kiae.ru

Сайт: <http://www.kcsr.kiae.ru>

#### **В структуру ЦКП входят:**

- Ускорительно-накопительная установка;
- Лаборатория физики ускорителей;
- Лаборатория рентгенооптических исследований;
- Лаборатория спектроскопии конденсированного состояния;
- Лаборатория рентгеновской кристаллографии и материаловедения;
- Лаборатория экспериментального оборудования;
- Лаборатория диагностики пучков;
- Лаборатория научного приборостроения.

#### **Перечень оборудования ЦКП:**

- Форинжектор (линейный ускоритель электронов на энергию 80–100 МэВ)
- Малое накопительное кольцо «Сибирь-1» на энергию 450 МэВ (ВУФ-станции: фотоэлектронной спектроскопии; спектроскопии конденсированного состояния; люминесцентных и оптических исследований)
- Большое накопительное кольцо «Сибирь-2» на энергию 2.5 ГэВ (рентгеновские станции для скоростной малоугловой дифрактометрии; малоуглового рассеяния; рентгеноструктурного анализа; рентгеновской топографии и микрофотографии; для исследования фотоядерных реакций; комплексных исследований по медицинской диагностике; белковой кристаллографии; рентгеновской кристаллографии и физического материаловедения; рентгеновской рефракционной оптики; глубокой рентгеновской литографии; прецизионной рентгеновской оптики; флуоресцентный EXAFS спектрометр)

#### **Услуги, оказываемые ЦКП:**

- различные эксперименты на пучках синхротронного излучения.

### **ЦКП «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЯ»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Национальный технологический исследовательский университет «Московский институт стали и сплавов».

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа:

1998 г., приказ № 130 о.в. от 27 ноября 1998 г.

Тип ЦКП: отдельное структурное подразделение института.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований ЦКП:

- индустрия наносистем и материалов,
- информационно-телекоммуникационные системы,
- рациональное природопользование.

Общая численность сотрудников ЦКП: 34 человека.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг.: 2007 г. – 41, 2008 г. – 45, 2009 г. (первое полугодие) – 25.

Руководитель ЦКП: д.ф.-м.н., проф. Пархоменко Юрий Николаевич.

Реквизиты ЦКП: 119049, Москва, Ленинский просп., 4, комн. Б-018 – Б-021, тел/факс: (495) 638-45-46, (495) 236-05-12.

E-mail: olga.trpva@rambler.ru

Сайт: <http://www.centremisis.ru>

#### **В структуру ЦКП входят:**

- Лаборатория спектроскопических методов исследования (исследования элементного, химического и фазового состава с высокой локальностью, распределение примесей по глубине, изучение структуры валентной зоны твердых тел);
- Лаборатория рентгеноструктурного анализа (исследования кристаллической структуры и фазового состава);
- Лаборатория электронной и туннельной микроскопии (исследования атомной структуры, качественного и количественного состава и состояния поверхности твердых тел);
- Лаборатория механических испытаний. Лаборатория аккредитована на техническую компетентность в соответствии с требованиями Системы аккредитации аналитических лабораторий и ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006;
- Технологическая лаборатория получения углеродных наноструктур.

#### **Перечень оборудования ЦКП:**

- Электронный Оже-спектрометр PHI-680 фирмы Physical Electronics (США)
- Рентгеновский фотоэлектронный спектрометр PHI-5500 фирмы Physical Electronics (США)
- Вторичный ионный масс-спектрометр PHI-6600 фирмы Physical Electronics (США)
- Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) – оригинальная разработка научно-исследовательского центра «Материаловедение и металлургия»
- Просвечивающий электронный микроскоп модели JEM-2100 фирмы Jeol (Япония)
- Быстросканирующий инфракрасный Фурье-спектрометр IFS-66V/S фирмы Bruker (Германия)
- Полевой эмиссионный растровый электронный микроскоп JSM-6700F с приставкой энергодисперсионного микроанализатора JED-2300F фирмы Jeol (Япония)
- Профилометр Alpha-Step 200
- Растровый электронный микроскоп модели JSM-6480LV фирмы Jeol (Япония)
- Многоцелевой автоматизированный рентгеновский дифрактометр Bede D1 System фирмы Bede D1 System (Англия)
- Сканирующий ионный микроскоп Strata 201 фирмы FEI Company (Нидерланды)
- Технологическая установка получения алмазоподобных нанокompозитов, алмазоподобных пленок и углеродных нанотрубок ULVAC CN-CVD-100 фирмы ULVAC (Япония)
- Универсальная испытательная машина Z250 фирмы Zwick в комплексе с автоматическим датчиком продольной деформации, высокотемпературной печью и термокамерой
- Сканирующая зондовая лаборатория NTEGRA фирмы NT-MDT (Россия)



