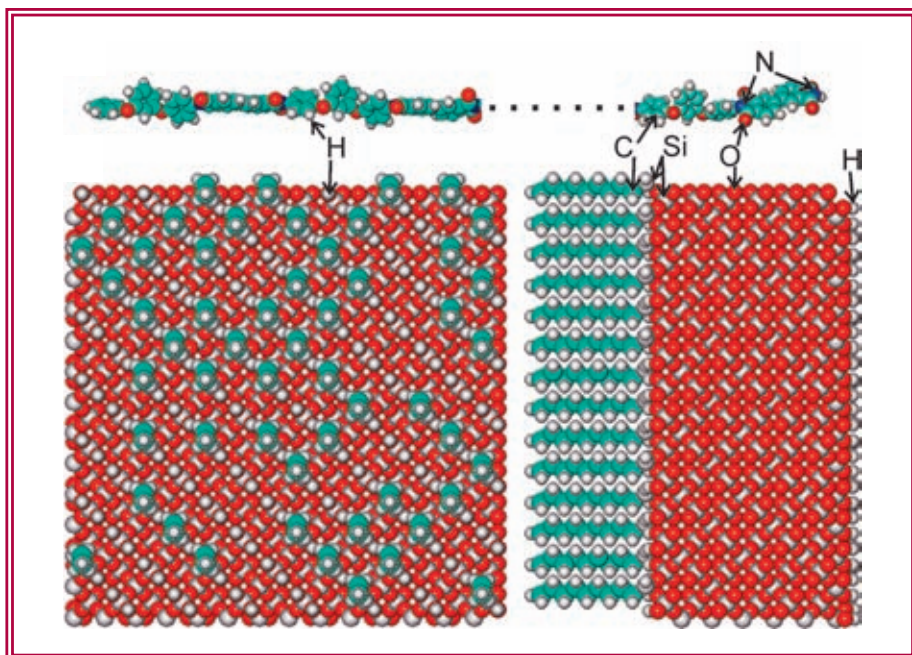


Строение межфазной границы в полимерных нанокompозитах, содержащих наночастицы с модифицированной поверхностью: атомистическое моделирование

- Каталог малых инновационных предприятий российских вузов в сфере нанотехнологий
- Флуоресцентно меченые одностенные углеродные нанотрубки и их гибриды с олигонуклеотидами
- Энергетический спектр электронов в многослойных графенах, допированных атомами щелочных металлов





Supported by:



UNITED ARAB EMIRATES
MINISTRY OF FOREIGN TRADE

Annual Investment Meeting 2012

Financing Possibilities in Frontier & Emerging Markets

(Conference, Exhibition, B2B Meeting)

01 - 03 May 2012

Dubai International Convention & Exhibition Centre
Dubai, United Arab Emirates



AIM 2012 Features

The Annual Investment Meeting 2012 offers a variety of features aimed at facilitating strategic networking while providing a worthwhile learning experience.

AIM 2012 features include:

- AIM Conference
- AIM Country Presentations
- AIM Ministerial One-To-One Meetings
- AIM Exhibition
- AIM Ministerial Networking Roundtable
- AIM B2B Meetings
- AIM Workshops
- AIM Investors Site Visits
- AIM MOU Signing

AIM Networking Functions

- Opening Ceremony
- Gala Dinner
- Country Focused Cocktail Receptions
- IPA & Investors Power Lunch



