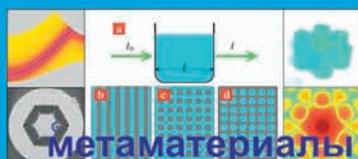


ЛАЗЕРЫ для НАНОТЕХНОЛОГИЙ



твердотельные
волоконные
жидкостные
гибридные

современные лазерные технологии



ширина линии излучения:

$$10^{-7} \text{ см}^{-1} - 10^2 \text{ см}^{-1}$$

диапазон длин волн излучения:

275 нм (4,5 эВ) - 1750 нм (0,71 эВ)



перестраиваемые, одночастотные, с узкой линией
фемтосекундные, пикосекундные
специальные

+

генераторы суперконтинуума

Компания "Техноскан -
Лазерные системы"

Тел.: +7-(383)-363-42-65, 214-00-09
Факс: +7-(383)-363-42-65
Интернет: www.tekhnoscan.com

TekhnoScan
LASER SYSTEMS

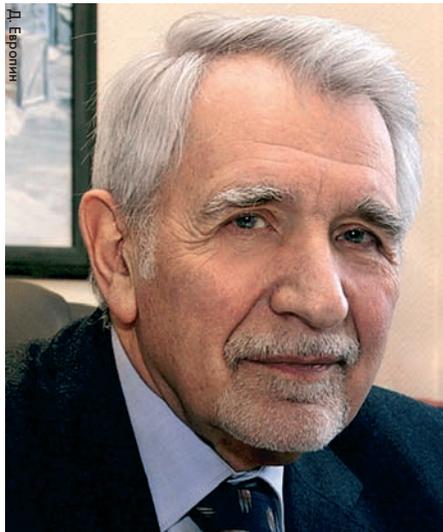
поставка под ключ,
обучение, поддержка

E-mail: service@tekhnoscan.com



Передовые Реализованные Идеи Фотоники

Углеродное волокно. Перспективы применения



Углеродное волокно — одномерный наноструктурированный материал на основе углерода.

Углеродное волокно, как и многие другие синтетические (полиакрилонитрил, вискоза и т.д.) и природные волокна (например, сухожилия, льняное волокно и т.д.), можно отнести к группе одномерных иерархических структур, поскольку они обладают повторяющимися элементами (волокнами) и контролируемой ориентацией элементов на разных уровнях масштаба: 10 нм — 1 мкм.

В настоящее время углеродные волокна интенсивно разрабатываются в связи с демонстрируемыми этими волокнами высокими значениями модуля упругости и прочности и широким использованием в конструкционных материалах в качестве армирующих наполнителей.

Основная группа углеродных волокон включает углеродные волокна на основе полиакрилонитрильного волокна, вискозного волокна, пекового волокна и углеродного волокна, получаемого из газовой фазы. Рекордсменом по прочности и модулю упругости в этой группе волокон является углеродное волокно на основе акрилонитрила. Именно эти волокна и имеют самый высокий потенциал применения в массовых и специальных применениях.

Углеродные волокна содержат до 99,99 % углерода, графитовые слои которых образуют кристаллы с увеличенными по сравнению с чистыми графитовыми кристаллами межплоскостными расстояниями. Уникальные свойства графитового волокна напрямую связаны с кристаллической структурой и упаковкой кристаллов в волокне. Кристаллические слои углерода упакованы в волокне параллельно оси волокна. Углеродные волокна обладают высокой аксиальной жесткостью и прочностью благодаря большому значению ковалентных углерод-углеродных связей в плоскости графитовых слоев. В то же время слабые Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия между слоями графита приводят к низким значениям жесткости и прочности в направлении, перпендикулярном оси волокна. Углеродные волокна, полученные на основе полиакрилонитрила, сохраняют фибриллярную структуру, подобную той, которой обладает полиакрилонитрильное волокно. Углеродные волокна превосходят по прочности и модулю упругости все известные неуглеродные волокна.

Углеродные волокна используют в качестве армирующих наполнителей при получении композитов с полимерной матрицей, углерод-углеродных композитов, композитов с металлической и керамической матрицами. Композиты с полимерными матрицами по техническим характеристикам (прочности, модулю упругости и хемо- и термостойкости) опережают другие углеродные композиты.

Необходимо отметить, что углеродные композиты превосходят по техническим характеристикам все неуглеродные пластики — стеклопластики, боропластики, базальтопластики, композиты на основе волокон из карбида кремния.

Учитывая также низкий удельный вес углеродных волокон, их высокие технические характеристики, можно считать, что композиты на основе углеродных волокон найдут применение в аэрокосмической технике, строительстве, энергетике, добыче и транспортировке нефти и газа и медицине.

Главный редактор, академик РАН М.В. АЛФИМОВ

РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

июль-август 2010

ТОМ 5, № 7-8

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

Учредители:

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

Редакционный совет:

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

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

Редакционная коллегия:

Ответственный секретарь: М.Я. Мельников
Издатель: А.И. Гордеев

М.И. Алымов, В.М. Говорун, А.А. Горбацевич,
С.П. Громов, А.М. Желтиков, Р.М. Кадушников,
А.Н. Озерин, А.Н. Петров, В.Ф. Разумов,
И.П. Суздалев, С.П. Тимошенков

Руководитель проекта: Т.Б. Пичугина

Выпускающий редактор: М.Н. Морозова

Редактор: 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, www.nanorf.ru

Дизайн журнала: С.Ф. Гаркуша

Корректур: М.В. Чуланова, Т.Х. Валавина

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

Подписка: (495) 930-88-06.

E-mail: podpiska@nanorf.ru, www.nanorf.ru

ISSN 1992-7223

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

© РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ, 2010

Номер подписан в печать 20 июля 2010 г.

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «МЕДИА-ГРАНД»

СОДЕРЖАНИЕ

Слово редактора..... 2

О развитии приборного парка
центров коллективного пользования
научным оборудованием в 2007–2009 годах 6

Нанотехнологии:
определения и классификация 8

Роль центров коллективного пользования
научным оборудованием в развитии
нанотехнологий в Российской Федерации 17

Каталог нанотехнологических ЦКП 22

ОКАЗАЛСЯ В ЦЕНТРЕ СОБЫТИЙ? НАПИШИ СТАТЬЮ

Друзья, мы очень хотим побывать на всех «нано-конференциях», к уда в ы н а с п р и г л а ш а е т е , н о , 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 тд.) 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 тд.), над чем авторский коллектив будет работать, чего хочет достигнуть.

Ждем ваши сообщения по адресу: nano_hr@strf.ru

Редакция

Самоорганизующиеся структуры и наносборки

Д.С. Ионов, В.А. Сажников, М.В. Алфимов
 Фотохимический метод получения наночастиц, нанополостей и нанопор в полимерных пленках 31

Б.И. Шапиро, А.Н. Исаева, В.А. Тверской
 Матричный синтез агрегатов карбоцианиновых красителей на катионных полиэлектролитах 35

А.О. Рыбалтовский, В.И. Герасимова, Н.В. Минаев, В.И. Соколов, П.С. Тимашев, Е.А. Троицкая, В.В. Фирсов, В.И. Юсупов, В.Н. Баграташвили
 Лазерное формирование структур из наночастиц серебра в импрегнированных молекулами Ag(hfac)COD фторакрилатных пленках 41

П.С. Постников, М.Е. Трусова, Т.А. Федущак, М.А. Уймин, А.Е. Ермаков, В.Д. Филимонов
 Арилдиазоний тозилаты как новые эффективные агенты ковалентной прививки ароматических групп к углеродным оболочкам металлических наночастиц 49

Наноструктуры, включая нанотрубки

М.В. Гришин, С.А. Ковалевский, Ф.И. Далидчик, А.К. Гатин
 Формирование суперкластеров nanoоксидов титана под острием сканирующего туннельного микроскопа 51

Б.Н. Хлебцов, В.А. Ханадеев, И.Л. Максимова, Г.С. Терентюк, Н.Г. Хлебцов
 Серебряные нанокубики и золотые наноклетки: синтез, оптические и фототермические свойства 54

О.В. Руденко, А.И. Коробов, Б.А. Коршак, П.В. Лебедев-Степанов, С.П. Молчанов, М.В. Алфимов
 Самосборка ансамблей коллоидных частиц в акустическом поле 63

Наноматериалы функционального назначения

И.И. Кулакова, В.В. Корольков, Р.Ю. Яковлев, Г.В. Лисичкин
 Строение частиц химически модифицированного наноалмаза детонационного синтеза 66

Наноматериалы конструкционного назначения

Г.П. Егоров, А.А. Волков, А.Л. Устюжанинов
 Измерение внутренних напряжений в нанопленках in-situ. 74

Д.В. Лысов, Д.В. Кузнецов, А.Г. Юдин, Д.С. Муратов, В.В. Лёвина, Д.И. Рыжонков
 Использование ультразвуковых воздействий в процессах получения наноструктурных порошков оксида никеля 79

А.П. Сафронов, Е.Г. Калинина, Д.А. Благодетелев, Ю.А. Котов
 Сепарирование нанопорошков оксида алюминия с разной степенью агрегирования методом седиментации в водной среде 82

Нанопотоника

А.Л. Деспотули, А.В. Андреева
 Нанопотоника: новые материалы и суперконденсаторы 89

Д.Ю. Годовский, П. Жилинский, В. Касери, П. Смит
 Исследование фрактального наногетероперехода в тонких пленках на основе наночастиц CdS и Cu_2S 100

Е.Г. Максимов, Т.С. Гостев, Ф.И. Кузьминов, Н.Н. Случанко, И.Н. Стадничук, В.З. Пащенко, А.Б. Рубин
 Гибридные системы из квантовых точек и фоточувствительного белка фикоэритрина 107

В.П. Митрохин, А.А. Иванов, А.Ю. Меньшикова, А.В. Якиманский, М.В. Алфимов, А.М. Желтиков
 Трехмерные фотонные кристаллы с высоким эффективным показателем преломления для оптических сенсорных систем. . 113

Т.Н. Копылова, А.В. Кухто, Э.Э. Колесник, И.Н. Кухто, К.М. Дегтяренко, Н.С. Еремина, Р.М. Гадиров, Л.Г. Самсонова, Г.В. Майер, В.К. Ольховик, Н.А. Галиновский, В.Е. Агабеков
 Спектральные и электролюминесцентные свойства производных дивинилбифенила 117

Т.В. Козарь, Н.А. Карапузова, Г.В. Лаптев, В.И. Лаптев, Г.М. Хляп, О.В. Демичева, А.Г. Томишко, А.М. Алексеев
 Электрические свойства нанокластеров меди в микропорах серебряного контакта кремниевого солнечного элемента. 121

Нанобиология

Anh-Tuan Le, P.T. Huy, Tran Quang Huy, Phung Dac Cam, А.А. Кудринский, А.Ю. Оленин, Г.В. Лисичкин, Ю.А. Крутяков
 Фотохимический синтез наночастиц серебра, обладающих высокой антибактериальной активностью 125

О развитии приборного парка центров коллективного пользования научным оборудованием в 2007–2009 годах

Е.С. Мастерских,
начальник отдела Департамента
приоритетных направлений науки
и технологий Министерства
образования и науки
Российской Федерации

Одним из препятствий на пути развития отечественной науки является неудовлетворительное состояние ее материально-технической базы и, как следствие, невозможность проводить исследования и разработки на современном мировом уровне. Для решения этой проблемы необходимо создавать современную научно-исследовательскую инфраструктуру, в первую очередь, обеспечивая самым современным научно-исследовательским оборудованием. Значительное место в решении указанной проблемы занимают центры коллективного пользования научным оборудованием (далее – ЦКП). С 2005 года формирование и развитие сети ЦКП осуществлялось при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям на конкурсной основе.

В рамках реализации мероприятий по развитию сети ЦКП в 2007–2009 годах на приобретение оборудования была направлена значительная часть финансовых средств. Так, в 2007 году было направлено – 65 % от общего объема выделенных на поддержку ЦКП бюджетных средств, в 2008 году – 58 %, а в 2009 году – 40 %. Такая доля затрат в общем отвечала требованиям, устанавливаемым при проведении конкурсов.

В целом за три последних года общая сумма бюджетных средств, направленная центрами на приобретение прибо-

ров и оборудования, составила более 2 млрд рублей. Сводная информация по закупленному центрами оборудованию представлена на рис. 1.

За 2007–2009 годы центры приобрели 1461 единицу оборудования, средняя стоимость которой составляет чуть менее 1.5 млн рублей.

Если говорить о средней стоимости единицы закупаемого оборудования по годам, то она понижалась, что напрямую связано с уменьшающейся по годам средней стоимостью контракта и, как следствие, ограниченной возможностью приобретения центрами дорогостоящего оборудования.

Существенные признаки, указывающие на качественное обновление приборного парка ЦКП, – функциональное назначение приобретаемого научного оборудования, а также его стоимостные характеристики.

Классификация научных приборов и оборудования по функциональному назначению предусматривает их разделение на следующие 7 групп:

- **Аналитические приборы** (масс-спектрометры, атомно-абсорбционные и атомно-эмиссионные спектрометры, микроанализаторы, хроматографы, рентгено-флуоресцентные анализаторы).
- **Микроскопия высокого разрешения** (электронные просвечивающие и сканирующие (зондовые, ионные) микроскопы).

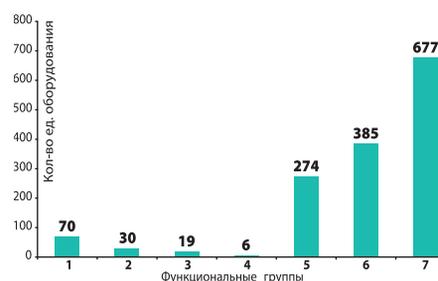


РИСУНОК 1 | Распределение закупаемого ЦКП оборудования по функциональным группам

- **Рентгеновские дифрактометры и источники синхротронного излучения.**
- **ЯМР и ЭПР-спектрометры.**
- **Приборы для измерения свойств:** электрических, магнитных, оптических, механических и теплофизических, а также приборы для исследования биологических объектов (амплификаторы, секвенаторы).
- **Другое оборудование** (технологическое оборудование, реакторы, телескопы, лазеры).
- **Вспомогательное оборудование.**

Распределение закупленного за 3 года оборудования с использованием данной классификации приведено на рис. 1.

Принятая классификация позволяет определить потребности ЦКП в приборах и оборудовании для выполнения исследований. Представленная на

ТАБЛИЦА 1 | Итоги закупок ЦКП спецоборудования в 2007–2009 годах

| Год | Кол-во ЦКП | Бюджетное финансирование, млн руб. | Средняя цена госконтракта, млн руб. | Количество закупленного оборудования, ед. | Стоимость закупленного оборудования, млн руб. | Средняя стоимость единицы закупленного оборудования, млн руб. |
|--------------|------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|
| 2007 | 21 | 1572 | 74.86 | 329 | 1005.4 | 3.1 |
| 2008 | 38 | 1446 | 38.1 | 818 | 834.5 | 1.02 |
| 2009 | 47 | 456.5 | 9.7 | 314 | 185 | 0.6 |
| ИТОГО | 63 | 3474.5 | 40.9 | 1461 | 2025 | 1.39 |

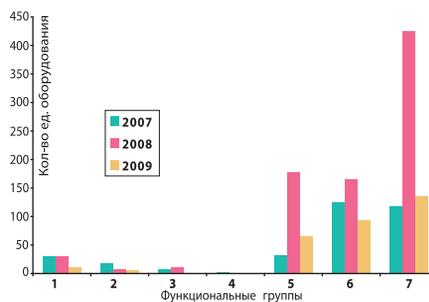


РИСУНОК 2 | Распределение закупаемого ЦКП оборудования по функциональным группам с разбивкой по годам

рис. 1 диаграмма показывает, что центры закупают широкий спектр оборудования. Достаточно востребованы приборы 5-й группы, предназначенные для исследований свойств объектов. Но наиболее популярны приборы 6-й и 7-й групп, относящиеся в большей степени к вспомогательному и технологическому оборудованию.

Если говорить о распределении закупаемого оборудования по функциональным группам по годам, то в 2007 году оно оказалось относительно равномерно. Но в 2008 и 2009 годах наблюдался явный переко в сторону трех последних групп (рис. 2).

Классификация научных приборов и оборудования по функциональному назначению важна как для оценки соответствия закупаемого оборудования профилю деятельности ЦКП и направлениям научных исследований, так и для оценки состояния приборного парка центров.

Использование данной классификации на примере ЦКП Института кристаллографии РАН приведено на рис. 3 и 4.