- Рентгеновский дифрактометр фирмы Bruker (Германия)
- Последовательный рентгенофлуоресцентный спектрометр XRF-1800 фирмы Шимадзу (Япония)
- Оптический микроскоп Axio Imager D1 фирмы Carl Zeiss (Германия)
- Машина для испытаний на малоцикловую усталость Amsler HB250 фирмы Zwick
- Машины для испытаний на ползучесть и длительную прочность M3 компании Instron
- Автоматизированный универсальный твердомер 930N фирмы Wolpert
- Автоматизированный микротвердомер 402MVD фирмы Wolpert
- Маятниковый копер Dynatup POE2000 компании Instron для испытаний на ударную вязкость

#### Услуги, оказываемые ЦКП:

##### 1. Электронно-микроскопические исследования твердых тел:

- морфология поверхности;
- размер и форма частиц, в том числе наночастиц; определение элементного состава и структуры, в том числе нанообъектов;
- определение толщины пленок;
- исследование межфазных и межзеренных границ;
- определение монокристалличности; определение сплошности покрытия.

##### 2. Спектроскопические исследования твердых тел:

- определение фазового состава приповерхностных слоев твердых тел;
- послойный анализ (распределение примесей по глубине);
- полуколичественный и качественный элементный анализ поверхности твердых тел;
- определение химического состояния элементов в приповерхностных слоях твердых тел;
- определение валентного состояния твердых тел;
- определение химических связей в приповерхностных слоях твердых тел; определение толщины покрытия.

##### 3. Рентгеноструктурные методы исследования:

- проведение количественного фазового анализа;
- оценка структурного совершенства кристаллов;
- анализ текстуры;
- исследование тонкопленочных (в том числе многослойных) структур;
- исследование квантово-размерных структур разной размерности (квантовые ямы, квантовые нити, квантовые точки);
- определение структурных параметров наночастиц в тонких слоях;
- изучение микродефектов и радиационных повреждений в монокристаллах;
- определение шероховатости поверхности и межслойных границ в гетероструктурах;
- контроль качества обработки поверхности;
- исследование поведения точечных дефектов в сильно неравновесных полупроводниковых системах (ионно-легированные кристаллы, облученные нейтронами объемные кристаллы).

##### 4. Локальное ионное травление поверхности образцов и ионностимулированное осаждение металлических и диэлектрических покрытий, приготовление образцов для просвечивающей электронной микроскопии:

- подготовка образцов для исследования поперечного сечения методом электронной микроскопии высокого разрешения, подготовка поверхности образцов для исследований

методом сканирующей туннельной микроскопии, исследование внутренней приповерхностной структуры при помощи послойного травления образцов.

##### 5. Определение механических свойств материалов:

- испытания на растяжение, сжатие, изгиб, малоцикловую усталость, микротвердость.

##### 6. Исследования поверхности твердых тел методами сканирующей зондовой микроскопии.

#### ЦКП «МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА»

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Московский государственный институт электронной техники (технический университет).

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2002 г., приказ № 140 от 17 апреля 2002 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе подразделений института.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- энергетика и энергосбережение,
- информационно-телекоммуникационные системы.

Общая численность сотрудников ЦКП: 48 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 30, 2008 г. – 35.

Руководитель ЦКП: д.т.н. Беспалов Владимир Александрович.

Реквизиты ЦКП: 124498, Москва, Зеленоград, пр-д 4806, 5/20, тел./факс: (499) 720-69-55, (499) 720-69-17.

E-mail: vrfn@miee.ru

Сайт: <http://www.zitc.ru/index.php/ru/nano.html>

#### В структуру ЦКП входят:

- Участок изготовления наноструктур;
- Технологический комплекс высокоточной сборки микро- и наносистем;
- Дизайн-центр проектирования электронной компонентной базы.

#### Услуги, оказываемые ЦКП:

- разработка интегральных микросхем с проектными нормами до 0.13 мкм;
- организация измерений и испытаний отечественных и импортных микросхем;
- обеспечение замкнутого цикла создания изделий нано- и микросистемной техники;
- освоение серийного производства конкурентоспособной продукции.

#### ЦКП «МОСКОВСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ВЗРЫВНОЙ ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ РАН»

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Объединенный институт высоких температур РАН и Институт проблем химической физики РАН.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2001 г., приказ № 14 от 12.04.2001.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе Института теплофизики экстремальных состояний Объединенного института высоких температур РАН и Института проблем химической физики РАН.