Corporate Partners

Premier Partner



Host City Partner



UAE Business
Community Partner



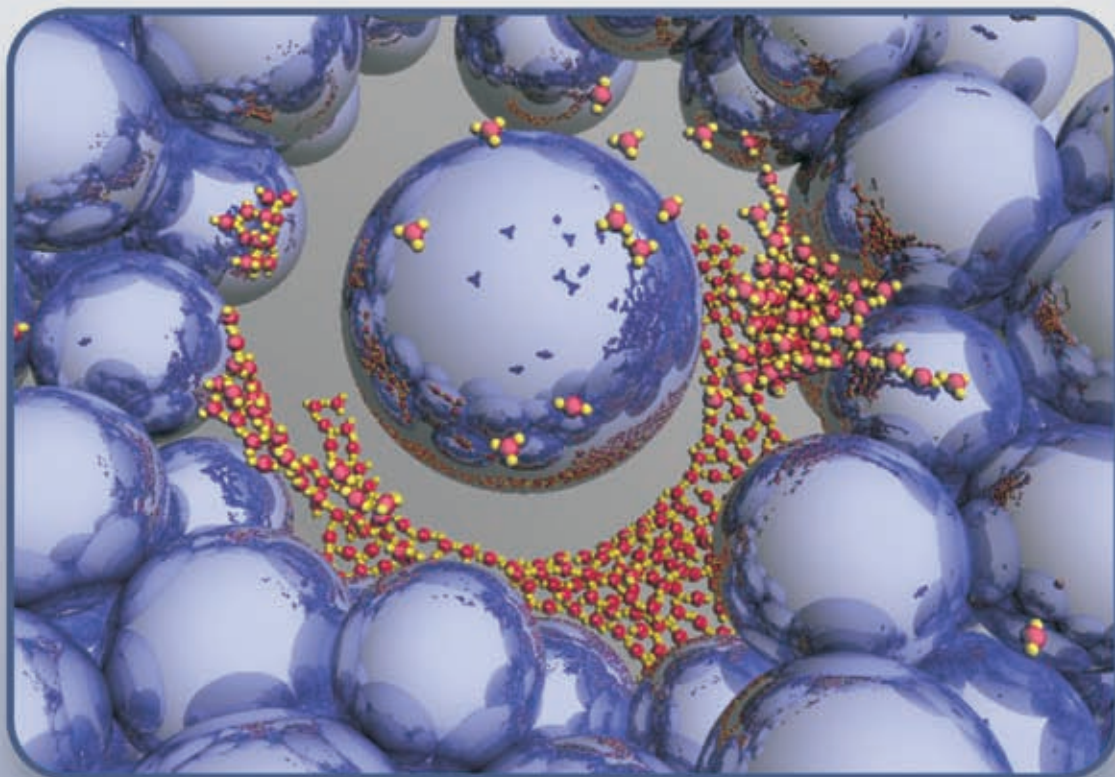
Media Partner



Confirm your participation now

Email: info@aimcongress.com
Phone: 00971 4 28 29 299
Fax: 00971 4 28 28 767

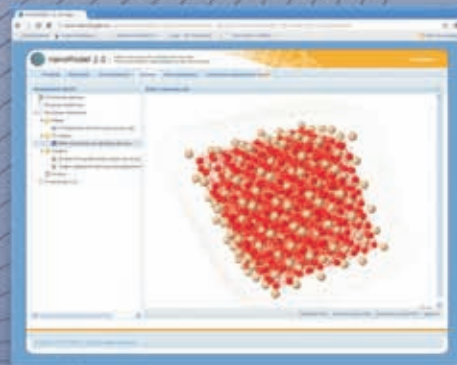
www.aimcongress.com



МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИЯХ

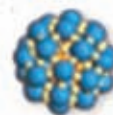
Учебно-методический программный комплекс

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



Демонстрация комплекса в вашем городе

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



nanoModel.ru

Тел.: +7 343 379 00 34 (35)
E-mai: info@siams.com
Web: www.nanomodel.ru

Печатная технология занимает новую продуктовую нишу



Игнат Соловей

Мы уже привыкли к тому, что жидкофазная печатная технология начинает конкурировать с вакуумными технологиями в таких сферах, как производство дисплеев, источников света и солнечных батарей. Успехи печатных технологий в названных сферах видны, и связано это в первую очередь с низкой стоимостью по сравнению с иными технологиями производства изделий с близкими характеристиками.

В последние годы в ряде лабораторий мира активно разрабатывались рецептуры и технология производства источников тока с использованием печатной технологии — печатных аккумуляторных батарей.

В начале текущего года компания Blue Spark Technologies (США) открыла завод по производству печатных гибких одно-разовых аккумуляторных батарей. Максимальная мощность производства предприятия — 300 млн шт. в год. Компания видит основные сферы применения этих батарей

в RFID метках, интерактивных печатных носителях информации и сенсорах. Оборудование завода позволяет создавать не только батареи, но и многофункциональные устройства на единой подложке.

Характеристики печатных батарей — толщина 500 мк, напряжение 2–6 в. В качестве материалов для электродов используются цинк и двуокись марганца либо литий и полимер.

По оценкам экспертов, объем рынка печатных батарей будет составлять к 2015 г. 5.6 млрд долл.

Сейчас можно уверенно констатировать, что в ближайшие годы значительную долю рынка источников света, дисплеев, интегральных схем, сенсоров, источников тока и т.д. будут занимать устройства, произведенные с использованием печатных технологий.