На рис. 3 представлено распределение по функциональным группам имеющегося в ЦКП ИК РАН оборудования на начало 2007 года и закупленного в 2007–2009 годах. Данный ЦКП обладает практически всем спектром оборудования, за исключением группы 4, к которой относится ЯМР

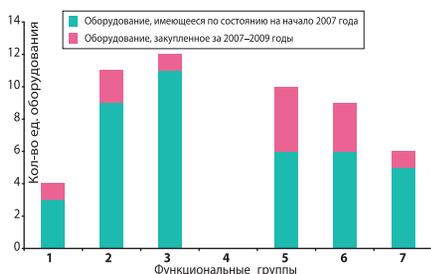


РИСУНОК 3 | Распределение оборудования ЦКП ИК РАН по функциональным группам

и ЭПР-спектрометрия. Оборудование приобреталось по всем имеющимся в ЦКП группам приборов – велось усиление существующих групп.

Распределение оборудования ЦКП ИК РАН по функциональным группам с учетом закупленного в 2007–2009 годах оборудования, представлено на рис. 4.

Представленный подход позволяет оценить динамику развития, расширение возможностей и направлений исследований как отдельно взятого ЦКП, так и всей сети в целом.

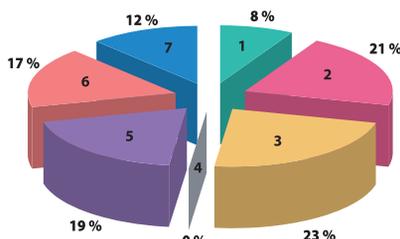


РИСУНОК 4 | Распределение оборудования ЦКП ИК РАН по функциональным группам с учетом закупленного в 2007–2009 годах оборудования

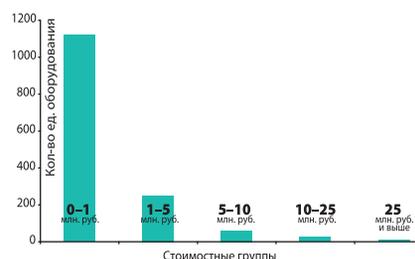


РИСУНОК 5 | Распределение закупленного ЦКП оборудования по стоимостным группам

Распределение по стоимостным группам научных приборов и оборудования, закупленных центрами за последние 3 года, приведено на рис. 5.

Как видно из рисунка, в количественном выражении закупается большей частью оборудование стоимостью до 5 млн рублей. Если же говорить о затратах на закупку оборудования, то по стоимостным группам они распределены относительно равномерно (рис. 6).

Анализ закупок научного оборудования показал, что около 43 % используемых на закупку средств, приходится на приобретение оборудования стоимостью более 10 млн. рублей. В то же время, несмотря на широкий, в целом, спектр закупок, все чаще центры приобретают вспомогательное оборудование, а также комплектующие к уже имеющимся научным приборам.

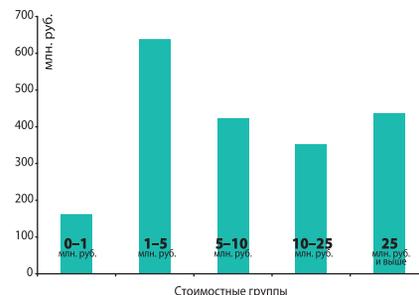


РИСУНОК 6 | Распределение затрат на закупку оборудования по стоимостным группам

Основная часть закупок приходится на зарубежное оборудование, доля которого составляет 60 %, или 877 единиц (рис. 7).

Говоря о закупках дорогостоящего оборудования, можно отметить, что среди зарубежных производителей оборудования популярны фирмы Shimadzu (закуплено 24 единицы оборудования на сумму 86 млн руб.), FEI Company (закуплено 16 единиц оборудования на 163 млн руб.) и JEO L (закуплено 10 единиц оборудования на 141 млн руб.). Среди отечественных производителей выделяется ЗАО «НТ-МДТ» (закуплено 11 единиц оборудования на 56 млн руб.).

В заключении следует отметить, что благодаря мерам государственной поддержки ЦКП средний возраст оборудования центров составляет 8 лет, в то время как средний возраст машин и оборудования, участвующего в исследованиях и разработках, по стране составляет примерно 19 лет. Вместе с тем, наращивание технического потенциала сети ЦКП остается перспективной задачей. Центрам необходимо и впредь приобретать и осваивать новое дорогостоящее уникальное оборудование, при этом, на наш взгляд, вспомогательное оборудование должно приобретаться за счет собственных средств организаций, на базе которых созданы центры.



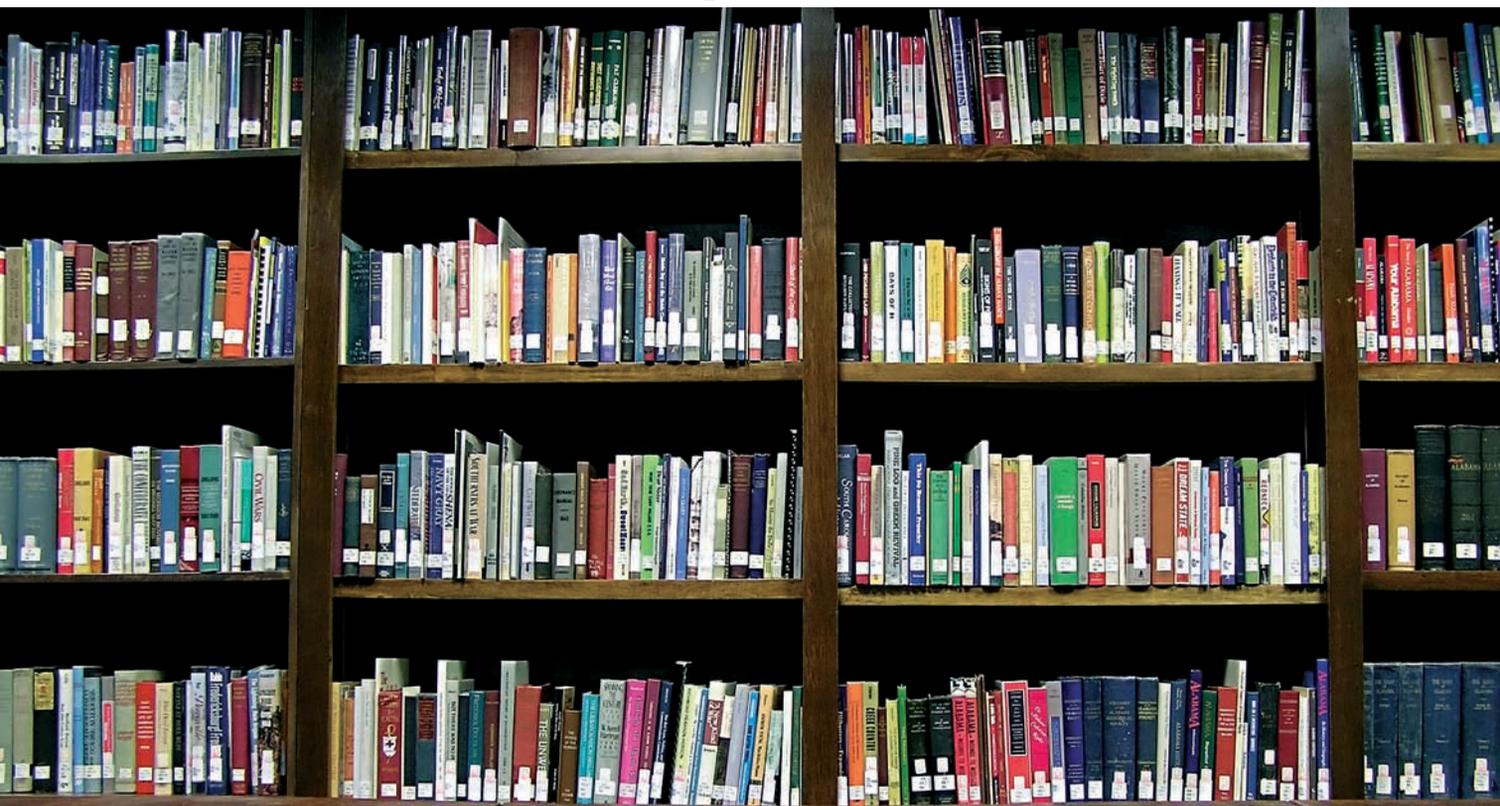
РИСУНОК 7 | Доля зарубежного и отечественного оборудования, закупленного ЦКП в 2007–2009 годах

Нанотехнологии: определения и классификация

*М.В. Алфимов¹,
Л.М. Гохберг²,
К.С. Фурсов²*

¹ Центр фотохимии
Российской академии наук,
119421, Москва,
ул. Новаторов, 7а
E-mail: alfimov@photonics.ru

² Государственный
университет — Высшая
школа экономики, 101000,
Москва, ул. Мясницкая, 20
E-mail: lgokhberg@hse.ru,
kfursov@hse.ru



Libraryman

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие нанотехнологий, их быстрое проникновение в производство и потребление и связанные с этим риски — социальные, этические, экологические — обуславливают актуальность скорейшего решения задачи формирования системы экономико-статистических измерений масштабов, структуры и динамики данного технологического направления и соответствующей ему сферы деятельности. Отсутствие необходимой для этого методологической базы и практического инструментария ведет к весьма расплывчатым, а часто и противоречивым представлениям о состоянии сферы нанотехнологий, ее экономических и социальных эффектах.

Обретя широкое признание в качестве одного из наиболее перспективных направлений научно-технологического развития [1], нанотехнологии стали объектом приоритетной поддержки во многих государствах мира. По имеющимся оценкам, едва ли найдется другая область науки, получившая в глобальном масштабе столь значительные государственные инвестиции за столь короткий период времени [2, 3]. Между тем, по замечанию А. Хульман, «вопрос о том, в какой степени «нанотехнологии» опирается на реальные экономические показатели, а

в какой отражает лишь благие пожелания» [4], остается открытым: оценки рынка товаров и услуг, связанных с нанотехнологиями, в зависимости от используемого в них определения последних и «степени оптимизма» их авторов варьируются от 150 млрд долл. к 2010 г. [5] до 3.1 трлн долл. к 2015 г. [6]. Несмотря на несколько ажиотажный характер большинства прогнозов, многие эксперты сходятся в том, что нанотехнологии могут трансформироваться в «технологии общего назначения» [7, 8] вслед за информационно-коммуникационными и биотехнологиями. Вместе с тем формирование понятийного аппарата, прежде всего определений и классификаций, здесь существенно отстает от динамики самого рассматриваемого явления. С учетом масштабов инвестиций в эту сферу и неизбежной в такой ситуации склонности к преувеличению научно-технических и экономических эффектов в некоторых аналитических исследованиях и прогнозах, опирающихся на различную терминологию, подобное положение дел не может не вызывать озабоченности, поскольку способно оказывать дезориентирующее воздействие на принятие обоснованных управленческих решений.

Следует подчеркнуть, что разработка определений и классификаций в сфере нанотехнологий представляет собой довольно

сложную задачу. В первую очередь, это связано с «универсальным» характером нанотехнологий — слабо структурированной области, отличающейся высокой динамичностью развития и растущим многообразием практических приложений. Нельзя не учитывать также мультидисциплинарный характер этой сферы и ее адаптивность как к новым научно-технологическим достижениям, так и к потребностям экономики и общества.

Проблема единства понятий и стандартов в области нанотехнологий неоднократно обсуждалась в зарубежной и отечественной литературе, в том числе и на страницах настоящего журнала [9]. Этот вопрос имеет ключевое значение для выработки единого подхода к пониманию сущности и особенностей развития нанотехнологий. Общий понятийный аппарат позволит более четко обозначить границы исследуемой области и оценить порождаемые ею научно-технологические и социально-экономические тенденции. В данной статье на основе анализа международного опыта и лучших практик в организации научных исследований, стандартизации и статистического учета предложено базовое определение нанотехнологий и представлен проект классификации направлений нанотехнологий. Принципиальное значение при этом придается гармонизации понятийного аппарата с международными подходами, что будет способствовать усилению интеграции российской науки в мировое научно-технологическое пространство.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Как показывает обзор литературы, нанотехнологии рассматриваются сегодня и как область исследований, и как направление технологического развития. С одной стороны, это отражает современные тенденции взаимосвязи науки и технологии, а с другой — порождает серьезную терминологическую путаницу. Противоречия начинаются уже в попытках обозначить область исследований в целом и дать определение понятия «нанотехно-

логии». Так, некоторые авторы [10, 11] выделяют «нано науку» (nanoscience), занимающуюся познанием свойств наноразмерных объектов и анализом их влияния на свойства материалов, и «нанотехнологию» (nanotechnology), имеющую своей целью развитие этих свойств для производства структур, устройств и систем с характеристиками, заданными на молекулярном уровне. Иногда такое разделение имеет под собой сугубо методическую основу, когда речь идет об анализе на научных публикаций (и тогда говорится о «нано науке» [12]) либо патентов (в этом случае используется понятие «нанотехнологии» [1]). На практике же провести различие между нано наукой и нанотехнологией оказывается практически невозможным [13, 14], поэтому во избежание путаницы отдельные исследователи [15] предлагают ограничиться только одним термином — «нанотехнологии», объединив в нем обе составляющие. Принимая такой подход, важно предложить согласованное определение нанотехнологий, которое, в частности, призвано обозначить общие границы рассматриваемой области, исключив из нее лишнее.

Заметим, что, несмотря на наличие различных определений нанотехнологий, единого согласованного варианта, причем такого, который образовывал бы основания для построения соответствующих классификаций, пока не существует.

На международном уровне из всего многообразия подходов, встречающихся в научных публикациях, аналитических обзорах и политических документах разных стран, выделяются пять определений, пользующихся наибольшим влиянием (табл. 1). Все эти определения были идентифицированы Рабочей группой по нанотехнологиям (РГН) Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в качестве базы для создания унифицированной методологической рамки, необходимой для организации гармонизированной в международном масштабе системы сбора и анализа статистической информации о сфере нанотехнологий [16]. Отметим, что предлагаемые теми

ТАБЛИЦА 1 | Общие определения нанотехнологий

| Организация-автор | Определение |
|--|---|
| VII Рамочная программа ЕС (2007–2013) | Получение новых знаний о феноменах, свойства которых зависят от интерфейса и размера; управление свойствами материалов на наноуровне для получения новых возможностей их практического применения; интеграция технологий на наноуровне; способность к самосборке; наномоторы; машины и системы; методы и инструменты для описания и манипулирования на наноуровне; химические технологии нанометровой точности для производства базовых материалов и компонентов; эффект в отношении безопасности человека, здравоохранения и охраны окружающей среды; метрология, мониторинг и считывание, номенклатура и стандарты; исследование новых концепций и подходов для практического применения в различных отраслях, включая интеграцию и конвергенцию с новыми технологиями. |
| Рабочий план Международной организации по стандартизации (ISO) от 23/04/2007 | 1) Понимание механизмов управления материей и процессами на наномасштабе (как правило, но не исключительно, менее 100 нанометров по одному или нескольким измерениям), где феномены, связанные со столь малыми размерами, обычно открывают новые возможности практического применения. 2) Использование свойств материалов, проявляющихся на наномасштабе и отличных от свойств отдельных атомов, молекул и объемных веществ, для создания улучшенных материалов, устройств и систем, основанных на этих новых свойствах. |
| Европейское патентное ведомство (ЕПО) | Термин «нанотехнология» покрывает объекты, контролируемый геометрический размер хотя бы одного из функциональных компонентов которых в одном или нескольких измерениях не превышает 100 нанометров, сохраняя при этом на этом уровне физические, химические, биологические эффекты. Он покрывает также оборудование и методы контролируемого анализа, манипуляции, обработки, производства или измерения с точностью менее 100 нанометров. |
| США: Национальная нанотехнологическая инициатива (2001–н.в.) | Нанотехнология – это понимание и управление материей на уровне примерно от 1 до 100 нанометров, когда уникальные явления создают возможности для необычного применения. Нанотехнология охватывает естественные, технические науки и технологию нанометровой шкалы, включая получение изображений, измерение, моделирование и манипулирование материей на этом уровне. |
| Япония: Второй общий план по науке и технологиям (2001–2005) | Нанотехнология – междисциплинарная область науки и техники, включающая информационные технологии, науки об окружающей среде, о жизни, материалах и др. Она служит для управления и использования атомов и молекул размером порядка нанометра (1/1.000.000.000), что дает возможность обнаруживать новые функции благодаря уникальным свойствам материалов, проявляющимся на наноуровне. В результате появляется возможность создания технологических инноваций в различных областях. |

или иными международными либо национальными организациями определения носят характер рабочих, отражая специфику тех конкретных программ и проектов, применительно к которым они сформулированы, и различаются в зависимости от сферы их применения, решаемых задач и уровня полномочий этих организаций. К примеру, в определении нанотехнологий в VII Рамочной программе ЕС подчеркивается их на учено-технологическая составляющая; подходы, принятые Европейским и Японским патентными ведомствами, нацелены на работу в сфере охраны интеллектуальной собственности, а формулировка из Национальной нанотехнологической инициативы США охватывает естественные, технические науки и технологии. Тем не менее не следует забывать, что состав приведенного набора определений продиктован, прежде всего, их политической операциональностью (ориентацией на принятие политических решений) и принадлежностью к странам (регионам) с максимальными объемами государственного финансирования научно-технологической сферы (ЕС, США, Япония). Список дополняют так называемое «рамочное» определение ISO, составляющее основу документов РГН, и определение Европейского патентного ведомства (ЕПО) — пока еще единственного источника международно-сопоставимой информации о нанотехнологиях.