Совместное решение ИТЭС ОИВТ РАН и ИПХФ РАН №24 от 03 февраля 2001 г.

*Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:*

- индустрия наносистем и материалов,
- энергетика и энергосбережение.

*Общая численность сотрудников ЦКП: 84 человека.*

*Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 6, 2008 г. – 7, 2009 г. – 8.*

*Руководитель ЦКП: академик РАН Фортон Владимир Евгеньевич.*

*Реквизиты ЦКП: 125412, Москва, Ижорская ул., 13, стр. 2,*

*ОИВТ РАН, тел.: (495) 485-79-88, факс: (495) 485-79-90;*

*142432, Московская обл., Ногинский район, г. Черноголовка,*

*пр-т. Академика Семенова, 1, ИПХВ РАН*

*E-mail: fortov@fcr.ac.ru, petukhov@ihed.ras.ru,*

*dudinsv@fcr.ac.ru*

*Сайт: <http://www.ihed.ras.ru/ckpv/>*

#### **Перечень оборудования ЦКП:**

- Взрывные камеры и установки:
  - Уникальная сферическая взрывная камера 13Я3 (установка «Сфера», рег. № 01-45) – диаметр 12 м, толщина стенки 100 мм, изготовлена из броневой стали, рассчитана на взрыв до 1000 кг ТНТ
  - Взрывная камера ВБК – двухслойная цилиндрическая камера объемом 110 м<sup>3</sup>, рассчитана на взрыв до 50 кг ТНТ
- Специальное оборудование для проведения взрывных экспериментов:
  - 6 железобетонных взрывных куполов, рассчитаны на взрыв до 10 кг тротила
  - 39 железобетонных кабин для проведения взрывоопасных работ, рассчитаны на взрыв до 5 кг тротила
  - 4 открытые взрывные площадки с бронеказематами, разрешенная масса до 1000 кг ТНТ
  - Металлическая взрывная камера, рассчитана на подрыв 6 кг тротила
- Склад хранения взрывчатых материалов на 12 т
- 5 комнат сейфового хранения ВМ на 10 кг
- Специализированные помещения для синтеза и исследования взрывчатых веществ, порохов и т.п.
- Ударные трубы
- Взрывные генераторы токов и напряжений
- Взрывные электромагнитные излучатели

#### **Диагностические комплексы:**

- Лазерный интерферометрический измеритель волновых скоростей (VISAR)
- Импульсный твердотельный лазер LCS-DTL-316
- Вакуумный монохроматор Hilger&Watts E 766
- Стробируемая 4-ступенчатая цифровая камера «Наногейт»
- Система S&I Streak Score
- Комплекс для высокоскоростной съемки ВФУ-1 К-008
- CCD-камеры и видеокамеры с высоким временным разрешением
- Микропирометр с разрешением 3-5 нс
- Быстродействующий спектрограф Leda3
- Дифрактометры ДРОН-3М, ДРОН-4
- Микроскоп тринокулярный флуоресцентный MICROS MC-3-TFS
- Газовый хроматограф Кристаллюкс 4000 М
- Цифровые осциллографы Wave Runner 64X1, TDS5032, TDS544A, TDS744A, TLS216, TDS3034, TDS3054B и др.

#### **Услуги, оказываемые ЦКП:**

- проведение лабораторных экспериментальных исследований взрывчатых систем;
- исследование процессов горения и взрыва газозвушных смесей в больших объемах, в том числе и сложной формы;
- экспериментально-теоретические исследования по достижению высоких скоростей метания с использованием взрывных методик;
- расчетно-экспериментальные исследования механических свойств и изменения микроструктуры материалов при различных режимах деформирования;
- исследование взрывчатых систем и разработка рекомендаций по обеспечению безопасности соединений на основе аммиачной селитры;
- исследование проблем инициирования детонации многокомпонентных взрывчатых веществ под воздействием коротких импульсов нагрузки различной физической природы;
- теоретические и экспериментальные исследования детонационных процессов конденсированных взрывчатых веществ;
- исследование детонационных и метательных свойств нитраминов и смесей на их основе;
- исследование ингибирования и промотирования горения газовых смесей. Определение эффективных ингибиторов горючих газов;
- оптические и транспортные свойства низкотемпературной плотной плазмы;
- исследования проблем получения нанопроволочек;
- исследования процессов диффузионного самовоспламенения водорода;
- исследования процессов возникновения детонации в трубах различной геометрии, в том числе и в трубах, диаметр которых соизмерим с размером детонационной ячейки.