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

РОССИЙСКИЕ НАНО ТЕХНОЛОГИИ

март-апрель 2012

ТОМ 7, №3-4

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

Учредители:

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

Редакционный совет:

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

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

Редакционная коллегия:

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

Издатель: А.И. Гордеев
Руководитель проекта: Т.Б. Пичугина
Выпускающий редактор: М.Н. Морозова

Редактор: С.А. Озерин
Подготовка иллюстраций, макет и верстка:
К.К. Опарин

Фотоподбор: М.Н. Морозова
Распространение: Е.Л. Пустовалова

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

Дизайн журнала: С.Ф. Гаркуша
Корректура: Г.В. Калашникова

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

Для писем: 119311, Москва-311, а/я 136
Подписка: (495) 930-87-07.

E-mail: podpiska@nanorf.ru, www.nanorf.ru, www.nanoru.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, 2012

Номер подписан в печать 16 марта 2012 г.

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «МЕДИА-ГРАНД»

СОДЕРЖАНИЕ

Слово редактора	2
Памяти И.П. Суздаlevа	6
Дайджест	7
Инфраструктурная программа завершилась. Что сделано?	9
Определение центров превосходства среди организаций, ведущих исследования и разработки в области нанотехнологий	12
Каталог малых инновационных предприятий российских вузов в сфере нанотехнологий	18
Получение ультрадисперсных порошков металлов, сплавов, соединений металлов методом Гена–Миллера: история, современное состояние, перспективы ..	28

Импорт-
фактор РИНЦ

0.779

Выходит

6 раз
в год

Публикация статьи
занимает

3 месяца

ЖУРНАЛ «РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ»

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

Как его найти:

Смотрите страницу на сайте ВАК:
http://vak.ed.gov.ru/ru/help_desk/list/

Журнал «Российские нанотехнологии», его англоязычная версия и приложения к нему издаются при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

Англоязычная версия
распространяется

Springer

Журнал
индексируется в базе

Scopus

Публикация в журнале
бесплатная

Самоорганизующиеся структуры и наносборки

Е.К. Апарцин, Д.С. Новопашина, Ю.В. Настаушев, А.Г. Веньямина
Флуоресцентно меченые одностенные углеродные нанотрубки и их гибриды с олигонуклеотидами38

В.Л. Ермолаев, Е.Б. Свешникова, Л.Ю. Миронов
Кофлуоресценция красителей в наночастицах из комплексов металлов и возможности ее применения.....46

Наноструктуры, включая нанотрубки

А.Ю. Арбенин, Е.Г. Земцова, В.М. Смирнов
Регулирование геометрических параметров мезопористых кремнезёмов SBA-15 нанесением двумерных алюмоокислородных наноструктур и исследование пористой структуры получаемых материалов52

А.К. Гатин, М.В. Гришин, А.А. Кирсанкин, Л.И. Трахтенберг, Б.Р. Шуб
Адсорбция кислорода и водорода на поверхности наноструктурированной SnO₂ пленки57

П.Ю. Гуляев, М.К. Котванова, С.С. Павлова, Э.Н. Соболев, А.И. Омельченко
Фототермические эффекты лазерного нагрева наночастиц оксидов железа и оксидных бронз в хрящевых тканях62

А.М. Дёмин, М.А. Уймин, Н.Н. Щеголева, А.Е. Ермаков, В.П. Краснов
Поверхностная модификация магнитных наночастиц на основе Fe₃O₄ (S)-напроксеном66

А.О. Литинский, Та Динь Хиен
Энергетический спектр электронов в многослойных графенах, допированных атомами щелочных металлов71

А.Г. Мажуга, Н.В. Волкова, Е.А. Манжелий, Е.К. Белоглазкина, Н.В. Зык, Н.С. Зефирова
Новый наногибридный материал на основе наночастиц золота и 1,4-бис(терпиридин-4'-ил)бензола.....76

А.В. Монин, Е.Г. Земцова, Н.Б. Швейкина, В.М. Смирнов
Особенности фазовых переходов при термической обработке наночастиц Al₂O₃..... 78

В.А. Смирнов, Ю.М. Шульга, Н.Н. Денисов, Е.И. Кресова, Н.Ю. Шульга
Фотовосстановление оксида графита при различных температурах81

Е.А. Форш, А.В. Марикуца, М.Н. Мартышов, П.А. Форш, М.Н. Румянцева, А.М. Гаськов, П.К. Кашкаров
Исследование чувствительности нанокристаллического оксида индия с различными размерами нанокристаллов к диоксиду азота.....87