Указанные определения объединяет ряд общих черт, относительно которых следует сделать несколько дополнительных замечаний.

Во-первых, каждое из приведенных определений обращает внимание на масштаб рассматриваемого явления. Как правило, указывается диапазон от 1 до 100 нм, внутри которого могут быть зафиксированы уникальные молекулярные процессы.

Во-вторых, подчеркивается принципиальная возможность управления процессами, происходящими, как правило, в границах обозначенного диапазона. Это позволяет отличить нанотехнологии от природных явлений подобного рода («случайных» нанотехнологий), а также обеспечить возможность придания создаваемым материалам и устройствам уникальных характеристик

и функциональных возможностей, достижение которых в рамках предшествующей технологической волны было невозможно. В свою очередь это означает, что в средне- и долгосрочной перспективе нанотехнологии могут не только содействовать развитию существующих рынков, но и способствовать возникновению новых рынков (продуктов или услуг), способов организации производства, видов экономических и социальных отношений.

В-третьих, характерной особенностью определений является их экономико-статистическая операциональность. Нанотехнологии представлены как явление, поддающееся количественной оценке, — это техники, инструменты, материалы, устройства, системы. Это делает их важным элементом цепочек создания стоимости, однако вопросы оценки вклада нанотехнологий в стоимость конечного продукта и пределов диверсификации существующих секторов производства при их применении требуют дополнительного рассмотрения.

В то же время обращают на себя внимание некоторые различия в указанных определениях. Прежде всего они касаются степени конвергентности и целевого назначения нанотехнологий. Так, в европейском варианте отмечается как интеграция различных технологий в границах наномасштаба, так и их конвергенция с другими технологиями; выделяются отдельные сферы их применения. Японская версия подчеркивает инновационную природу нанотехнологии. К тому же европейское и японское определения со всей очевидностью отражают распространенное убеждение [3], что использование схожих «строительных элементов» (например, атомов и молекул) и инструментов анализа (микроскопы, компьютеры высокой мощности и др.) в различных научных дисциплинах может привести в будущем к синтезу информационных, био- и нанотехнологий.

Интересно также, что среди приведенных определений встречаются не только общие (базовые), но и так называемые «списочные», в том числе принятое в VII Рамочной программе ЕС. Обычно они формируются путем перечисления на учено-технологических областях (направлений), которые относятся к

ИНФОРМ НАУКА

агентство научной информации



Над чем работают российские ученые?

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

<http://www.strf.ru/inform.aspx> +7 (495) 930-88-50, 930-87-07

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

соответствующей сфере. Как показывает случай с биотехнологиями, использование общего и списочного определений способствует эффективному решению различных задач в области статистики, анализа, научно-технической и инновационной политики. Так, базовые определения хорошо подходят для научных дискуссий, достижения консенсуса по общим вопросам, принятия рамочных политических решений. Списочные определения позволяют наладить коммуникацию с технологическими и производственными областями, где новые технологии могут иметь прикладное значение (например, для исследования рынков и компаний), а также обеспечить создание более строгой системы отбора и экспертизы проектов. В конечном итоге это позволяет повысить точность и достоверность получаемой информации.

В официальной российской практике вплоть до последнего времени действовали два различных базовых определения нанотехнологий, которые представлены, соответственно, в «Концепции развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 года» и «Программе развития нанотехнологий в Российской Федерации до 2015 года» (табл. 2).

Первая из этих двух версий фокусируется на изучении и создании объектов определенного (наноразмерного) масштаба, вторая — предлагает рассматривать процессы создания и использования нанотехнологий. В обоих случаях отсутствуют указания на особенности, связанные с уникальностью явлений и происходящие в пределах наномасштаба. Кроме того, определение, представленное в Программе развития нанотехнологий, несет новую информацию о характеризующем явлении и формулируется исходя из свойств и признаков одного порядка. Это делает его максимально абстрактным и лишает какого бы то ни было уровня операциональности.

С целью преодоления отмеченных выше проблем и выработки такого определения нанотехнологий, которое позволило бы отразить их специфический характер и могло бы быть использовано в сфере статистического наблюдения, а также на научно-технологической и инновационной политики, нами была предпринята попытка синтеза эффективных элементов различных существующих подходов. Результатом соответствующих методических усилий стала новая версия базового определения нанотехнологий, которая прошла обсуждение в целом ряде представительных аудиторий, включая специализированные экспертные совещания и фокус-группы, рабочую группу Научно-координационного совета ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» по направлению «Индустрия наносистем и материалов», редколлегию журнала «Российские нанотехнологии», первый и второй Международные фору-

мы по нанотехнологиям и т.п. Финальный вариант предлагаемого определения выглядит следующим образом...

Под нанотехнологиями предлагается понимать 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.

Данное определение учитывает комплексный научно-технологический характер рассматриваемого явления, указывает на специфическую размерность и управляемость основных процессов, подчеркивает их определяющее влияние на свойства создаваемых продуктов и отношение к рыночной новизне. Оно может быть использовано для целей проведения на научно-технической экспертизе, формулирования критериев отбора и оценки отдельных проектов, связанных с нанотехнологиями, организации статистического наблюдения в этой сфере.

Предложенное определение было рассмотрено правлением Государственной корпорации «Роснано» в сентябре 2009 г. и принято в качестве рабочего.

Как уже было отмечено выше, междисциплинарный характер нанотехнологий обуславливает целесообразность дополнения базового их определения списочным, которое охватило бы научно-технологические направления, объединенные общим понятием «нанотехнологии». В ходе работы были выделены семь таких крупных направлений, которые составляют списочное определение и образуют основу проекта классификации направлений нанотехнологий.

КЛАССИФИКАЦИЯ НАПРАВЛЕНИЙ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Как и в случае с определениями, классификации направлений нанотехнологий в настоящее время находятся в процессе формирования. Прежде всего, это связано с отсутствием международных терминологических стандартов в сфере нанотехнологий. Большинство материалов Рабочей группы ISO по стандартизации наноразмерных объектов и процессов носят предварительный характер*, а российские стандарты, согласно проекту Программы стандартизации в нанотехнологиях, должны быть разработаны в период с 2010 по 2014 г., в зависимости от направления.

Как было отмечено выше, формированию классификационных группировок предшествует выработка общего (базового) определения нанотехнологий. Затем предстоит идентифицировать ключевые области анализа, которые должны быть описаны с помощью ограниченного набора основных определений, и структурировать их с выделением самостоятельных подгрупп, описывающих выбранную область. Подобного рода подходы к группировке направлений нанотехнологий уже представлены в нормативных документах международных организаций, а также в материалах национальных органов научно-технической политики и статистических служб (табл. 3).

Работа ISO по формированию терминологии и стандартов в сфере нанотехнологий сосредоточена на определении базовых

ТАБЛИЦА 2 | Российские определения нанотехнологий

| Документ | Определение |
|---|--|
| Концепция развития в Российской Федерации работ в области нанотехнологий на период до 2010 года | Нанотехнологии – это совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность контролируемым образом создавать и модифицировать объекты, включающие компоненты с размерами менее 100 нм, имеющие принципиально новые качества и позволяющие осуществлять их интеграцию в полноценно функционирующие системы большего масштаба; в более широком смысле этот термин охватывает также методы диагностики, характеристики и исследований таких объектов. |
| Программа развития нанотехнологий в Российской Федерации до 2015 года | Нанотехнологии – технологии, направленные на создание и эффективное практическое использование нанобъектов и наносистем с заданными свойствами и характеристиками. |

* К настоящему моменту опубликованы проекты трех основных стандартов: терминология и определения нанобъектов в части наночастиц, нановолокон и нанопластин (ISO/TS 27687:2008), принципы безопасности и защиты здоровья при использовании нанотехнологий в профессиональной деятельности (ISO/TR 12885:2008), определения углеродных нанобъектов (ISO/TS 80004-3:2010). Практически завершена работа над проектом методологии классификации и категоризации наноматериалов (ISO/TR 11360: 2010).

ТАБЛИЦА 3 | Примеры группировок основных направлений нанотехнологий

| Статистическая служба Канады | ЕРО | ISO | NRNC | Статистическая служба Австралии | ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2010 годы» |
|------------------------------|--|--------------------------|--------------------------------------|---|--|
| Нанопотоника | Нанобиотехнологии | Нанобиотехнологии | Электроника | Нанотехнологии для окружающей среды | Наноэлектроника |
| Наноэлектроника | Нанотехнологии для обработки, хранения и передачи информации | Наноэлектроника | Оптоэлектроника | Молекулярная и органическая электроника | Наноинженерия |
| Нанобиотехнологии | Нанотехнологии для материалов и науки о земле | Наномедицина | Медицина и биотехнологии | Нанобиотехнологии | Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества |
| Наномедицина | Нанотехнологии для распознавания, взаимодействия и манипулирования | Нанометрология | Измерение и производство | Наноэлектромеханические системы | Функциональные наноматериалы для энергетики |
| Наноматериалы | Нанооптика | Нанооптика | Охрана окружающей среды и энергетика | Наноэлектроника | Функциональные наноматериалы для космической техники |
| Квантовые вычисления | Наномагнетизм | Нанопотоника | Наноматериалы | Выращивание, сборка и производство наноструктур | Нанобиотехнологии |
| Самосборка | | Нанотоксикология | | Производство нанопродукции | Конструкционные наноматериалы |
| Инструменты | | | | Наноматериалы | Композитные наноматериалы |
| Прочее | | | | Наномедицина | Нанотехнологии для систем безопасности |
| | | | | Нанометрология | |
| | | | | Нанопотоника | |
| | | | | Нанодиагностика | |
| | | | | Нанотоксикология, здоровье и безопасность | |
| | | | | Прочее | |

Жирным шрифтом выделены направления, названия которых совпадают во всех рассматриваемых примерах, курсивом – направления, близкие по содержанию.

понятий, установлении критериев различения технологических и производственных нанопроцессов, выявлении подходов и требований к измерению, построению классификации наноматериалов, устройств и других «нанотехнологических» приложений.* Статистические службы Канады и Австралии решают задачи сбора данных о состоянии сферы на уки и технологий в своих странах, включая развитие системы индикаторов для охвата соответствующих возникающих областей знания. Наконец, патентные службы с помощью классифи-

кационных группировок осуществляют регистрацию новых и маркировку уже зарегистрированных объектов интеллектуальной собственности, имеющих отношение к нанотехнологиям. Каждая из перечисленных задач требует специальных усилий по кодификации и классификации часто очень разных процессов и объектов, связанных с нанотехнологической волной.

Независимо от целей деятельности организаций, работающих в области стандартизации, классификации и статистики, объектом их внимания являются направления применения либо использования нанотехнологий, среди которых можно выделить ряд общих позиций. Так, ISO предусматривает на верхнем уровне семь направлений, тогда как в классификациях статистических служб Канады и Австралии их, соответственно, девять и четырнадцать. Варианты, предложенные ЕРО и Центром исследований нанотехнологий Японии (NRNC), – причем последний стал базовым для отбора патентных классов, связанных с нанотехнологиями, в Международной патентной

* См. материалы выступления К. Уиллиса на секции «Форсайт, дорожные карты и индикаторы в области нанотехнологий и наноиндустрии» Первого международного форума по нанотехнологиям (2008 г.): http://rusnanotech08.rusnanoforum.ru/sadm_files/Presentations/4%20december/Hall%203/Nanotechnology%20measurements%20and%20indicators/2.%20Clive%20Willis%20ISO.ppt

Обзор материалов секции представлен в [17], рабочий план ISO в [18].

классификации, — включают по шесть направлений. В России ключевым документом, охватывающим собирательную группировку тематических направлений деятельности в сфере нанотехнологий, является ФЦП «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2010 годы». Она предусматривает девять позиций, пять из которых можно объединить в категорию наноматериалов, представленную в том или ином виде в каждом из рассматриваемых примеров. Кажущееся исключение составляет вариант ISO, однако при более детальном знакомстве с рабочими документами организации выясняется, что наноматериалы выделены в них в качестве самостоятельного подраздела, который является сквозным для всей классификации. К числу обязательных для всех рассматриваемых подходов направлений относятся также наноэлектроника, нанофотоника (в ряде случаев она связана с нанооптикой), нанобиотехнологии и наномедицина. Отдельно рассматриваются технологические процессы и инструменты, ориентированные на создание, измерение, стандартизацию и производство в сфере нанотехнологий. В некоторых случаях в качестве самостоятельных групп представлены нанотехнологии выращивания и самосборки наноматериалов и наноструктур, методы диагностики и манипулирования нанообъектами, обеспечения безопасности здоровья и окружающей среды.

Для построения проекта российской классификации направлений нанотехнологий (КНН) нами была предпринята попытка обобщить указанные подходы и сформировать систему, открытую для дальнейшего расширения и детализации. Назначением такой классификации является, прежде всего, решение задач в области учета, анализа и стандартизации на учной, научно-технической, инновационной и производственной деятельности в сфере нанотехнологий. Классификация может быть также использована для отбора и экспертизы проектов, оценки деятельности в области защиты прав интеллектуальной собственности, проведения статистических исследований, унификации научно-технической или иной информации в этой области. Все это должно обеспечить структурированное описание нанотехнологий как научно-технологической и экономической сферы, способствовать выработке приоритетов, формированию и реализации политики, основанной на фактах.

В результате работы были выделены семь основных направлений нанотехнологий: наноматериалы, наноэлектроника, нано-

ТАБЛИЦА 4 | Общая структура классификации направлений нанотехнологий (КНН)

| Код КНН | Наименование научно-технологического направления |
|---------|--|
| T.01 | Наноматериалы |
| T.02 | Наноэлектроника |
| T.03 | Нанофотоника |
| T.04 | Нанобиотехнологии |
| T.05 | Наномедицина |
| T.06 | Методы и инструменты исследования и сертификации наноматериалов и наноустройств |
| T.07 | Технологии и специальное оборудование для создания и производства наноматериалов и наноустройств |
| T.09 | Прочие направления |

фотоника, нанобиотехнологии, наномедицина, наноинструменты (нанодиагностика), технологии и специальное оборудование для создания и производства наноматериалов и наноустройств. Для каждого из выделенных направлений были сформулированы соответствующие определения и предложено первичное наполнение (как правило, от трех до пяти групп технологий). Для уточнения наименований классификационных позиций и определений широко использовались материалы административных источников, базы данных научных публикаций и патентов и т.п. Комбинация материалов позволила получить разнообразную информацию о возможных подходах к выявлению направлений применения нанотехнологий и предложить проект их классификации. Кроме того, для оценки полноты и адекватности разработанного перечня направлений, уточнения их наименований, определений и последовательности, проверки корректности формулировок была сформирована группа, включавшая более пятидесяти экспертов из различных областей науки и производства. Проводились и дополнительные обсуждения с участниками рабочей группы Научно-координационного совета ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направ-

Конкурс science fiction



В рамках Всероссийского конкурса «Наука – обществу» журнал «Российские нанотехнологии» учредил специальную номинацию «Nanofiction». Она предназначена для рассказов и повестей в жанре science fiction, на создание которых авторов вдохновили нанотехнологии. Нам интересно узнать, как люди будущего могут использовать существующие нанотехнологии, какие открытия нас ожидают и какие опасности они нам несут. Работы принимаются до 15 сентября 2010 года. Итоги конкурса станут известны в октябре во время октябрьского Фестиваля науки в Москве. Победителя ожидает ценный приз от жюри – редколлегия журнала. Размер материала для номинации «Nanofiction» – от 6000 до 30 000 знаков. Ждем ваши рассказы по адресу sf@strf.ru
 Подробные условия участия в конкурсе читайте на www.strf.ru

TheGromVermir / Tudor



лениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» по направлению «Индустрия наносистем и материалов», ведущими специалистами РАН, Российского фонда фундаментальных исследований, Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Российского научного центра «Курчатовский институт», членами редколлегии журнала «Российские нанотехнологии» и др. Формирование проекта классификации осуществлялось в тесном сотрудничестве с Росстатом и Департаментом научно-технической экспертизы ГК «Роснотех». В процессе работы и по ее итогам прошли обсуждения в Минобрнауки России.