#### **ЦКП «РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТРУКТУРНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА»**

*Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Ивановский государственный химико-технологический университет.*

*Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа:*

*2001 г., приказ № 48 от 11 мая 2001.*

*Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе подразделений университета и Института химии растворов РАН.*

*Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:*

- индустрия наносистем и материалов,
- информационно-телекоммуникационные системы.

*Общая численность сотрудников ЦКП: 29 человек.*

*Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 5, 2008 г. – 6, 2009 г. – 6.*

*Руководитель ЦКП: член-корр. РАН Койфман Оскар Иосифович.*

*Реквизиты ЦКП: 153000, г. Иваново, просп. Ф. Энгельса, 7,*

*тел.: (4932) 32-92-41, факс: (4932) 41-79-95.*

*E-mail: rector@isuct.ru*

*Сайт: <http://main.isuct.ru/ru/centrisuct>*

#### **Перечень оборудования ЦКП:**

- ИК-спектрометр VERTEX 80v (Германия)
- ИК-спектрометр Specord M80 (Германия)
- Атомно-абсорбционный автоматизированный спектрофотометр AAS-3 (Германия) с плазменной атомизацией
- Спектрофотометр «Сатурн» (Россия)
- UV/VIS спектрофотометр УФ и видимой области Specord M40 (Германия)

- UV/VIS спектрофотометр УФ и видимой области Spexord M400 (Германия)
- Спектрофотометрическая система (спектрофотометр Agilent 8453 со станцией обработки данных (США)) с приставкой для изучения быстрой кинетики Pro-K.2000
- Спектрофотометр Cary 100 (Австралия)
- ЯМР-спектрометр AVANCE-500 (Bruker, Германия)
- ЯМР-спектрометр Bruker AC-200 (Германия)
- ЯМР-спектрометр высокого разрешения Tesla BS-587 (Чехия)
- Автоматизированный газовый хроматограф Biolyte-95 (Австрия)
- Газовый хроматограф 3700 (Россия)
- Автоматизированный жидкостный хроматограф Gilson 302 (Франция) с кондуктометрическим, ультрафиолетовым, флуоресцентным и электрохимическим детекторами
- Жидкостный хроматограф Liqueorump 312/1 (Венгрия)
- Лазерный микроанализатор ЛМА-10 (Германия)
- Лазерный дифракционный анализатор размера частиц Analysette 22 Compact (Германия)
- Анализатор импеданса и амплитудно-фазовых характеристик Solartron SI 1260 Impedance/Gain-Phase analyser (Solartron Analytical, UK)
- Рентгено-флуоресцентный микроанализатор VRA-30 (Германия)
- Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 204 F1 Phoenix с  $\mu$ -сенсором фирмы NETZSCH (Германия)
- Дифференциальный сканирующий микрокалориметр Scal 1
- Дифференциальный сканирующий калориметр динамического теплового потока DSC 204 F1 Phoenix в составе термомикровесов TG 209 F1 Iris, программного обеспечения и системы обработки данных и специальной программы Thermokinetics Professional SW/KIN/670.01A (Германия)
- Дифференциальный автоматический калориметр титрования (Россия)
- Сканирующий зондовый микроскоп Solver P47 PRO
- Электронный микроскоп Tesla BS-300 (Чехия)
- Дериватограф 1000Д Мом (Венгрия)
- Дериватограф модели «С» (Венгрия)
- Микро-Фурье реометр GBC MFR 2100 (США)
- Денсиметр Anton Paar DMA 4500+DMA HP (Австрия)
- Автоматический титратор по методу К. Фишера Volumetric KF Titration V30 (Mettler Toledo)
- Многофункциональный рентгеновский дифрактометр Bruker D8 Advance

#### Услуги, оказываемые ЦКП:

- исследования разнообразных свойств широкого круга объектов методами хромато-масс-спектрометрии, газовой электронографии, высокотемпературной масс-спектрометрии, газовой и жидкостной хроматографии, электронной и оптической микроскопии, инфракрасной спектроскопии, спектроскопии электронных переходов и ядерного магнитного резонанса, атомно-абсорбционной и рентгено-флуоресцентной спектроскопии, термогравиметрии.