Наноматериалы функционального назначения

А.Г. Баннов, Н.Ф. Уваров, С.М. Шиловская, Г.Г. Кувшинов
Влияние методов приготовления композитов эпоксидная смола/углеродные нановолокна на их электрофизические свойства91

П.В. Комаров, И.В. Михайлов, Ю.-Т. Чиу, Ш.-М. Чен
Строение межфазной границы в полимерных нанокompозитах, содержащих наночастицы с модифицированной поверхностью: атомистическое моделирование.....97

Н.Н. Шевченко, Б.М. Шабельс, А.Ю. Меньшикова, Г.А. Панкова, Р.Ю. Смыслов, Н.Н. Сапрыкина, А.В. Селькин, Т.А. Уклеев
Люминофор-содержащие полимерные частицы: синтез и оптические свойства тонких пленок на их основе.....105

Метрология, стандартизация и контроль нанотехнологий

М.Г. Кучеренко, Д.А. Кислов, Т.М. Чмерева
Возможности улучшения характеристик сканирующего ближнепольного оптического микроскопа за счет плазмонно-резонансного увеличения скорости безызлучательного переноса энергии111

Правила для авторов.....118

Для рекламодателей.....119



Публикуем статьи по проектам ФЦП

Редакция «Российских нанотехнологий» обращается к руководителям проектов, поддержанных ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технологического комплекса России на период 2007–2013 годы», «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009–2013 годы» и «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2011 годы». Мы будем рады опубликовать статьи с результатами, полученными в ходе выполнения ваших проектов. Статьи могут быть подготовлены как в научные рубрики, так и в деловые – «Научно-техническая политика», «Исследования и разработки».

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

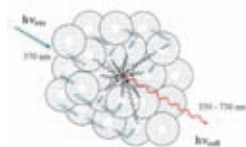
В правилах для авторов (стр. 118) вы найдете все необходимые указания для подготовки публикаций. А если остались вопросы, пишите, звоните нам: +7-495-930-87-07, sozerin@strf.ru

Редакция

В этом номере

стр.
46

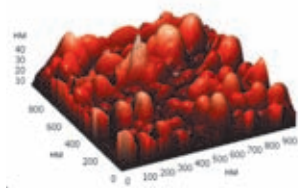
В статье В.Л. Ермолаева и др. дан краткий обзор закономерностей формирования в водных растворах наночастиц (НЧ) из дикетонатов Ln, Y, Al, Sc и In, захватывающих в процессе формирования молекулы флуоресцирующих красителей. При возбуждении НЧ в полосе поглощения органических лигандов наблюдается интенсивная сенсibilизованная флуоресценция красителей (кофлуоресценция). Обсуждается область концентраций ионов и лигандов в воде, при которой эти НЧ самоорганизуются, а также зависимость этого процесса от способа приготовления, выбора иона и лиганда.



Модель НЧ из хелатов металлов, допированных молекулами красителя

стр.
57

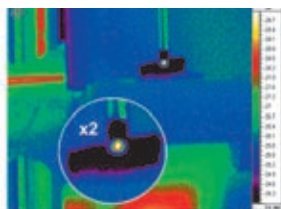
В работе А.К. Гатина и др. методами атомно-силовой и сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии в сочетании с оже-электронной спектроскопией исследована адсорбция кислорода и водорода на поверхности пленки, состоящей из наночастиц SnO₂. В результате обнаружено влияние адсорбированных молекул на электронное строение наночастиц и описан механизм взаимодействия адсорбата с поверхностью, приводящий к наблюдаемым эффектам.



Пленка SnO₂: трехмерное изображение, полуконтактный режим АСМ, 1.05 x 1.05 мкм

стр.
62

Фототермическим эффектам лазерного нагрева наночастиц оксидов железа и оксидных бронз в хрящевых тканях посвящена статья П.Ю. Гуляева. В статье приводятся результаты исследования оптических свойств водных дисперсий наночастиц оксидов железа, оксидных бронз и биогелей на их основе. Показано, что оксидные бронзы, полученные методами механохимического синтеза и СВС, могут быть использованы при приготовлении водных дисперсий наночастиц. Полученные наночастицы имеют стабильные оптические свойства, а водные дисперсии и гидрогели устойчивы к агрегации и седиментации.