Проект классификации направлений имеет двухуровневую иерархическую структуру с использованием последовательного метода кодирования (табл. 4). Используемый при этом буквенно-цифровой код имеет следующую формулу:

$T + XX + XX$,

где: Т – индекс латинского алфавита, указывающий на принадлежность кода к классификации КНН; X – символ, обозначающий разряды цифровой части кода.

На первом уровне классификационного деления (Т.ХХ) представлены основные научно-технологические направления, на втором (ТХХ.ХХ) – группы технологий.

В справочных целях в КНН также приводятся дополнительные группировки. Они представлены на более низких уровнях для уточнения состава групп технологий и увязки с продуктами (услугами), производимыми на их основе. Их нумерация ведется сплошным списком.

Далее представлено общее описание состава основных направлений нанотехнологий.

T.01. Наноматериалы (в том числе наноструктуры) – на учено-исследовательское направление, связанное с изучением и разработкой объемных материалов пленок и волокон, макроскопические свойства которых определяются химическим составом, строением, размерами и/или взаимным расположением наноразмерных структур.

Объемные наноструктурированные материалы могут быть упорядочены в рамках направления по типу (наночастицы, нанопленки, нанопокртия, гранулированные наноразмерные материалы и др.) и по составу (металлические, полупроводниковые, органические, углеродные, керамические и др.). Сюда входят также наноструктуры и материалы, выделяемые по общефункциональному признаку, например детекторные и сенсорные наноматериалы.

В данное направление не включаются наноматериалы, имеющие узкое функциональное назначение. Так, наноматериала-

лы, полученные с использованием биотехнологий, относятся к направлению нанобиотехнологий, а полупроводниковые наногетероструктуры (квантовые точки) – к направлению нанoeлектроники.

T.02. Нанoeлектроника – область электроники, связанная с разработкой архитектур и технологий производства функциональных устройств электроники с топологическими размерами, не превышающими 100 нм (в том числе интегральных схем), и приборов на основе таких устройств, а также с изучением физических основ функционирования указанных устройств и приборов.

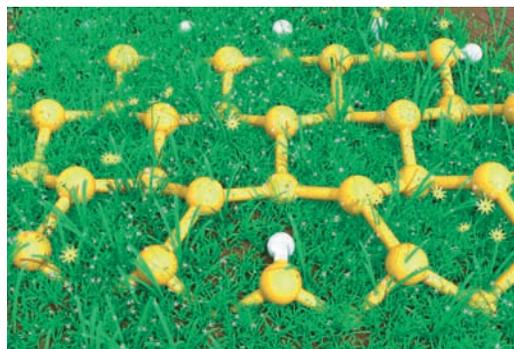
Данное направление охватывает физические принципы и объекты нанoeлектроники, базовые элементы вычислительных систем, объекты для квантовых вычислений и телекоммуникаций, а также устройства сверхплотной записи информации, нанoeлектронные источники и детекторы. В его состав не входят наночастицы и наноструктурированные материалы общего или многоцелевого назначения. В частности, металлические наноструктурированные материалы относятся к направлению наноматериалов.

T.03. Нанofотоника – область фотоники, связанная с разработкой архитектур и технологий производства наноструктурированных устройств генерации, усиления, модуляции, передачи и детектирования электромагнитного излучения и приборов на основе таких устройств, а также с изучением физических явлений, определяющих функционирование наноструктурированных устройств и протекающих при взаимодействии фотонов с наноразмерными объектами.

К этому направлению относятся физические основы генерации и поглощения излучения в различных диапазонах, полупроводниковые источники и детекторы электромагнитного излучения, наноструктурированные оптические волокна и устройства на их основе, светодиоды, твердотельные и органические лазеры, элементы фотоники и коротковолновой нелинейной оптики.

T.04. Нанобиотехнологии – целенаправленное использование биологических макромолекул и органелл для конструирования наноматериалов и наноустройств.

Нанобиотехнологии охватывают изучение воздействия наноструктур и материалов на биологические процессы и объекты с целью контроля и управления их биологическими или биохимическими свойствами, а также создание с их помощью новых объектов и устройств с заданными биологическими или биохимическими свойствами.



российский электронный
НАНОЖУРНАЛ

»nanorf.ru

новости • ана литика • к арьера

Нанобиотехнологии представляют собой узкую синтетическую область, объединяющую биоэлектромеханические машины, нанобиоматериалы и наноматериалы, полученные с использованием биотехнологий. Данное направление включает еще и такие области, как нанобиоэлектроника и нанобиофотоника.

T.05. Наномедицина — практическое применение нанотехнологий в медицинских целях, включая научные исследования и разработки в области диагностики, контроля, адресной доставки лекарств, а также действия по восстановлению и реконструкции биологических систем человеческого организма с использованием наноструктур и наноустройств.

К этому направлению относятся медицинские методы диагностики (включая методы интроскопических исследований/визуализации и молекулярно-биологические методы исследований с применением наноматериалов и наноструктур), нанотехнологии терапевтического и хирургического назначения (методы клеточной и генной терапии с использованием наноматериалов, применение лазеров в микро- и нанохирургии, медицинские нанороботы и др.), тканевая инженерия и регенеративная медицина, нанотехнологии в фармакологии, фармацевтике и токсикологии.

T.06. Методы и инструменты исследования и сертификации наноматериалов и наноустройств — устройства и приборы, предназначенные для манипулирования наноразмерными объектами, измерения, контроля свойств и стандартизации производимых и используемых наноматериалов и наноустройств.

Это направление, иногда именуемое как «наноинструменты», охватывает инфраструктуру для сферы нанотехнологий в части аналитического, измерительного и иного оборудования; методы диагностики, исследования и сертификации свойств наноструктур и наноматериалов, в том числе контроль и тестирование их биосовместимости и безопасности. Отдельную группу в рамках данного направления образуют компьютерное моделирование и прогнозирование свойств наноматериалов.

T.07. Технологии и специальное оборудование для опытного и промышленного производства наноматериалов и наноустройств — область техники, связанная с разработкой технологий и специального оборудования для производства наноматериалов и наноустройств.

Данное направление включает методы производства наноструктур и материалов (в том числе методы нанесения и формирования наноструктур и наноматериалов) и приборостроение для наноиндустрии. Сюда не включается оборудование, являющееся частью исследовательской инфраструктуры, а также произведенные наноматериалы и наноструктуры, являющиеся одним из продуктов производства.

T.09. Прочие направления охватывают научно-технологические направления и процессы, связанные с нанотехнологиями и не включенные в другие группировки. В их числе — общие вопросы безопасности наноматериалов и наноустройств (при этом методы контроля и тестирования безопасности наноматериалов отнесены к направлению T.06), наноэлектромеханические системы, трибология и износостойкость наноструктурированных материалов и др.

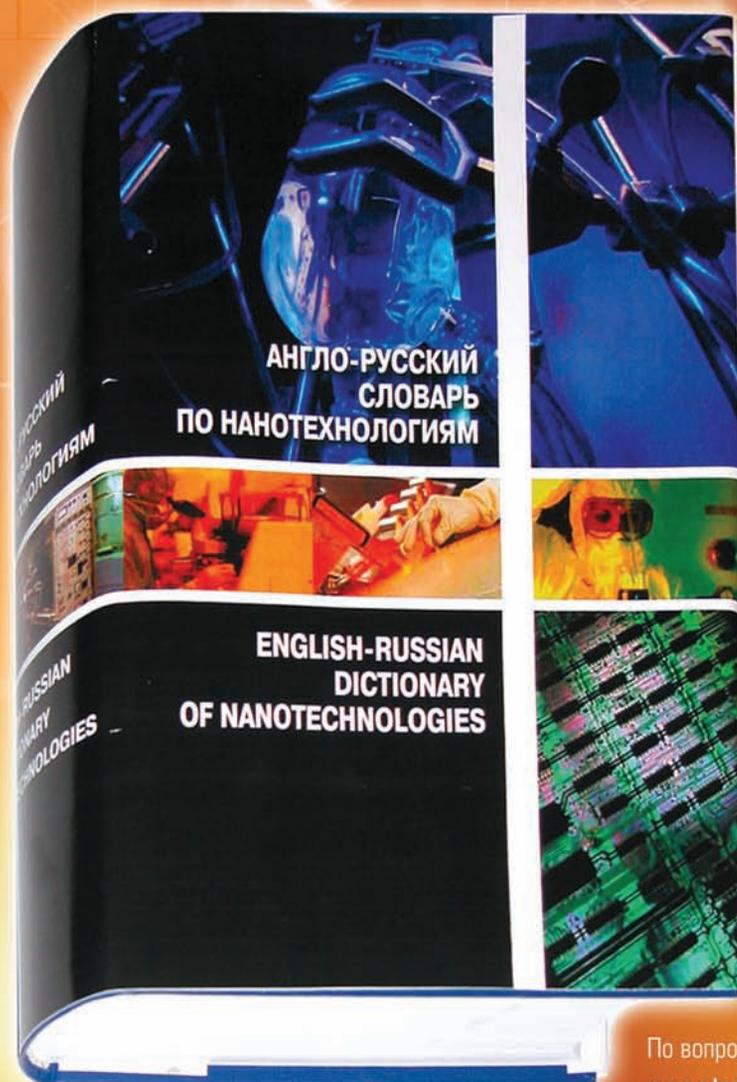
В заключение следует подчеркнуть, что предложенные общее определение нанотехнологий и проект классификации направлений нанотехнологий призваны дать ответ на ключевые вызовы, обозначив границы и внутреннюю структуру этой слабо структурированной междисциплинарной области, обладающей высокой динамикой развития и неочевидными социально-экономическими последствиями. Определение фокусируется на отличительных особенностях нанотехнологий как научно-исследовательской, технологической и производственной сферы. Классификация, описывающая семь основных направлений нанотехнологий, сформирована на базе опыта ведущих международных организаций в области стандартизации и статистики и может служить инструментом для описания сферы нанотехнологий, формирования государственных информационных ресурсов и получения достоверной статистической информации о состоянии и развитии научных исследований и разработок в сфере нанотехнологий.

Литература

1. Игами М., Окаэки Т. Современное состояние сферы нанотехнологий: анализ патентов // Форсайт. 2008. № 3 (7). С. 32–43.
2. PCAST. The national nanotechnology initiative at five years: Assessment and recommendations of the National Nanotechnology Advisory Board. PCAST. 2005.
3. Roco M.C. National nanotechnology initiative: Past, present and future / Handbook on nanoscience, engineering and technology. Ed. Goddard, W.A et al. CRC, Taylor and Francis, Boca Raton and London, 2007. P. 3.1–3.26.
4. Хульман А. Экономическое развитие нанотехнологий: обзор индикаторов // Форсайт. 2009. № 1 (9). С. 31–32.
5. Kamei S. Promoting Japanese style nanotechnology enterprises. Mitsubishi Research Institute, 2002.
6. Lux Research. The Nanotech Report. Lux Research Inc. 2006.
7. Lipsey R., Carlaw K., Bekar C. Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth. Oxford University Press, 2005. P. 87, 110, 131, 212–218.
8. Youtie J., Iacopetta M., Graham S. Assessing the nature of nanotechnology: can we uncover an emerging general purpose technology? // Journal of Technology Transfer. 2008. Vol. 33. P. 315–329.
9. Тодуа П.А. Метрология в нанотехнологии // Российские нанотехнологии. 2007. Т. 2, № 1–2. P. 61–69.
10. RAS/RAE. Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties. The Royal Society and The Royal Academy of Engineering. 2004.
11. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи. / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2004. С. 20–22.
12. Игами М. Библиометрические индикаторы: исследования в области нанонауки // Форсайт. 2008. № 2 (6). С. 36–45.
13. Kearnes M. Chaos and Control: Nanotechnology and the Politics of Emergence // Paragraph. 2006. № 29. P. 57–80.
14. Huang C., Notten A., Rasters N. Nanoscience and technology publications and patents: A review of social sciences and strategies. Working Paper Series 2008-058. MERIT, 2008.
15. Miyazaki K., Islam N. Nanotechnology systems of innovation — An analysis of industry and academia research activities // Technovation. 2007. № 27. P. 661–675.
16. OECD. Working Party on Nanotechnology. Nanotechnology at a glance: Part I «Market for ecasts, R&D, patents and innovations». Project A «Indicators and statistics». OECD. Paris. 2009.
17. Форсайт, дорожные карты и индикаторы в области наноиндустрии // Форсайт. 2009. № 1(9). С. 69–77.
18. ISO. Business plan ISO/TC 229. Nanotechnologies. Draft. 23.04.2007.

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
тел.: +7 (495) 5850539

Роль центров коллективного пользования научным оборудованием в развитии нанотехнологий в Российской Федерации

П.К. Кашкаров

Заместитель директора –
главный ученый секретарь
РНИЦ «Курчатовский институт»
Д.ф.-м.н., профессор Московского
государственного университета
имени М.В. Ломоносова

По статистике РНИЦ «Курчатовский институт», организации, работающие в режиме центров коллективного пользования научным оборудованием, решают три четверти задач в области нанотехнологии в России.

Целью данной работы был анализ роли центров коллективного пользования научным оборудованием (ЦКП) в развитии нанотехнологий в Российской Федерации. Статистика данных собрана специалистами РНИЦ «Курчатовский институт» при выполнении работ по контракту от 11 ноября 2008 г. № 0 1.648.12.3018 «Формирование и актуализация перечня измерительных потребностей российской nanoиндустрии» в рамках Федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры nanoиндустрии в Российской Федерации на 2008–2010 годы».

В данной работе проанализирован обширный парк имеющегося оборудования в области нанотехнологий. Необходимо отметить, что информация об измерительных возможностях и потребностях была получена в результате анкетированного опроса организаций nanoиндустрии и потому носит в большей степени заявительный характер. Вместе с тем в настоящей работе также учитывалась объективная информационно-аналитическая составляющая, а именно база данных по приборам и оборудованию для научных исследований, в том числе технологическому, сформированная Федеральным агентством по науке и инновациям в рамках мероприятий по развитию сети центров коллективного пользования научным оборудованием. В связи с этим представленные данные можно считать достаточно объективными.

Следует подчеркнуть, что Федеральное агентство по науке и инновациям проделало исключительно полезную и колоссальную работу по созданию сети центров коллективного пользования научным оборудованием. На сегодняшний день и в про-



Илья Соловей

Павел Кашкаров: «Сегодня и в провинциальных, и в центральных университетах уже не чувствуется такого серьезного проблемного положения с исследовательским научным оборудованием, как в последнем десятилетии прошлого века»

винциальных, и в центральных университетах уже не чувствуется такого серьезного проблемного положения с исследовательским научным оборудованием, как в последнем десятилетии прошлого века. Все центры достаточно хорошо оснащены в рамках своей специализации и успешно выполняют ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских задач.

Идея центров коллективного пользования не нова: весь развитый мир, в котором не было такой серьезной потери научного потенциала, как в Российской Федерации в 90-х годах XX столетия, идет по пути создания сети ЦКП. Например, в США система коллективного пользования научным оборудованием сформировалась в 30-х годах прошлого века. Она представлена национальными лабораториями Соединенных Штатов, которые работают в режиме коллективного пользования. Известно, что более 70 американских лауреатов Нобелевских премий выполнили свои ключевые работы с использованием оборудования этих национальных лабораторий.

Наряду с безусловными достижениями последних лет в части оснащения и под-

держки сети ЦКП, отметим, что, на наш взгляд, в Российской Федерации система оказания услуг центрами коллективного пользования научным оборудованием сторонним организациям недостаточно отлажена. По данному вопросу можно выделить два основных подхода.

Американские национальные лаборатории нацелены на получение в качестве результата новых знаний и технологий. Специальная комиссия отбирает перспективные заявки пользователей на проведение приоритетных инновационных исследований. Отобранные работы бесплатно выполняются на оборудовании национальных лабораторий, и в итоге создается интеллектуальный продукт, который может быть запатентован и коммерциализован. Ввиду особой важности некоторых проектов такого характера пользователь получает даже определенную часть необходимого финансирования его деятельности, в том числе на оплату жилья и питания при национальных лабораториях.