#### **ЦКП «СТРУКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА МАТЕРИАЛОВ» УЧРЕЖДЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИНСТИТУТА КРИСТАЛЛОГРАФИИ ИМ. А.В. ШУБНИКОВА РАН**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Учреждение Российской академии наук Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН.  
Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2002 г., приказ № 52 от 25 декабря 2002 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе подразделений института.  
Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:  
• живые системы,  
• индустрия наносистем и материалов,  
• рациональное природопользование,  
• информационно-телекоммуникационные системы,  
• энергетика и энергосбережение.  
Общая численность сотрудников ЦКП: 38 человек.  
Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 31; 2008 г. – 44; 2009 г. – 38.  
Руководитель ЦКП: д.х.н., проф. Мчедлишвили Борис Викторович.  
Реквизиты ЦКП: 119333, Москва, Ленинский просп., 59, тел.: (495) 135-61-20, факс: (495) 135-10-11.  
E-mail: tsc@ns.crys.ras.ru  
Сайт: http://ns.crys.ras.ru

#### В структуру ЦКП входят:

- Группа рентгеновских методов исследования;
- Группа электронной и сканирующей зондовой микроскопии;
- Группа электронографии;
- Группа оптических и других методов анализа;
- Группа метрологии.

#### Перечень оборудования ЦКП:

- Просвечивающие электронные микроскопы и электронограф: высокого разрешения Tecnai G230 S-TWIN (FEI, США, 2005 г.) Tecnai G2 SPIRIT (FEI, США, 2005 г.) электронограф ЭМР-110 К (СЕЛМИ, Украина, 2007 г.)
- Сканирующие электронные микроскопы: JSM-7401 F (JEOL, Япония, 2006 г.) FIB QUANTA 200 3D (FEI, США, 2008 г.)
- Зондовые микроскопы: Solver P-47 (NT-MDT, Россия, 2006 г.) Ntegra Prima (NT-MDT, Россия, 2006 г.)
- Рентгеновские дифрактометры: Xcalibur S (Oxford Diffraction, Англия 2006 г.) малоугловой SAXS 2D (HECUS, Австрия, 2006 г.) порошковый X' Pert Pro (PANAnalytical, Нидерланды, 2006 г.) SmartLab™ 9kW (Rigaku, Япония, 2007 г.) с гелиевой приставкой HUBER 5042 (HUBER, Германия, 1999 г.) высокоразрешающий ВСП-100 (Россия, 2005 г.) для ориентировки крупных кристаллов ДОК (Россия, 2005 г.) трехкристальный ДТС (Россия, 2005 г.) многокружной спектрометр АССВ-1 (Россия, 2006 г.)
- Оптические приборы: УФ-спектрофотометр Lambda 650 (Perkin Elmer, США, 2007 г.) лазерный конфокальный сканирующий микроскоп Leica TCS SPE (Leica Microsystems, Германия, 2008 г.) спектрофотометр Cary 5000 (Varian, Австралия, 2009 г.) анализатор размера и дзета-потенциала субмикронных частиц Delsa™ Nano (Beckman Coulter, США, 2009 г.)
- Чистые помещения и климатические зоны классов ИСО5, ИСО6, ИСО7, ИСО8/Р5(100), Р6(1000), Р7(10000), Р8(100000): чистое помещение Trackpore room – 02 климатические зоны Trackpore room – 05 чистое помещение для проведения исследований в различных областях нанотехнологии (обеспечивает содержание в 1 м<sup>3</sup> воздуха от 100 до 100 000 пылинок и «абсолютно» чистую – нулевую зону)

#### Услуги, оказываемые ЦКП:

- исследования методами просвечивающей и растровой электронной микроскопии атомной структуры, морфологии и

химического состава широкого класса материалов, значимых для различных областей фундаментальной и прикладной науки, включая полупроводниковое материаловедение, катализ, минералогия и биологию;

- оперативный бесконтактный контроль атомарных поверхностей методами атомно-силовой микроскопии;
- электронно-дифракционное («на просвет») исследование и анализ атомной структуры и микроструктуры тонких пленок, наномембран, поверхностных слоев, тонкодисперсных материалов, отдельных нанокристаллов и нанокомпозитов, наносистем органических и неорганических, аморфных и кристаллических материалов;
- анализ и изучение методами дифракции электронов «на отражение» структуры и микроструктуры, качества поверхности кристаллов и аморфных материалов;
- структурные исследования методами рентгеновской дифрактометрии белков, неорганических материалов, порошков;
- рентгенотопографические исследования реальной структуры кристаллов;
- рентгено-флуоресцентные методы исследований поверхности, приповерхностных слоев, многослойных систем и тонких пленок;
- рентгеновская томография биологических объектов;
- исследование методами оптической абсорбционной спектроскопии оптических характеристик, структуры и состава конденсированных материалов, в том числе параметров монокристаллов и изделий на их основе;
- измерение микротвердости материалов и вязкости разрушения; изучение деформационных изменений в твердых телах (монокристаллах, керамиках и сплавах);
- исследование методами оптической микроскопии линейных размеров объектов и их деталей с разрешением до 2 мкм в видимом и ИК-диапазонах;
- исследование спектральных характеристик в диапазоне 190–900 нм и примесного состава монокристаллов, растворов органических и неорганических соединений, полиэлектролитных микро- и нанокапсул;
- непрерывный комплексный анализ состава многокомпонентных газовых смесей при динамическом контроле технологических процессов в режиме реального времени;
- изготовление наноразмерных изделий методом резки ионным пучком в ионном микроскопе;
- сварка объектов (в том числе наноразмерных материалов), создание электрических контактов между наноразмерными материалами различной природы;
- электронографический структурный анализ отдельных нанокристаллов методом «полого конуса»;
- получение изображения отдельных срезов по высоте цельного объекта с последующим восстановлением трехмерного изображения структуры объектов субмикронного размера методом конфокальной микроскопии;
- использование оригинальных метрологических разработок, методов аналитических исследований и средств измерения.

### **ЦКП «ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2003 г., приказы № 143 от 12 марта 2003 г. и № 47 от 06 февраля 2007 г. Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе лабораторий факультетов: физического, химического, биологического и наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- живые системы,
- информационно-телекоммуникационные системы,
- рациональное природопользование.

Общая численность сотрудников ЦКП: 70 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 40, 2008 г. – 43, 2009 г. – 63.

Руководитель ЦКП: д.ф.-м.н. Кашкаров Павел Константинович. Реквизиты ЦКП: 119992, Москва, ГСП-2, Ленинские горы, 1/35, тел.: (495) 762-65-72, (495) 939-39-22.

E-mail: kashkaro@phys.msu.ru

Сайт: <http://ckp-nano.msu.ru/>

### **В структуру ЦКП входят:**

- Лаборатория инфракрасной Фурье-спектроскопии;
- Лаборатория молекулярной спектроскопии;
- Лаборатория нанооптики метаматериалов;
- Лаборатория рентгеноструктурного анализа;
- Лаборатория сканирующей зондовой микроскопии;
- Лаборатория спектроскопии комбинационного рассеяния;
- Лаборатория технологии напыления тонких пленок и многослойных наноструктур;
- Лаборатория технологии электрохимического наноструктурирования твердых тел;
- Лаборатория фемтосекундной нанофотоники;
- Лаборатория фотолюминесцентной спектроскопии наноструктур;
- Лаборатория электронной микроскопии;
- Лаборатория электрофизических измерений;
- Лаборатория ЭПР спектроскопии;
- Аналитический центр;
- Лаборатория криохимических исследований наноматериалов;
- Лаборатория направленного неорганического синтеза наноматериалов;
- Лаборатория направленного органического синтеза новых биологически активных наноматериалов;
- Лаборатория полимерных нанокомпозитов;
- Лаборатория прогнозирования устойчивости наносистем;
- Лаборатория радионуклидной диагностики наносистем;
- Лаборатория физико-химического анализа наносистем;
- Лаборатория фотохромных наноматериалов;
- Лаборатория химии атмосферы и наноматериалов;
- Лаборатория электрохимических исследований наноматериалов;
- Лаборатория вычислительных методов в нанотехнологиях;
- Лаборатория зондовых методов в нанотехнологии и нанометрологии;
- Лаборатория криохимических технологий наноматериалов;
- Лаборатория магнитных исследований наноматериалов;
- Лаборатория масс-спектрометрии;
- Лаборатория нанокалориметрии;
- Лаборатория полифункциональных наноматериалов;
- Лаборатория рентгеновских методов анализа;
- Лаборатория реологии наноматериалов;
- Лаборатория спектроскопических методов анализа;

- Лаборатория термических методов анализа;
- Лаборатория хроматографических методов исследования мембран и композитов;
- Лаборатория электронной микроскопии и электронно-дифракционных методов анализа наноматериалов;
- Лаборатория электрохимических методов синтеза наноматериалов;
- Лаборатория конфокальной микроскопии;
- Лаборатория сканирующей зондовой микроскопии;
- Лаборатория электронной микроскопии.