Второй подход присущ европейскому научно-технологическому сообществу. Там есть целый ряд центров коллективного пользования, где приходится платить за использование оборудования или выполнение заказных исследований на коммерческих принципах в соответствии с хорошо организованной системой подачи заявок и оказания услуг. Представляется целесообразным на основании двух указанных подходов определиться с принципами оказания услуг ЦКП российским организациям и разработать эффективную систему приема и обработки заявок пользователей, с учетом постоянного финансирования деятельности ЦКП из госбюджета.

В рамках выполнения вышеуказанного контракта было опрошено 136 организаций nanoиндустрии. При этом 102 из них заявили, что располагают центрами коллективного пользования научным оборудованием. Это

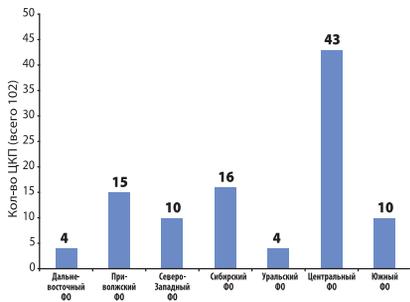


РИСУНОК 1 | Распределение организаций, имеющих ЦКП, по федеральным округам

число больше количества ЦКП, созданных и поддерживаемых Федеральным агентством по науке и инновациям, что дает представление о существовании других центров, сформированных на добровольных началах, по крайней мере, согласно заявлениям опрошенных организаций. На рис. 1 представлено распределение организаций по федеральным округам, которые заявили о том, что в их составе есть центры коллективного пользования, а рис. 2 демонстрирует долю опрошенных организаций по каждому федеральному округу, имеющих такие центры. Видно, что в ряде регионов практически все из опрошенных организаций обозначили наличие в их составе центров коллективного пользования, что свидетельствует о региональной доступности предоставляемых ими услуг.

С точки зрения эффективности предоставления услуг нецелесообразно ограничивать функции ЦКП только измерительными и аналитическими работами — необходимо оснащать центры также лабораторно-технологическим оборудованием для создания и подготовки исследуемых образцов на местах. Эта услуга крайне важна для обеспечения достоверности и воспроизводимости результатов измерений и решения проблемы нежелательной транспортировки

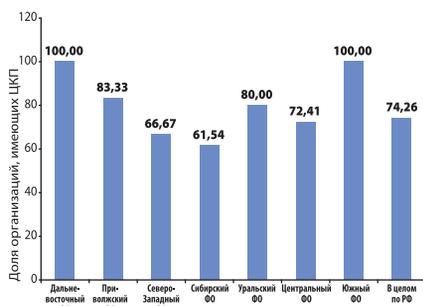


РИСУНОК 2 | Доля организаций, имеющих ЦКП

образцов к месту проведения исследований. В связи с этим был проанализирован парк технологического оборудования, имеющегося в центрах коллективного пользования и относящегося к таким известным технологиям, как молекулярно-лучевая эпитаксия, наноструктурирование сфокусированными ионными пучками, литография, коллоидная химия, технологии Ленгмюра-Блоджет, нанопечать, осаждение из плазмы и из газовой фазы.

На рис. 3 показано, как распределяется данное оборудование по федеральным округам: голубые столбики — количество установок, красные — количество центров коллективного пользования, обладающих

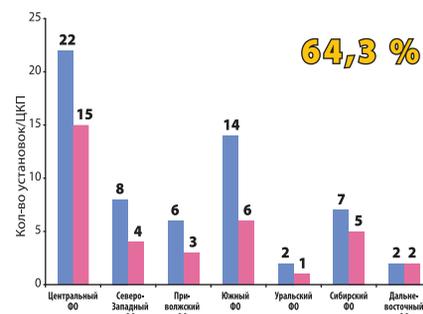


РИСУНОК 3 | Распределение имеющегося в ЦКП технологического оборудования по федеральным округам

сих таким оборудованием. Желтым цветом на рис. 3, здесь и далее, выделен показатель, обозначающий долю ЦКП, обладающих оборудованием данного типа в целом по Российской Федерации. Видно, что уже 64 % центров обладают средствами создания наносистем — весьма неплохой показатель для того, чтобы выполнять научно-исследовательские и даже опытно-конструкторские работы.

Далее был проанализирован уровень оснащения ЦКП аналитическим оборудованием для исследования известной триады характеристик нанобъектов: структуры, состава, свойств. Среди методов анализа структуры наносистем в первую очередь стоит выделить уникальные методы, связанные с использованием синхротронного излучения, проводимые на специализированных источниках — кольцевых ускорителях электронов. Данное уникальное крупномасштабное исследовательское оборудование есть только в РНЦ «Курчатовский институт» (о чем будет отмечено подробнее ниже) и в сибирском Институте ядерной физики им. Будкера СО РАН. В Зеленограде

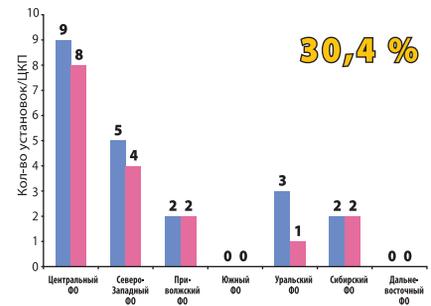


РИСУНОК 4 | Распределение имеющегося в ЦКП оборудования просвечивающей электронной микроскопии по федеральным округам

источник синхротронного излучения в настоящее время находится в завершающей стадии строительства. Все источники такого рода функционируют в режиме Центров коллективного пользования.

На рис. 4 приведены данные по просвечивающей электронной микроскопии. Это довольно дорогая техника, требующая квалифицированного персонала и сложной системы пробоподготовки. Поэтому не каждый из центров коллективного пользования оснащен таким оборудованием.

На рис. 4 по-прежнему голубые столбцы показывают количество приборов, а красные — количество центров, обладающих данной техникой. Видно, что около 30 % опрошенных организаций и их ЦКП располагают просвечивающими электронными микроскопами. Стоит отметить, что в РНЦ «Курчатовский институт» создана лаборатория электронной микроскопии, одна из лучших в Европе. Помимо приборов сканирующей микроскопии (Helios с ионными пучками) есть два прибора, лучших на сегодняшний день, — это просвечивающие микроскопы Titan с разрешением примерно 0,7–0,8 ангстрем. Оба запущены, великолепно работают и демонстрируют показатели даже выше паспортных.

Сканирующие растровые микроскопы, безусловно, менее дорогие приборы и распространены существенно шире по центрам коллективного пользования. На рис. 5 приведено распределение данной техники по округам, в центрах коллективного пользования. Видно, что 43 % из них обладают такими приборами.

К оборудованию, на котором получают структурную информацию, можно отнести атомно-силовые и магнитно-силовые микроскопы. Таких приборов по всем опрошенным организациям в среднем 44,5 %, то есть примерно поло-

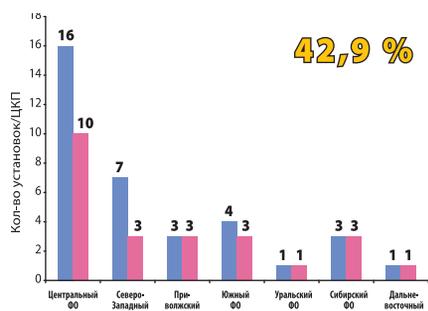


РИСУНОК 5 | Распределение имеющихся в ЦКП сканирующих растровых микроскопов по федеральным округам

вина ЦКП обладает такой техникой. Также к методам, дающим определенную структурную информацию, могут быть отнесены методы оптической микроскопии высокого разрешения и методы динамического и статического светорассеяния, которые дают нам распределение частиц в жидкости по размерам. Показатели, демонстрирующие оснащенность ЦКП в целом по РФ данной техникой, ниже: 18 % и 5 % соответственно. Особенно по динамическому светорассеянию (всего 5 %), но это может быть обусловлено как специфичностью решаемых задач, так и неполнотой статистики по данному типу оборудования: не все организации посчитали необходимым указать наличие у них такой мелкогабаритной и относительно недорогой техники.

Рентгеновская электронная дифракция тоже даст информацию о структуре объектов. Так же, как на предыдущих диаграммах, данные приведены по отдельным округам (рис. 6).

В целом по России более 50 % центров коллективного пользования, участвовавших в опросе, обладают такой техникой. Это довольно высокий показатель оснащенности. В то же время необходимо отметить, что в основном оборудование представлено только в европейской части России, тогда как в Уральском, Сибирском и Дальневосточном округах приборов данного типа явно недостаточно.

Теперь рассмотрим оснащенность ЦКП оборудованием, определяющим состав исследуемых объектов. Анализ распространенности масс-спектрометрических методов показывает, что в данной области дело также обстоит неплохо: около 43 % опрошенных центров обладают такой техникой, причем ее распределение по территории Российской Федерации довольно равномерное (рис. 7).

Что касается оборудования, использующего электронные пучки и рентге-

новскую фотоэлектронную спектроскопию, то в этом случае процент оснащенных ЦКП немного ниже, потому что и техника данного типа дороже, и нужны специалисты соответствующего профиля: 37 % центров оснащены этими приборами.

Оптическая и рентгеновская спектрометрия, спектрофотометрия, а также инфракрасная спектроскопия могут использоваться для определения состава не отдельных наночастиц, а массива наноструктур. Данные методы применяют 82 % и 46 % центров коллективного пользования соответственно. Кроме того, известно, что практически все электронные микроскопы оснащены системой энергодисперсионного анализа и другими аналитическими

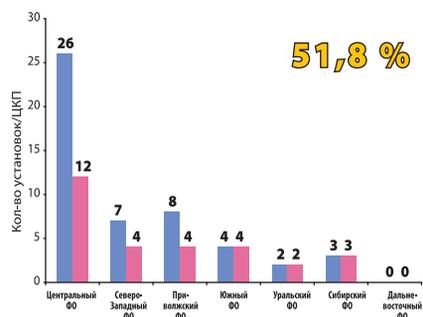


РИСУНОК 6 | Распределение имеющихся в ЦКП приборов рентгеновской электронной дифракции по федеральным округам

системами, которые также позволяют получать данные о составе микро- и нанообъектов.

К методам определения состава, безусловно, относится хроматография. 41 % центров коллективного пользования, которые были опрошены, располагают такой техникой.

Следует отметить, что в целом распределение по территории РФ различных видов аналитического оборудования ЦКП по определению состава объектов является довольно равномер-

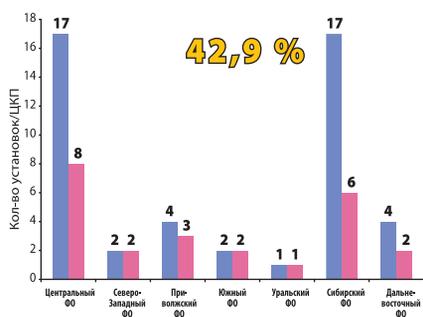


РИСУНОК 7 | Распределение имеющихся в ЦКП приборов масс-спектрометрических методов исследования по федеральным округам

ном, что свидетельствует о доступности подобного рода услуг для организаций nanoиндустрии.

Представим результаты анализа оснащенности центров коллективного пользования оборудованием по изучению свойств наноструктурированных объектов: колебательного спектра, параметров дефектов, магнитных, электрических и других характеристик. Для исследования свойств биологических систем широко используется техника ядерного магнитного резонанса. Соответствующие количественные данные по такому оборудованию не столь оптимистичны, как с техникой по определению состава. Так, по комбинационному рассеянию 14 % центров заявили, что обладают таким оборудованием; по электронному парамагнитному и ядерному магнитному резонансу — около 20 %.

Когда мы говорим о квантовых точках, магнитных наносистемах, то, безусловно, нужны приборы для измерения малых магнитных полей. Прежде всего для этих целей предназначены СКВИД-магнетометры. Эти приборы не так широко распространены сегодня, потому что требуют гелиевых температур, хотя есть приборы, которые комплектуются криостатами замкнутого цикла. В целом по Российской Федерации показатель оснащенности ЦКП таким оборудованием — 7 %, и не во всех округах такая техника присутствует — по крайней мере, согласно предоставленной центрами информации.

Что касается нанобиотехнологий, то анализировалось, в первую очередь, положение с таким оборудованием, как секвенаторы, приборы для создания белков и кристаллов из них — белковые фабрики, синтезаторы, амплификаторы и т.п. Около 20 % ЦКП располагают одной или несколькими из перечисленных компонент. Это специфическая деятельность, поэтому, конечно, не в каждом центре коллективного пользования есть такая техника. В основном нанобиотехнологические исследования сконцентрированы в Центральном федеральном округе.

К оборудованию по изучению свойств можно также отнести комплекс, выполняющий одновременно аналитические и технологические функции. Среди компаний, производящих отечественное оборудование для нанотехнологий, первое место, безусловно, занимает компания «НТ-МДТ». Она занимается созданием и атомно-силовых, и туннельных микроскопов с любыми модами функ-

ционирования. Надо отметить, что 30 % рынка отечественного наукоёмкого оборудования обеспечивает эта российская компания. Помимо указанной техники, в компании создаются целые комплексы, которые включают как технологическую, так и аналитическую составляющие. Торговое название такого комплекса – «Нанофаб». Он представляет собой модульную систему, содержащую технологическую часть (осаждение из газовой фазы, лазерное напыление, ионные пучки), которую можно наращивать, добавляя другие модули, например молекулярно-лучевой эпитаксии, магнетронного напыления и т.д. Кроме этого, система содержит транспортные каналы для перевода образца в аналитическую часть, которая может содержать модули электронной микроскопии, зондовой микроскопии и целый ряд других аналитических систем. Это удобно для создания по крайней мере прототипов нанотехнологических продуктов.

В заключение проведенного анализа оснащённости центров коллективного пользования научным оборудованием представим некоторые общие данные. Доля средств измерений, приходящаяся на организации, работающие в режиме ЦКП, в среднем по Российской Федерации составляет, согласно анализу собранной информации, около 91 % (рис. 8).

Кроме того, доля задач в области нанотехнологий, приходящаяся на центры коллективного пользования, достигает 78 % (рис. 9).

Таким образом, в Российской Федерации создана разветвленная сеть центров коллективного пользования, значительная часть которых сформирована благодаря программам Федерального агентства по науке и инновациям по созданию и поддержке этих центров, способная решать значительную долю задач в области нанотехнологий. Это колоссальный прогресс по сравнению с ситуацией 90-х годов XX века и огромная работа, которая, безусловно, принесет свои плоды.

Необходимо отметить значимость создания и развития центров коллективного пользования мегаустановками: источниками синхротронного излучения, ядерными реакторами, то есть источниками нейтронов и т.п. Их не так много в России, но они есть. В частности, в РНЦ «Курчатовский институт» построен специализированный ускоритель электронов, предназначенный непосредственно для получения синхротронного излу-

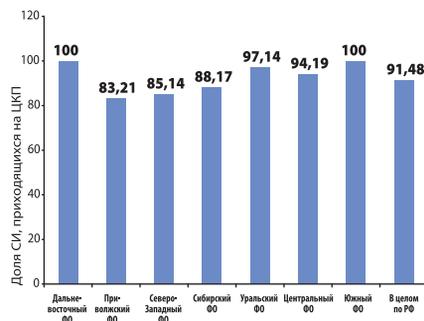


РИСУНОК 8 | Доля средств измерений, приходящаяся на организации, работающие в режиме ЦКП, по федеральным округам

чения и проведения исследований с его помощью различных характеристик объектов, а не для изучения явлений физики высоких энергий. Сегодня этот источник содержит 15 рабочих станций, которые включают в основном разнообразные методы рентгеновской спектроскопии, дифрактометрии, рефрактометрии и т.д. Так как в последнее время была существенно расширена площадь рабочего зала, планируется довести число станций до 40. Такие источники во всем мире работают только в режиме центров коллективного пользования, потому что такую колоссальную машину загрузить в полном

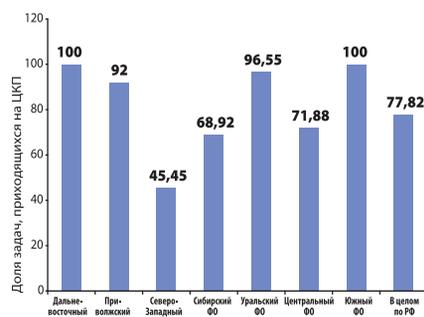


РИСУНОК 9 | Доля задач в области нанотехнологий, приходящаяся на ЦКП, по федеральным округам

объеме научными задачами весьма затруднительно для одной организации и к тому же непропорционально позиции единичности использования госсобственности. В связи с этим работа на мегаустановке сторонних пользователей, безусловно, приветствуется. При этом существует отлаженная система подачи заявок, гармонизированная с международными принципами эксплуатации оборудования такого масштаба.