**Перечень оборудования ЦКП:**

- Люминесцентный спектрометр LS-55 фирмы Perkin Elmer
- Вакуумный универсальный пост ВУП-5М
- Автоматический гидравлический пресс для горячей заправки SIMPLIMET 1000
- Планетарная мономельница «Пульверизетте»
- Газовый хроматограф «Кристалл 2000»
- Спектрофлуориметр «Флюорат-02-панорама»
- Ультрамикротом Ultracut-UC6
- Лазерный сканирующий конфокальный микроскоп L SM-510 Meta
- Ультрамикротом Ultracut-R
- Сканирующий электронный микроскоп JSM-6380LA
- Просвечивающий электронный микроскоп JEM-1011
- Спектрофотометр Specord 50 PC
- Микроскоп флуоресцентный инвертированный Axiovert 200M с цифровой камерой
- Исследовательский микроскоп Axioptan-2 Imaging с цифровой фотокамерой и системой обработки изображений
- Проточный цитометр FC500
- Электрохимическая система потенциостат/гальваностат AutoLab PGSTAT302
- Электрохимическая система потенциостат Solartron 1287/анализатор частот Solartron 1255B
- Система сбора и обработки информации DELL Power Edge
- Автоматизированная система высокого давления Parr 4592
- Система формирования планарных структур PixDro LP50
- Сухой бокс с контролируемой атмосферой Labconco Protector CA
- Сканирующий зондовый комплекс INTEGRA AURA с регулируемым внешним магнитным полем
- Нанокалориметр Mikromash Nanocalorimeter 1
- Газовый хроматограф высокого разрешения с масс-спектроскопическим детектором Perkin-Elmer CLARUS 600
- Сублиматор Labconco Freezeon 18
- Сублиматор USIFROID SMH-15
- Система для характеристики наночастиц Malvern Zetasizer Nano ZS
- Анализатор поверхности Quantachrome NOVA 4200e
- Металлографический микроскоп Eclipse 600pol с термостатируемым держателем
- Лазерный анализатор частиц FRITSCH Analyzette 22
- Комплекс дифференциально-термического и термогравиметрического анализа Diamond Pyris TG/DTA
- Сканирующий спектрофотометр УФ/Вид./БЛИК-диапазона Perkin-Elmer Lambda 950 с оптической скамьей
- УФ-видимый спектрофотометр Lambda 35
- Атомно-эмиссионный спектрометр Optima ICP 5300DVК с лазерно-абляционным дозатором SOLIS LSX-500
- Рамановский спектрометр/микроскоп Renishaw InVia.
- ИК-спектрофотометр Perkin-Elmer Spectrum One
- Люминесцентный спектрометр LS-55 фирмы Perkin Elmer в комплекте с приставками
- SQUID магнетометр Cryogenic S700 с VSM модулем
- Установка для измерения комплексной магнитной восприимчивости SCC
- Масс-спектрометр Perkin-Elmer ELAN DRC-II
- Рентгеновский дифрактометр D/MAX-2500V/PC с вращающимся анодом ultraX 18
- Сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения Supra 50 VP LEO с системой микроанализа INCA Energy+ Oxford
- Электронный просвечивающий микроскоп JEOL JEM-2000 FXII
- ЯМР-спектрометр Bruker AVANCE 400
- Настольная лиофильная сушка Advantage 2.0 ES-53
- Сцинтилляционная система модель LS 6500
- Сканирующий электронный микроанализатор LEO EVO 50XVP
- Порошковый дифрактометр системы STOE STADI P
- Анализатор Z-потенциала BL – ZetaPlus
- Масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой Agilent 7500
- Препаративный жидкостный хроматограф Agilent 1100
- Система капиллярного электрофореза и жидкостного хроматографа с масс-спектрометрическим детектором
- ИК-Фурье спектрометр Equinox-55 с приставкой комбинационного рассеяния FRA-106/S
- ИК-Фурье спектрометр Tenzor 27 (2 шт.)
- ЭПР-спектрометр ELEXSYS E500-10/12
- Газовый хроматограф Agilent 6890N
- Прибор синхронного термического анализа NETZSCH STA 449 C/4/G Jupiter
- Микроанализатор поверхности Quantachrome Autosorb 1-C/TCD/MS
- Квадрупольный масс-спектрометр NETZSCH 403C Aeolos
- Электрохимический комплекс IM6eX
- Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 200 F3 Maya (3 шт.)
- Термомикровесы TG 209 F1 Iris
- Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 204 F1 Phoenix
- Времяпролетный масс-спектрометр Autoflex II с ионизацией МАЛДИ
- Жидкостный хроматомасс-спектрометр с двойной фокусировкой 1100LC
- Установка для измерения электрофизических параметров наноматериалов
- Вакуумный универсальный пост ВУП-5М
- Напылительная установка Sputter-Coater
- Пикосекундный спектрофлуориметр Becker-Hickl в комплекте
- КР-спектрометр EQUINOX 55 в комплекте с приставкой комбинационного рассеяния FRA 106/S
- Сверхвысоковакуумный туннельный микроскоп/спектроскоп Omicron STM 1 на основе вакуумной системы MultiProbe S
- Сканирующий зондовый микроскоп SOLVER P47H-PRO в комплекте
- Исследовательский измерительный комплекс сканирующей зондовой микроскопии семейства «Интегра»
- Импульсный Nd:VAG лазер со встроенными генераторами второй и третьей гармоники и параметрическим генератором света
- Микрозондовый комплекс LEO1455VP
- Дифрактометр STOE STADI P
- Микрораман LabRAM HR Visible
- Инфракрасный спектрометр BRUKER IFS-66v /S в комплекте с приставкой комбинационного рассеяния

- Спектральный комплекс на базе спектрографа SOLAR TII и монохроматора МДР 12 для исследования оптических свойств наноматериалов
- Спектрометр электронного парамагнитного резонанса ELEXSYS-E500-10/12
- Субтераваттный фемтосекундный комплекс на основе хром-форстеритового лазера

**Услуги, оказываемые ЦКП:**

- комплекс услуг по прецизионным измерениям основных физико-химических характеристик материалов методами просвечивающей электронной микроскопии, сканирующей электронной и зондовой атомно-силовой микроскопии, масс-спектрометрии, дифрактометрии, низкотемпературной фотолюминесцентной спектроскопии, инфракрасной спектроскопии отражения и пропускания, спектроскопии комбинационного рассеяния, спектроскопии электронного парамагнитного и ядерного магнитного резонансов, импедансометрии, магнитометрии, фемтосекундной спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии теплового потока, термогравиметрического анализа, дифференциального термического анализа, мессбауэровской спектроскопии, капиллярного электрофореза, хроматографии и формированию наноструктурированных материалов, разработке методов и средств химико-аналитического контроля, экомониторинга и экологической безопасности. ЦКП МГУ осуществляет образовательные услуги в области физики, химии, биологии наносистем: подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов; в частности, предоставляет возможность выполнения лабораторных работ спецпрактикума на основе оборудования ЦКП МГУ.

**ЦКП «УЧЕБНО-НАУЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ЭЛЕКТРОНИКА»»**

Базовая научная организация или вуз, на территории которой располагается ЦКП: Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет).

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2004 г., приказ №149 от 22 апреля 2004 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе лабораторий МИРЭА. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- информационно-телекоммуникационные системы.

Общая численность сотрудников ЦКП: 20 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 8, 2008 г. – 13, 2009 г. – 9.

Руководитель ЦКП: член-корр. РАН Сигов Александр Сергеевич.

Реквизиты ЦКП: 119454, Москва, просп. Вернадского, 78, тел.: (495) 433-00-44, факс: (495) 434-92-87.

E-mail: rector@mirea.ru,

Сайт: <http://www.nano.mirea.ru/rus/index.php?section=ckp>

**Перечень оборудования ЦКП:**

- Перестраиваемый фемтосекундный лазер MaiTai (SpectraPhysics)
- Электронный микроскоп JEOL JSM63290
- Электронный микроскоп FEI Quanta 3D с функцией FIB
- Оптический криостат (77-300K) РТИ
- 5-координатный гониометр Newport
- Фемтосекундный лазер TIF-100F
- Лицензионное ПО CST Microwave Studio
- Лицензионное ПО Synopsys Sentaurus TCAD
- Лицензионное ПО AWR Microwave Office
- Лицензионное ПО LabView

**Услуги, оказываемые ЦКП:**

- изготовление образцов, разработка методик исследований, проведение экспериментальных исследований по направлениям «Индустрия наносистем и материалов»;
- изготовление образцов, разработка методик исследований, проведение экспериментальных исследований по направлениям «Информационно-телекоммуникационные системы»;
- численное моделирование свойств фотонных кристаллов и наноструктурированных материалов;
- компьютерное проектирование монолитных интегральных схем КВЧ-диапазона.

# Конкурс science fiction



The Giant Vermin / Tudor



Журнал «Российские нанотехнологии» проводит конкурс научной фантастики и приглашает к участию всех желающих. Мы ждем небольшие рассказы и повести, на создание которых вас вдохновили нанотехнологии. Нам интересно узнать, как люди будущего могут использовать существующие нанотехнологии, какие открытия нас ожидают и какие опасности они нам несут. На конкурс присылайте работы, написанные в жанре science fiction. Жюри, а это будет редколлегия журнала во главе с главным редактором, не рассматривает рассказы в жанре фэнтези, сказок и т.п. Работы принимаются до 15 августа 2010 года. Итоги конкурса станут известны в первой половине сентября. Победителя ожидает ценный приз от редколлегии журнала. Ждем ваши рассказы по адресу [nano\\_hr@strf.ru](mailto:nano_hr@strf.ru)

**Редакция**