Центры коллективного пользования располагают огромным набором

современной прецизионной техники, поэтому важно, чтобы в этих центрах создавались метрологические лаборатории. Это измерительные лаборатории, в которых можно осуществлять поверку и калибровку средств измерений, а также испытательные лаборатории, в которых можно проводить испытания продукции и оценивать соответствие имеющимся требованиям безопасности и качества, то есть выполнять работу, необходимую для сертификации продукции. Коль скоро в стране ожидается бурное развитие наноиндустрии и широкое распространение нанотехнологической продукции, то об этом необходимо думать. При этом нецелесообразно создавать отдельную обширную сеть специализированных центров метрологии и сертификации нанопродукции, поскольку все требуемое оборудование есть в центрах коллективного пользования. Для того чтобы придать ЦКП статус измерительных и испытательных лабораторий, надо только снабдить их соответствующей эталонной базой и аттестованными методиками выполнения измерений, необходимыми для получения аккредитации на право осуществления метрологических видов деятельности. Это непростой путь, но он действительно необходим для развития и поддержания зарождающейся наноиндустрии в Российской Федерации.

Наконец, обозначим одну проблему, которая существует для пользователей ЦКП. Имеется в виду проблема организации их проживания. Зачастую ученый, планирующий выполнить определенную многодневную работу в некотором центре коллективного пользования, вынужден закладывать в бюджет расходов также оплату проживания на коммерческих условиях в месте нахождения ЦКП. Эта статья расходов может составлять значительную часть имеющегося бюджета или вообще не может быть включена в структуру расходов гранта на выполнение исследований. Особенно остро эта проблема стоит для ученых, пользующихся услугами ЦКП в крупных городах. Поэтому строительство гостевых домов с льготными условиями размещения исследователей при некоторых центрах коллективного пользования является актуальной задачей. Строительство подобных гостевых домов существенно облегчит жизнь пользователей ЦКП. Это немаловажная проблема, которая во многих странах решается именно таким путем.



Nanobuild.ru

научный интернет-журнал

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.

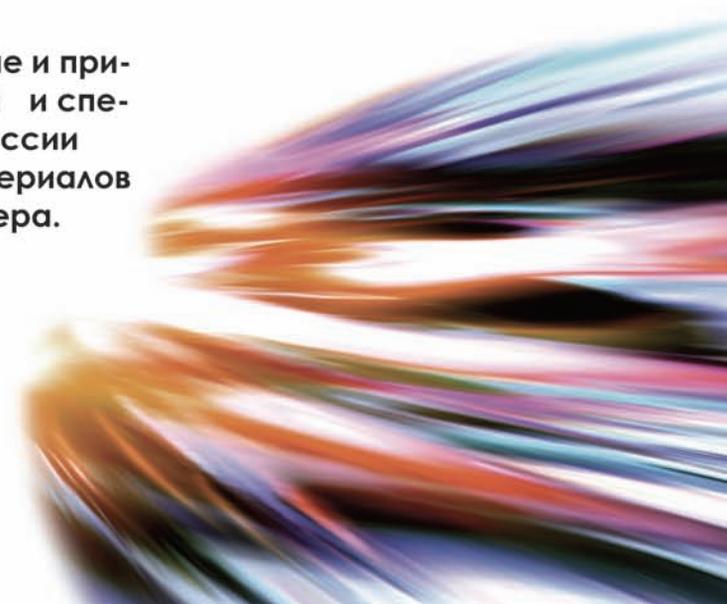
Издание предоставляет возможность для обмена мнениями и получения самой передовой и достоверной информации о наноматериалах и нанотехнологиях.

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

E-mail: info@nanobuild.ru

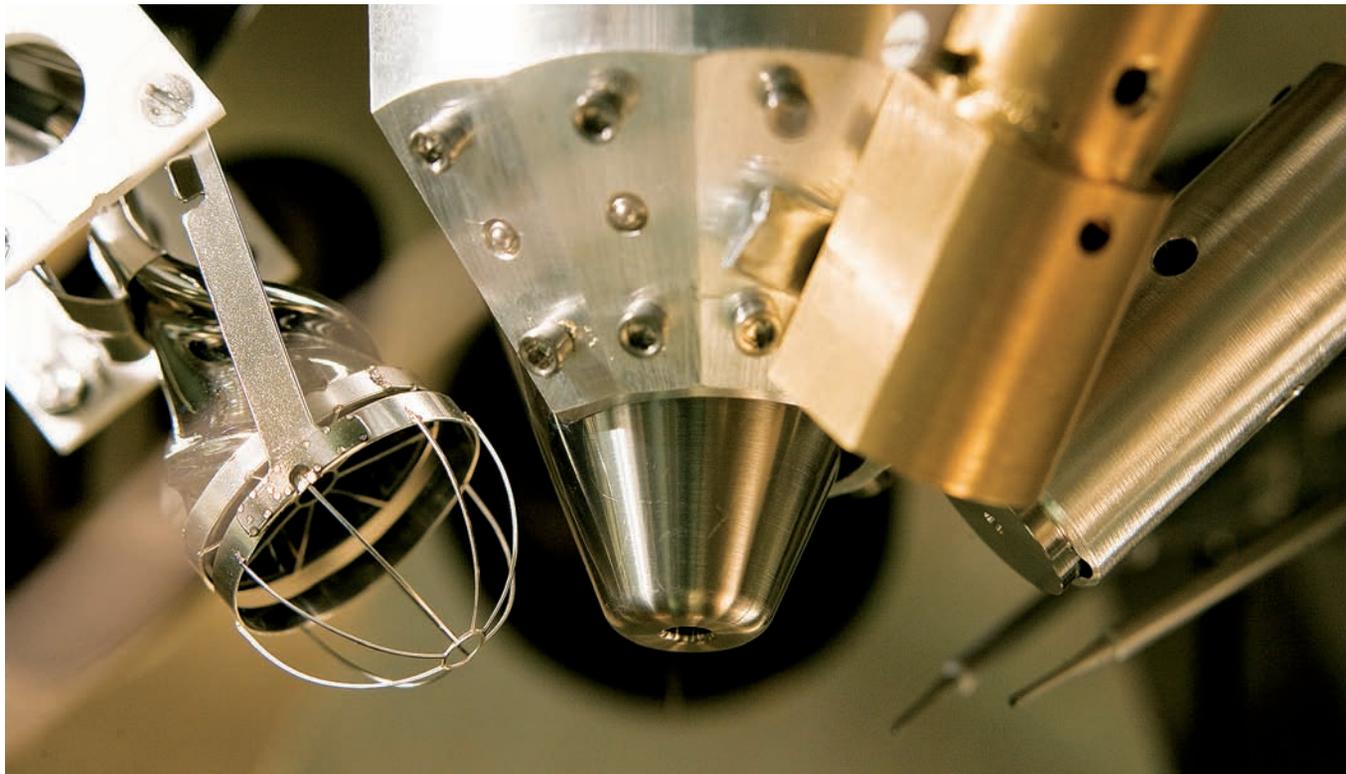
Факс: (498) 646-71-40 (автомат)

www.nanobuild.ru



Каталог нанотехнологических ЦКП

«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»)*.



Илья Соловей

В этом номере мы публикуем сведения о нанотехнологических ЦКП Центрального и Северо-Западного федеральных округов.

Центральный федеральный округ (продолжение)

ЦКП «ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫМИ МЕТОДАМИ И СРЕДСТВАМИ ОПТИКО- ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

Базовая научная организация или вуз, на территории которых располагается ЦКП: Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений. Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2003 г., приказ № 20 от 4 марта 2003 г. Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе института и функционирует в рамках Соглашения о взаимном признании эквивалентности измерений и сертификатов калибровки, внедренного в практику Международным комитетом мер и весов (МКМВ). Приоритетные направления развития науки, технологий и тех-

ники, к которым относятся результаты научных исследований:

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

Общая численность сотрудников ЦКП: 281 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): услугами ЦКП ВНИИОФИ в области метрологического обеспечения пользуются более 300 организаций и предприятий.

Руководитель ЦКП: д.т.н. Иванов Вячеслав Семенович.

Реквизиты ЦКП: 119361, Москва, ул. Озерная, 46, тел.: (495) 437-43-33.

E-mail: pochta@vniiofi.ru

Сайт: http://www.vniiofi.ru/centers_1.html

* При составлении каталога использовались сайты ЦКП, их презентации, материалы информационно-аналитического центра по мониторингу сети ЦКП (ФГУП НИФХИ им. Л.Я. Карпова), другие источники.

Перечень оборудования ЦКП:

- Уникальная база государственных первичных эталонов и установок измерения высокой точности
- Яркометр «АРГУС»
- Рабочий эталон единицы длины и ослабления в световоде
- Рабочий эталон средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи РЭСМ-ВС
- Рабочий эталон средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи РЭСМ-В
- Установка для поверки фотометров лазерной терапевтической аппаратуры УПЛТ-М
- Рабочий эталон единицы поляризационной модовой дисперсии в оптическом волокне
- Рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации
- Рабочий эталон обратных потерь в волоконно-оптических системах передачи РЭОП
- Спектрофотометр УСФ-01
- Рабочий эталон единицы энергии импульсного лазерного излучения РЭЭ
- Рабочий эталон единицы энергии импульсного лазерного излучения РЭЭ-01
- Средство измерений энергии импульсного лазерного излучения проходного типа СИЭП-1
- Средство измерений пространственно-энергетических характеристик импульсного лазерного излучения СИПХ-1
- Комплект мер диффузного отражения ОДО-3
- Лампы эталонные спектральные с полым катодом ЛСПБ-Э
- Блескомеры фотоэлектрические БФ-5
- Комплект светофильтров КНС-10.2
- Установка для поверки каналов измерения давления УПКД
- Меры акустической длины пути МАПР-1
- Мера для поверки пульсовых оксиметров МППО
- Установка для поверки каналов измерения частоты пульса измерителей артериального давления УПКЧП, УПКЧП-1
- Преобразователи напряженности импульсного электрического поля измерительные ИППЛ-Л, ИППЛ-М
- Преобразователи импульсные магнитных полей высоковольтных линий электропередачи измерительные ИП ЭМП ВЛЭП
- Преобразователь импульсов тока грозового разряда измерительный ИП ГР-120
- Преобразователь импульсов силы тока электростатического разряда измерительный ИП ЭР-400
- Измерительная информационная система комплекса «Персей-СИ»
- Комплекс метрологический для измерения силы света, светового потока, координат цветности и яркости полупроводниковых излучателей «КМ-РЭ»
- Набор мер белизны НОМБ-569
- Комплекты мер белизны НОМБ-535
- Наборы мер зональных коэффициентов пропускания НМЗП-01
- Наборы мер зональных коэффициентов отражения НМЗО-01
- Набор мер прозрачных координат цвета НМП-01
- Наборы мер показателя преломления эталонные МППЭ-Т
- Набор оптических мер для поверки офтальмологических приборов НОМ-3
- Профилометр интерференционный компьютерный ПИК-30
- Комплекты приспособлений для поверки диоптриметров КПП-2Р

Услуги, оказываемые ЦКП:

- поверка средств измерений;
- калибровка средств измерений;
- испытания средств измерений в целях утверждения типа;

- испытания стандартных образцов в целях утверждения типа;
- испытания средств измерений;
- аттестация методик выполнения измерений;
- аккредитация лабораторий неразрушающего контроля.

ЦКП «ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ «ЦКП ФГУП «ИРЕА»

Базовая научная организация или вуз, на территории которых располагается ЦКП: Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ. Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2007 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,
- живые системы.

Общая численность сотрудников ЦКП: 96 человек.

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

Руководитель ЦКП: к.х.н. Вендило Андрей Григорьевич.

Реквизиты ЦКП: 107076, Москва, Богородский вал, 3, тел.: (495) 963-70-70, факс: (495) 963-70-71

E-mail: office@irea.org.ru

Сайт: <http://irea.org.ru/СКР/Скр.htm>

В структуру ЦКП входят:

- Аналитический испытательный центр;
- Отдел прикладных технологий;
- Лаборатория неорганических технологий;
- Лаборатория перспективных исследований;
- Лаборатория микрофльтрации.

Услуги, оказываемые ЦКП:

- ИК-спектроскопия и УФ-спектроскопия;
- хроматографический анализ;
- радиометрический анализ;
- определение содержания основного вещества в объектах контроля;
- определение содержания микропримесей в особо чистых веществах;
- определение размеров и содержания взвешенных частиц;
- контроль экологических показателей в пробах воздуха, воды и почвы;
- консультации по пробоподготовке химических реактивов особой степени чистоты, отбору проб;
- подготовка и оформление нормативной документации на химические реактивы и особо чистые химические вещества;
- проведение входного контроля качества противогололедных реагентов, применяемых в г. Москве.

ЦКП «ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА»

Базовая научная организация или вуз, на территории которых располагается ЦКП: Воронежский государственный университет.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2000 г., приказ № 255.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, инсти-

тутов и др.): создан на базе лабораторий университета.
Приоритетные направления развития науки, технологий и техники, к которым относятся результаты научных исследований:

- индустрия наносистем и материалов,
- энергетика и энергосбережение.

Общая численность сотрудников ЦКП: 28 человек.

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

Руководитель ЦКП: д.ф.-м.н. Ховив Александр Михайлович.

Реквизиты ЦКП: 394006, г. Воронеж, Университетская пл., 1, тел.: (4732) 20-86-24, факс: (4732) 20-87-55.

E-mail: a_kharin@mail.ru

Сайт: <http://www.science.vsu.ru/?q=ccp>

В структуру ЦКП входят:

- Лаборатория рентгеноструктурного анализа;
- Лаборатория физико-химических методов исследования;
- Лаборатория наноскопии и нанотехнологий;
- Лаборатория молекулярной биологии;
- Лаборатория электрофизических методов измерений.

Перечень оборудования ЦКП:

- Рентгеновский дифрактометр Thermo ARL X'TRA
- Дифрактометр ДРОН-4
- ИК-Фурье-спектрометр Vertex 70
- ИК-Фурье-спектрометр МРА
- Спектрофотометр Lambda 650 с Модулем URA
- Спектрофотометр Shimadzu UV-2501
- Спектрофотометр Simadzu UV-2550
- Электронный микроскоп JSM-6380LV
- Электронный микроскоп JSM-6510LV
- Система микроанализа INCA Energy 250
- Оже-электронный спектрометр DESA-100
- Электронный микроскоп ЭМВ-100Б
- Атомно-силовой микроскоп Solver P47
- Сканирующий зондовый микроскоп FemtoScan 001
- Спектрометр универсальный рентгеновский СУР «Реном-01»
- Установка для нанесения ультратонких слоев Плазма 50-СЭ
- Установка импульсно-фотонного отжига УОЛП-1БМ
- Установка ядерной гамма-спектроскопии SM 1101
- Лазерная установка ИЛГН-709
- Комплекс печей резистивного нагрева с кварцевыми реакторами
- Установка фотонного отжига
- Установка магнетронного напыления
- Модернизированный вакуумный пост ВУП-5
- Многоканальный мультиметр Keithley Integra Series 2700
- Источник постоянного тока Agilent E3640A
- Универсальный калибратор 5520A
- Эталонный мультиметр 8508A
- Дифференциальный сканирующий калориметр Mettler Toledo DSC1
- Специализированный спектрометрический комплекс на базе монохроматора МДР-41
- Хроматограф жидкостный «Милихром»
- Оборудование для проведения электрофореза с системой фотодокументирования
- Прибор для проведения ПЦР в реальном времени Chromo-4
- Ультрацентрифуга Beckman L5-50B

Услуги, оказываемые ЦКП:

- проведение элементного анализа проводящих и диэлектрических материалов (оже-электронная спектроскопия, рентгеновский микроанализ);
- исследования фазовых переходов I и II рода и кинетики

фазовых переходов сверхпроводящих металлов и сплавов, колебательных спектров соединений на основе железа, внутренних напряжений и деформаций в металлах и сплавах (ядерный гамма-резонанс);

- изучение кинетики химических реакций, радиационных изменений состава и свойств веществ, особенностей химической связи и структуры молекул, исследование сверхтонких взаимодействий в железосодержащих материалах (ядерный гамма-резонанс);
- получение изображения поверхности проводящих и непроводящих материалов с нанометровым и атомарным разрешением методами атомно-силовой микроскопии (АСМ) и растровой электронной микроскопии (РЭМ);
- определение аппаратными средствами АСМ-микроскопа характеристик поверхности (шероховатость, перепад высот, размеры неоднородностей);
- для поверхностей с дискретно расположенными объектами (неоднородностями) построение таблицы распределения объектов с их характеристиками;
- выявление доменной структуры магнетиков и пьезоэлектриков, определение размеров доменов (АСМ);
- определение толщины покрытий, отдельных слоев, составляющих гетероструктуры;
- определение фазового состава пленок методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ);
- определение структурных характеристик пленок: поликристалл, монокристалл, эпитаксия, размер зерен, плотность дефектов (ПЭМ);
- рентгенофазовый анализ с автоматическим поиском по дифрактометрической базе данных ICDD по элементам и существующим соединениям;
- проведение качественного и количественного фазового анализа сплавов, порошков, кристаллов;
- исследование кинетики фазовых превращений сплавов, порошков, кристаллов при изменении температуры до 1000 °C в вакууме;
- проведение фазового анализа тонких пленок на подложке с исключением влияния подложки;
- проведение фазового анализа с возможностью вращения образцов (для образцов с текстурой);
- разделение пищевых, медицинских и фармацевтических препаратов на компоненты, осуществление детектирования, количественный и качественный анализ компонентов;
- проведение идентификации веществ органического синтеза, установление наличия примесных веществ, продуктов параллельно протекающих реакций, определение структурных и механохимических изменений в полимерах;
- изучение горных пород и почв – для анализа состава, наличия различных модификаций минеральных веществ и соединений органического происхождения.

ЦКП «ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ УНИКАЛЬНЫМ НАУЧНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ» (ЦКП МФТИ)

Базовая научная организация или вуз, на территории которых располагается ЦКП: Московский физико-технический институт (государственный университет).

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2007 г., приказ № 15-1 от 17 января 2007 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе факультета физической и квантовой электроники МФТИ с привлечением других факультетов МФТИ и базовых организаций.

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

- индустрия наносистем и материалов,
- живые системы.

Общая численность сотрудников ЦКП: 34 человека.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 4, 2008 г. – 13, 2009 г. – 21.

Руководитель ЦКП: д.ф.-м.н. Тодуа Павел Андреевич.

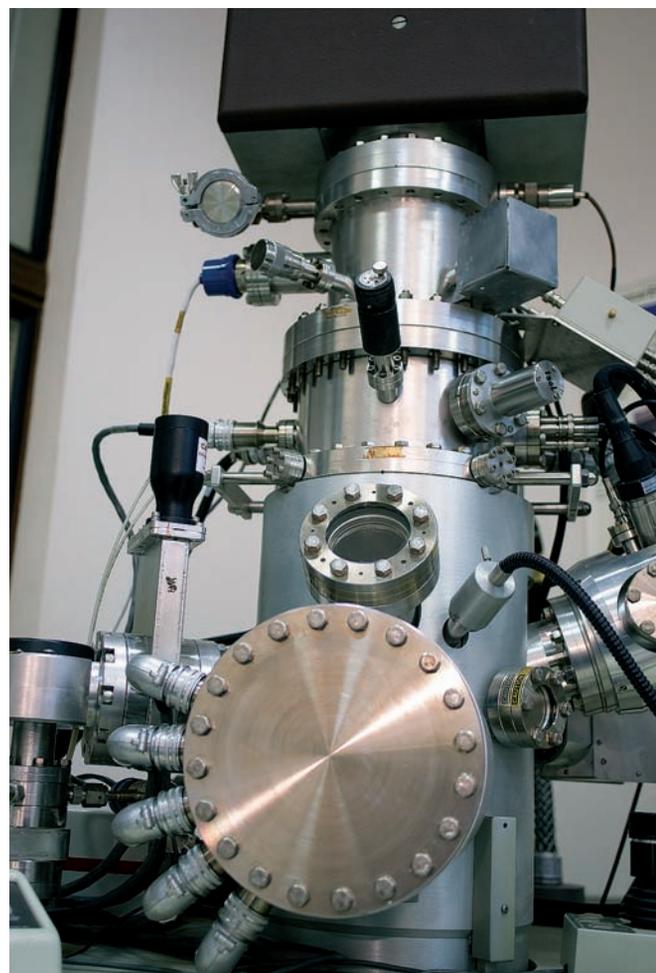
Реквизиты ЦКП: 141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9, тел./факс: (495) 408-81-88.

E-mail: info@ckpmipt.ru

Сайт: <http://www.ckpmipt.ru/>

Перечень оборудования ЦКП:

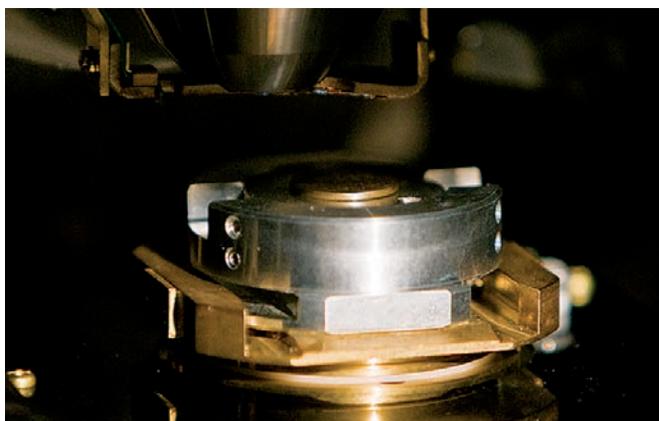
- Растровый электронный микроскоп высокого разрешения JSM 7001F
- Растровый электронный микроскоп Quanta 200 с аналитическими приставками: энергодисперсионного и волнового рентгеновского микроанализа; изучения спектров катодолюминесценции; анализа дифракции обратно-рассеянных электронов
- Растровый электронный микроскоп Quanta 200 3D DualBeam с системой фокусированного ионного пучка, приставкой для электронной литографии, системой локального осаждения из газовой фазы и микроманипуляторами
- Рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA
- Сканирующая зондовая лаборатория Ntegra Prima
- Сканирующая зондовая лаборатория Ntegra Aura в комплекте с Ntegra Therma
- Сканирующий зондовый микроскоп Solver Snom
- Механический профилометр Ambios XP-Plus 100
- Оптический профилометр Ambios Xi-100 Plus
- Эллипсометр Sentech SE 500adv
- Инфракрасный Фурье-спектрометр Perkin-Elmer Spectrum 100
- Спектрометр для рамановского рассеяния модели Ramanor U1000
- Фурье-спектрометр Excalibur NE
- Установка оптической литографии OAI Hybralign 500
- Установка для отмывки пластин OPTIwet ST30
- Установка нанесения резиста OPTIcoat ST20+
- Установка сушки и отжига пластин OPTIhot SHT 20+
- Установка атомарно-слоевого осаждения Picosun Sunale R-150
- Вакуумная напылительная установка BOC Edwards
- Комплекс вспомогательного технологического оборудования (установка получения деионизованной воды, технические газы и газовые шкафы, оборудование для чистых помещений класса 6 ISO)
- Установка сухого нанесения поликремния PECVD Plasma Lab 100
- Печь диффузионная Jetfirst200
- Установка дисковой резки Logitech ADP1
- Установка резки и скрайбирования кремниевых пластин Disco DAD 320
- Полуавтоматическая установка разварки выводов 4524AD Package
- Спектрометр ядерного магнитного резонанса 500 МГц с программно-методическим комплексом
- Установка зондового контроля EPS-1000
- Высокочастотный осциллограф Tektronix MSO 4104 (1 GHz)
- Прецизионный измеритель импеданса Agilent E4980A (20 Hz – 2 MHz)
- Анализатор спектра диапазона Tektronix RSA 6114A (9kHz – 14 GHz)
- Векторный анализатор цепей Agilent PNA-X N5242A (10 MHz – 26.5 GHz)



Игнат Соколов

Услуги, оказываемые ЦКП:

- измерение геометрических параметров наноструктур и нанообъектов (РЭМ, АСМ). Возможность измерения в низком вакууме (до 1 Торр), для измерения диэлектрических образцов (РЭМ);
- исследование подповерхностной структуры образца путем создания сечений фокусированным ионным пучком;
- определение локального элементного состава – энергодисперсионный и волновой рентгеновский микроанализ (EDAX);
- исследование спектров катодолюминесценции в диапазоне длин волн от 300 до 1000 нм (Gatan);
- определение фазовой структуры поликристаллов методом дифракции обратно-рассеянных электронов;
- рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ порошков и тонких пленок (рентгеновская дифракция);
- исследование рельефа и физико-химических свойств поверхности нанообъектов и наноструктур с помощью современных методов зондовой микроскопии (АСМ, СТМ, профилометрия);
- исследование образцов в жидкостях, в низком вакууме и контролируемой газовой среде, в магнитном поле, при температурах до 150 °С (низкий температурный дрейф ~ 1 нм/ч);
- измерение упругих свойств объектов на наномасштабе, исследование слоистых структур;
- исследование и модификация электрических (проводимость, емкостная микроскопия) и магнитных свойств объектов;
- реализация сложных многопроходных методик и собственных алгоритмов обработки данных;
- определение толщины тонких пленок (эллипсометрия);
- исследование электрофизических характеристик структур и объектов (в том числе в СВЧ-диапазоне);



Игнат Соловей

- травление фокусированным ионным пучком поверхности объекта для формирования объемных структур произвольной формы и уровня сложности с разрешением до 70 нм;
- нанесение проводящих покрытий (вольфрам и платина) по заданному рисунку осаждением из газовой фазы под фокусированным ионным пучком;
- электронная литография с предельным разрешением до 20 нм;
- оптическая литография с разрешением до 1 мкм;
- нанесение тонких пленок металлов и диэлектриков от 10 нм до 1 мкм (магнетронное и электронно-лучевое распыление мишени);
- конформное нанесение покрытий на подложку со сложным рельефом (атомно-слоевое осаждение);
- исследование структуры и динамических свойств сложных органических соединений.

ЦКП «ЦЕНТР ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ И ДРУГИХ СИЛЬНО-КОРРЕЛИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ»

Базовая научная организация или вуз, на территории которых располагается ЦКП: Учреждение Российской академии наук Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН.
 Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2004 г., приказ № 5 от 9 февраля 2004 г.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе трех отделений Физического института им. П.Н. Лебедева.

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

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

Общая численность сотрудников ЦКП: 43 человека.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 16, 2008 г. – 19, 2009 г. – 31.

Руководитель ЦКП: д.ф.-м.н. Пудалов Владимир Моисеевич.

Реквизиты ЦКП: 119991, Москва, Ленинский просп., 53, тел.: (499) 132-62-93, факс: (499) 135-23-20.

E-mail: pudalov@lebedev.ru

Сайт: <http://sites.lebedev.ru/cac/>

В структуру ЦКП входят:

- Группа криомагнитных измерений;
- Группа СКВИД-магнитометрии;
- Группа исследования тепловых и транспортных свойств;
- Группа оптических измерений;
- Группа электронной микроскопии;
- Группа рентгеноструктурного анализа;

- Группа исследования композитных материалов и ВТСП-устройств;
- Технологические группы по синтезу материалов, росту кристаллов и изготовлению пленок высокотемпературных сверхпроводников и других перспективных материалов;
- Теоретический сектор;
- Участок производства жидкого гелия.

Перечень оборудования ЦКП:

- Автоматизированный SQUID-магнитометр MPMS-XL7 (Quantum Design)
- Автоматизированный комплекс PPMS-9 (Quantum Design) для измерения физических свойств
- SQUID-магнитометр для измерений в малых полях
- Криомагнитная система Intermagnetics 165NS40H
- Криомагнитная система с рефрижератором растворения и магнитом на 13Т
- Криомагнитная система на 16 Т (в стадии изготовления)
- Криомагнитная система на 21 Т (в стадии изготовления)
- Криомагнитные системы-дублиеры с полем 8 Т
- Стенды для испытания сверхпроводящих материалов и криомагнитных систем
- Автоматизированные системы для магнитных и магнитотранспортных измерений на переменном и постоянном токе
- Автоматизированный гидравлический пресс для нагружения камер давления с электрическими тензодатчиками усилия
- Низкотемпературные немагнитные камеры гидростатического давления
- Рентгеновские дифрактометры ДРОН-2.0, ДРОН-3.0 и двухкристальный спектрометр ДТС-1. Все установки настроены на работу с медным излучением ($\lambda = 1.54056 \text{ \AA}$) с мощностью до 2 кВт каждая
- Рентгеновский дифрактометр PANalytical X'Pert PRO
- Фурье-спектрометр высокого разрешения IFS-125 фирмы Bruker (диапазон длин волн 1 мкм – 1 мм)
- Сканирующий электронный микроскоп JSM-7001FA ф. JEOL с приставками для катодолюминесцентного анализа и локального элементного анализа (EDS)
- Сканирующий зондовый микроскоп Solver Pro NT-MDT
- Гелиевый ожижитель № 1 (LindeAG Standart 1) производительностью 20 л/ч
- Гелиевый ожижитель № 2 (CryogenicTechnology Incorporated) СТ1-1400 производительностью 12 л/ч
- Система сбора, закачки, осушки и очистки гелия на 1000 м³ газа
- Установка для роста органических монокристаллов методом газового транспорта
- Комплекс установок для создания МДП-структур на поверхности образцов любых веществ, включая органические полупроводники и сверхпроводники
- Установки для твердофазного синтеза и роста монокристаллов перспективных материалов
- Установка импульсного лазерного напыления ВТСП-гетероструктур с модулем скоростной фильтрации

Услуги, оказываемые ЦКП:

- измерения проводимости образцов материалов и наноструктур в диапазоне температур 0.3–300 К и магнитных полей до 21 Тл;
- измерения проводимости, емкости, изменений спиновой намагниченности образцов при температурах 0.03–0.9 К в магнитном поле до 12.5 Т;
- измерения полевой и температурной зависимостей магнитного момента и магнитной восприимчивости материалов в диапазоне температур 2–800 К и полей до 7 Тл при давлениях до 10 кБар с помощью СКВИД-магнитометра (MPMS-XL-7), порог чувствительности в нулевом поле 10⁻⁷ Емс;

- измерения температурной и полевой зависимостей магнитного момента материалов с помощью СКВИД-магнитометра в полях до 0.3 Тл, в температурном диапазоне 4.2–300 К, порог чувствительности 10^{-9} Етм;
- измерения проводимости, теплоемкости, теплопроводности, намагниченности и магнитной восприимчивости образцов материалов и структур при температурах 0.35–400 К и в магнитных полях 0–9 Тл с помощью автоматизированного комплекса (PPMS-9);
- измерения спектров отражения и поглощения материалов в диапазоне длин волн 1 мкм – 1 мм и температур 4.2–300 К с помощью Фурье-спектрометра IFS-125 высокого разрешения;
- изготовление тонких эпитаксиальных пленок $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ толщиной 20–40 нм на установке лазерного напыления с механической фильтрацией частиц;
- синтез поликристаллических материалов и рост кристаллов в атмосфере инертных газов при температурах до 2000 °С;
- измерение геометрического, потенциального и магнитного рельефа поверхности (сканирующий зондовый микроскоп Solver Pro);
- исследование микроструктуры, катодолюминесценции и локального элементного состава поверхности образцов (растровый электронный микроскоп JSM-7001FA);
- рентгеноструктурное определение состава и толщины монокристаллических эпитаксиальных квантовых ям с помощью дифрактометров DРОН-2 и X'PERT Pro PANalytical I;
- измерение критических параметров сверхпроводниковых материалов на переменном токе.

ЦКП «ГОЛОВНОЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ МЕЖВУЗОВСКИЙ ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ПО ВОПРОСАМ РАЗВИТИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ УЧРЕЖДЕНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ПРИ МОСКОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ СТРОИТЕЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ»

Базовая научная организация или вуз, на территории которых располагается ЦКП: Московский государственный строительный университет.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2001 г., приказ № 7/130 от 23.03.2001.

Тип ЦКП (создан на базе лабораторий, факультетов, институтов и др.): создан на базе экспертного центра.

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

- индустрия наносистем и материалов.

Общая численность сотрудников ЦКП: 33 человека.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 18, 2008 г. – 24, 2009 г. – 26.

Руководитель ЦКП: академик РААСН Теличенко Валерий Иванович.

Реквизиты ЦКП: 129337, Москва, Ярославское ш., 26, к. 190б, тел./факс: (495) 781-80-07.

E-mail: kanz@mgsu.ru

Сайт: нет.

Северо-Западный федеральный округ

ЦКП «СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА В ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ»

Базовая научная организация или вуз, на территории которых располагается ЦКП: Учреждение Российской академии наук «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН.

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2003 г., приказ № 29-л от 28 марта 2003 г.

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

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

Общая численность сотрудников ЦКП: 60 человек.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 96, 2008 г. – 67, 2009 г. – 21.

Руководитель ЦКП: член-корр. РАН Конников Семен Григорьевич.

Реквизиты ЦКП: 194021, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26, тел.: (812) 292-79-68, факс: (812) 297-10-17.

E-mail: konnikov@mail.ioffe.ru

Сайт: <http://ckp.rinno.ru/>

В структуру ЦКП входят:

- Отделение рентгеновских методов диагностики;
- Отделение электронной и зондовой микроскопии;
- Отделение поверхностно-чувствительных методов анализа;

- Отделение диагностики электрофизических параметров;
- Отделение диагностики материалов при низких температурах, высоких давлениях и сильных магнитных полях;
- Отделение инструментальных методов в аналитической химии;
- Отделение высокоразрешающей масс-спектрометрии;
- Отделение ЯМР-спектроскопии;
- Отделение флуоресцентных методов исследования новых материалов, биополимеров и клеток.

Перечень оборудования ЦКП:

- Дифрактометр D8 DISCOVER
- Рентгеноспектральный микроанализатор MICROBEAM (Самса, Франция) с КЛ-спектрометром
- Дифрактометрическая система Geigerflex D/max-RC (Rigaku, Япония)
- Спектрометр «МАКСИМ» (оригинальная разработка ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН)
- Дифрактометр трехкристальный TPC-1 (Россия)
- Сканирующий туннельный микроскоп WA Technology (Англия)
- Просвечивающий электронный микроскоп JEM 2100-F
- Просвечивающий электронный микроскоп Philips EM420, оснащенный спектрометром характеристических потерь энергии электронов GATAN Model 607
- Растровый электронный микроскоп CamScan Series 4 DV100 (Англия)
- Атомно-силовой микроскоп Solver Pro (NT-MDT, Россия)
- Установка РИСЭ (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН)
- Емкостная НСГУ-установка (токовая НСГУ установка)
- Измеритель иммитанса LCR-819 (Good Will Instrument Co., Ltd)

- Установка вольт-емкостного электрохимического профилирования PN4200 (BIO-RAD Polaron Division, Англия)
- Установка импульсного магнитного поля (УИМП)
- Аппараты высокого давления (АВД) для гальваномагнитных исследований
- Установка измерений при сверхнизких температурах
- Спектрофотометр UV-2401 PC
- ИК-Фурье-спектрофотометр FTIR-8400
- Газовый хроматограф GC - 17A
- Жидкостный хроматограф HPLC-10AVp
- Газовый хроматограф-масс-спектрометр GCMS-QP2010
- C-H-N-анализатор, HP-185B
- Рентгенофлуоресцентный одноканальный вакуумный кристалл-дифракционный сканирующий спектрометр A07 Спектроскан-V
- Атомно-абсорбционные спектрометры AA-6300, AA-6800 и Z-9000
- Спектрофотометр UV-1240Mini
- Хроматографы HP-6890, GC-2010
- Спектрометрический комплекс «Прогресс-АрБГ»
- Альфа-бета-радиометр УМФ-1500Д и «Спутник»
- Сканирующий электронный микроскоп LEO 420
- Времяпролетный масс-спектрометр с перестраиваемым лазерным излучением для проведения резонансно усиленной многофотонной ионизации TOF-1
- Времяпролетный масс-спектрометр Reflex IV (Bruker, Германия)
- Комплексная установка ESCA-5400 – рентгеновский фото-электронный спектрометр
- Сканирующий Оже-микроскоп SAM-660
- Спектрометр ЯМР AVANCE-400, AVANCE-500, Bruker
- ИК-Фурье-спектрометр Vertec-70, BRUKER
- Лазерные сканирующие конфокальные микроскопы LEICA TCS SL и LSM 5 PASCAL
- Лазерный проточный цитофлуориметр-сортировщик ODAМ ATC3000
- Спектрофлуориметрическая установка со стационарным возбуждением, оборудованная приставкой для измерения быстрой кинетики SFA-20, HI-TECH, Англия
- Импульсный спектрофлуориметр для измерения кривых затухания флуоресценции и определения времен жизни возбужденных состояний наносекундного диапазона
- Спектрополяриметр J-810 Jasco, Япония

Услуги, оказываемые ЦКП:

- характеристика (диагностика) различных материалов (полупроводников, металлов, диэлектриков, полимеров, композитов, фуллеренов и фуллереносодержащих материалов, биологических объектов и др.).

ЦКП «СОСТАВ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Базовая научная организация или вуз, на территории которых располагается ЦКП: Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей».

Год создания ЦКП, номер соответствующего приказа: 2005 г., приказ № 104 от 29 июня 2005 г.

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

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

- индустрия наносистем и материалов,

- энергетика и энергосбережение.

Общая численность сотрудников ЦКП: 92 человека.

Количество организаций – пользователей ЦКП в 2007–2009 гг. (по годам): 2007 г. – 47, 2008 г. – 27, 2009 г. – 40.

Руководитель ЦКП: к.т.н. Немец Анатолий Михайлович.

Реквизиты ЦКП: 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49, тел.: (812) 274-12-16.

E-mail: mail@crism.ru

Сайт: <http://ckp.crism-prometey.ru/>

В структуру ЦКП входят:

- Лаборатория стандартных механических испытаний;
- Лаборатория прецизионных механических испытаний;
- Лаборатория стендовых испытаний;
- Лаборатория рентгеноструктурного анализа;
- Химико-аналитическая лаборатория;
- Лаборатория оптической металлографии;
- Лаборатория неразрушающего контроля;
- Лаборатория коррозионных испытаний;
- Лаборатория климатических испытаний и исследования неметаллических материалов;
- Лаборатория металлофизических исследований;
- Лаборатория радиационного материаловедения;
- Лаборатория электронно-микроскопических исследований и атомно-силовой микроскопии, анализа поверхности твердых тел.

Перечень оборудования ЦКП:

- Разрывная машина серии 5585H фирмы Instron
- Универсальная испытательная машина тип BT1-FR100THW A2K фирмы Zwick
- Универсальная испытательная машина тип BT1-FR250SR 4AK фирмы Zwick
- Универсальный твердомер ВН025.HZHU.750.00 фирмы Zwick
- Твердомер Виккерс Zwick 5030SKV фирмы Zwick
- Система бесконтактных измерений Kestrel фирмы Metronics
- Копер маятниковый серии 06103300 фирмы MetroCom Engineering s.p.a.
- Стенд испытаний в потоке свинцового теплоносителя
- Стенд испытаний на длительную прочность и ползучесть
- Стенд испытаний коррозионной стойкости материалов
- Гидростенд
- Установка для испытаний на многоцикловую усталость
- Рентгеновский дифрактометр общего назначения ДРОН-УМ2
- Рентгеновский дифрактометр специализированный текстурный ДАРТ-УМ1
- Измеритель напряжений автоматизированный рентгеновский модернизированный ИНАР-М
- Многофункциональный рентгеновский дифрактометр ULTIMA IV фирмы Rigaku
- Анализатор серы и углерода CS-230 фирмы LECO (США)
- Анализатор азота и кислорода TC-500 фирмы LECO (США)
- Рентгеновский спектрометр «Спектроскан» МАКС-GV (Россия)
- ICP-спектрометр PS 1000
- Рентгенофлуоресцентный спектрометр XRF-1800 (Япония)
- Комплекс пробоподготовки «АТМ»
- Оптический металломикроскоп NEOPHOT-21
- Инвертированный оптический микроскоп Axiovert-40MAT
- Инвертированный оптический микроскоп AxioObserver с моторизованным сканирующим столиком
- Микротвердомер ПМТ-3
- Микротвердомер DM8
- Микропроцессорный ультразвуковой дефектоскоп EPOCH-IV фирмы Panametrics (США)
- Универсальный толщиномер DM-4DL фирмы Krautkramer (Германия)

- Дефектоскоп УД2-70 фирмы ООО «НПК «Луч» (Россия)
 - Два универсальных толщиномера марки «37DL Plus» фирмы Panametrics (США)
 - Микропроцессорный ультразвуковой дефектоскоп УД3-103 «Пеленг» фирмы «Алтек» (Россия)
 - Ультразвуковой дефектоскоп ISONIC 2006 (UDS 3-5) фирмы Sonotron NDT (Израиль)
 - Аппаратно-программный комплекс для компьютерной радиографии с использованием запоминающих пластин со сканером HD-CR 35 NDT и программным обеспечением «Видео-Рен» фирмы ЗАО «Юнитест-Рентген» (Россия)
 - Оборудование для неразрушающего металлографического контроля
 - Камера климатическая KBF 115 (0–100 °С) с контролем влажности (Binder, Германия)
 - Потенциостат-гальваностат IPS-PRO («Вольта», Россия)
 - Охлаждающий и нагревающий термостат-циркулятор F12-MB (от –20 °С до +100 °С) (Julabo, Германия)
 - Мешалка верхнеприводная RW 28 basic (IKA, Германия)
 - Испытательные машины для определения сопротивляемости коррозионному растрескиванию (модифицированная АИМА-5, Россия)
 - Стенд динамического термомеханического и дифференциально-термического анализа
 - Стенд ИК-спектроскопии и виброакустической диагностики
 - Стенд физико-механических испытаний и измерений твердости
 - Стенд ультразвуковых (акустических) средств контроля
 - Стенд неакустических средств контроля (тепловые, электромагнитные, диэлектрические, оптические и т.д.)
 - Стенд для изготовления испытательных образцов и пробоподготовки
 - Высокоскоростной деформационный дилатометр Dil 805 A/D (фирма Bahr, Германия)
 - Установка для исследования внутреннего трения в металлах IFT-1500M (фирма ULVAC-RICO, Inc., Япония)
 - Дилатометр DIL402C (фирма Netzsch, Германия)
 - Магнитоизмерительный комплекс (ИМПАС, МСЗ-ИФМ, Средуралметпром, Россия)
 - Термоаналитическая система для проведения синхронного термического анализа STA 449 F Jupiter (фирма Netzsch, Германия)
 - Установка типа Коффина
 - Установка для испытания на термическую усталость образцов произвольной формы в различных окружающих средах
 - Установка для металлографических исследований облученных металлов в условиях горячей камеры
 - Просвечивающий электронный микроскоп Tecnai G2 30F S-TWIN STEM
 - Сканирующий электронный микроскоп Camscan-4DV
 - Электронно-ионный сканирующий микроскоп Quanta 200 3D FEG с системой Pegasus
 - Атомно-силовой микроскоп
 - и другие, всего более 90 единиц исследовательского оборудования
- Услуги, оказываемые ЦКП:**
- анализ локального химического состава материалов;
 - анализ поверхности материалов методами Оже-электронной спектроскопии и микрорентгеноспектрального анализа;
 - анализ структуры материала методами оптической микроскопии;
 - анализ структуры материала методами электронной микроскопии;
 - анализ химического состава материалов;
 - дилатометрический анализ, в том числе исследование фазовых превращений, моделирование термических циклов при сварке, построение термокинетических диаграмм;
 - рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ материалов;
 - аттестация персонала по разрушающим и неразрушающим методам контроля в системе экспертиз промышленной безопасности и сварочного производства;
 - испытания на длительную прочность и ползучесть;
 - испытания на загиб, раздачу и сплющивание;
 - испытания на растяжение и сжатие облученных образцов при нормальных и повышенных температурах в вакууме и воздушной среде;
 - испытания на статическое разрушение образцов и конструктивных элементов;
 - испытания на стойкость к питтинговой коррозии;
 - испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии;
 - испытания на усталостную трещиностойкость облученных образцов;
 - испытания по определению влияния вибрационных нагрузок на изменение критических температур хрупкости;
 - испытания по определению сопротивления коррозионному растрескиванию материалов;
 - испытания по определению температуры хрупко-вязкого перехода, доли волокнистой составляющей в изломах;
 - испытания по определению характеристик трещиностойкости при статическом нагружении;
 - климатические испытания защитных покрытий;
 - климатические испытания на устойчивость защитных покрытий к повышенной и пониженной температуре и влажности;
 - климатические испытания на устойчивость покрытий в среде соляного тумана и сернистого газа при повышенных температурах;
 - климатические испытания покрытий на устойчивость к воздействию солнечной радиации;
 - проведение стандартных механических испытаний, в том числе статических испытаний на растяжение, сжатие, изгиб при комнатной и повышенной температурах;
 - стандартные испытания на ударный изгиб при пониженной, комнатной и повышенной температурах для определения KCU и KCV;
 - термоциклические испытания облученных образцов с компьютерным контролем и управлением параметрами испытаний;
 - усталостные испытания в малоцикловой области в различных средах и при повышенных температурах;
 - усталостные испытания в многоцикловой области;
 - усталостные испытания сварных соединений и конструктивных элементов при одноосном нагружении;
 - исследование структуры и свойств облученных материалов;
 - исследование структуры облученных материалов методом оптической металлографии;
 - исследование теплофизических, электрических и магнитных свойств материалов;
 - фрактографическое исследование изломов облученных образцов;
 - фрактографическое изучение изломов и проведение экспертных исследований, связанных с диагностикой разрушения материалов по виду излома;
 - электронно-микроскопическое исследование тонкой структуры материалов с полной кристаллогеометрической аттестацией фаз;
 - исследование электрических и магнитных свойств материалов;
 - неразрушающий контроль сплошности материалов и сварных соединений;
 - неразрушающий контроль структуры и физико-механических свойств материалов;
 - определение твердости материалов различными методами.

Подготовил Константин Ветлугин

Подписка на 2010 год Скидка 10%

+7 495 930-88-06

Подробности на сайте: www.actanaturae.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

ПАРАМЕТРЫ СТЭКИНГ-ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

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

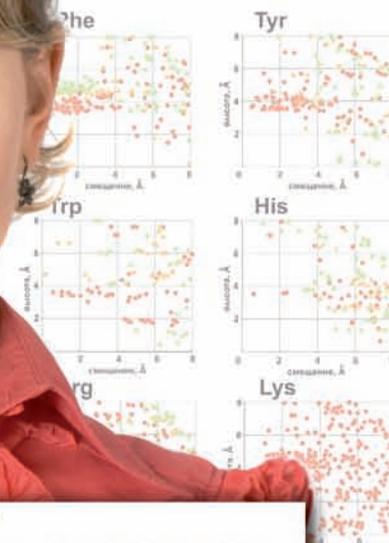
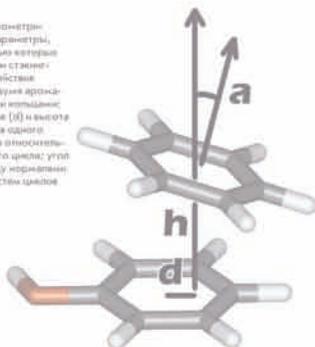
Динамика этих параметров, определяющей наличие или отсутствие стэкинга, до сих пор остается во многом неизвестной и в оценочных критериях выбирается достаточно произвольно [6, 7]. Его уточнение могло бы повысить эффективность оценки качества и достоверности структур белок-лиганд, предсказываемых методами 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 стэкинг-взаимодействий – параллельная упаковка азотистых оснований нуклеотидов и ДНК [8, 9]. Но некоторые ароматические соединения стремятся расположиться не только параллельно, но еще и перпендикулярно друг другу, как это показано для ампициллина в белках [7, 10] и в модельных системах, состоящих из простых углеводородов – бензола, нафталина [11–14]. Кроме того, такие соединения имеют тенденцию участвовать в π - π катионном взаимодействии, при котором образуется контакт между положительно заряженными группами и π -электронными облаками [15–17].

Поэтому мы исследовали распределение параметров h и α в зависимости от угла α относительно азотистого основания лиганда для ароматических боковых цепей остатков Phe, Tyr, Trp и His, а также для положительного заряженного 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 стэкинг-взаимодействие между двумя ароматическими циклами: смещение (d) и высота (h) центра одного из колец относительно другого цикла; угол (α) между нормальными к плоскости циклов



ActaNaturae

**НЕПРИРОДНЫЕ
АНТИТЕЛА**
ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

РЕГУЛЯЦИЯ ТЕЛОМЕРАЗЫ
В ОНКОГЕНЕЗЕ
СТР. 88

СТРУКТУРА
МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА
ВОЗБУДИТЕЛЯ ОПИСТОРХОЗА
СТР. 99

СТЭКИНГ-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
В КОМПЛЕКСАХ БЕЛКОВ
С АДЕНИН- И ГУАНИН-
СОДЕРЖАЩИМИ ЛИГАНДАМИ