Термограмма поверхности хрящевой ткани при лазерном воздействии

Четвертый автор

Простой и удобный метод синтеза композитного материала, представляющего собой микрокристаллы 1,4-бис(терпиридин-4'-ил)бензола и наночастицы золота, предложили ученые из Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Подробнее об исследовании рассказывает профессор кафедры органической химии химического факультета Елена Кимовна Белоглазкина (стр. 76).



Чем новый метод синтеза композитного материала отличается от уже существующих?

В литературе имеются единичные примеры синтеза наногибридных материалов, представляющих собой наночастицы золота, закрепленные на поверхности органического соединения. В большинстве этих работ речь идет о получении наночастиц (НЧ) на поверхности волокон полианилина; экспериментальная процедура при этом следующая: к предварительно полученным полианилиновым нитям добавляют раствор золотохлористоводородной кислоты, при этом наночастицы образуются непосредственно в реакционном сосуде при восстановлении AuCl₄⁻-анионов полианилином и осаждаются на поверхности волокон. Предложенный нами метод в отличие от этого заключается в осаждении уже готовых золотых наночастиц на кристаллах органического вещества. Это дает возможность легко контролировать размер и форму осаждаемых на органическое вещество наночастиц и получать материал, имеющий узкий диапазон распределения частиц по размерам.

Чем наногибридный материал на основе наночастиц золота и 1,4-бис(терпиридин-4'-ил)бензола привлекателен для промышленного получения?

Безусловно, привлекательность нового материала состоит в легкости его получения: вы просто сливаете водный раствор наночастиц с водно-ацетонитрильной суспензией органического лиганда, и в течение нескольких секунд происходит осаждение НЧ на поверхности органического вещества — продукт готов! Второе привлекательное качество — устойчивость при хранении: морфология полученного материала не изменяется в течение по крайней мере 2-х месяцев после получения.

Для каких областей промышленности пригоден новый материал?

Потенциально, полученный наноматериал может быть использован в качестве катализатора, соединяющего в себе достоинства коллоидного раствора золотых наночастиц (эффективность, высокая скорость реагирования, хорошо исследованный механизм каталитического действия) и гетерогенного катализатора (устойчивость, легкость отделения и регенерации, возможность повторного использования). Кроме того, получение такого композита может оказаться удобным способом длительного хранения наночастиц без какой-либо агрегации. Еще одно возможное применение металлических НЧ на проводящей органической подложке — создание «нанопроводов» для электронных устройств.

Что, по вашему мнению, самое важно в работе и почему?

Самое важное и интересное, на мой взгляд, — это совершенно уникальный и неожиданный результат взаимодействия бифункционального органического соединения, содержащего донорные атомы с обоих «концов» молекулы, с наночастицами золота. Понимаете, считается едва ли не очевидным и само собой разумеющимся, что органические лиганды указанной структуры должны вызывать агрегацию наночастиц за счет взаимодействия донорных атомов одной молекулы с разными НЧ. При низкой концентрации взаимодействующего с НЧ лиганда могут получаться небольшие агрегаты — димеры, тримеры и т.п., а при высокой обычно происходит неконтролируемая и необратимая агрегация и наночастицы выпадают в осадок — это можно наблюдать просто визуально. И усилия исследователей обычно направлены на то, чтобы провести контролируемую агрегацию наночастиц и избежать значительной агломерации. В нашем же случае кристалл бис-терпиридинового органического лиганда является стабилизатором адсорбированных наночастиц. Безусловно, формирование надструктур такого рода требует дальнейшего исследования.

Памяти И.П. Суздалева



Игорь Петрович Суздалев
1938–2012

7 февраля 2012 года скоропостижно ушел из жизни Игорь Петрович Суздалев, заведующий лабораторией Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, доктор физико-математических наук, профессор. И.П. Суздалев широко известен в России и за рубежом своими работами по нанотехнологии и физической химии, в том числе по структуре, динамике, электронным, магнитным и каталитическим свойствам нанокластеров и наносистем, динамической структуре глобулярных белков и исследованию наноструктур методом мессбауэровской спектроскопии.

И.П. Суздалев родился 4 сентября 1938 г., в 1962 г. окончил Московский инженерно-физический институт, в 1965 г. защитил кандидатскую, а в 1976 г. докторскую диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, с 1981 г. заведующий лабораторией, с 1983 г. профессор Института химической физики

им. Н.Н. Семенова РАН, а с 2001 г. профессор факультета наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова. Выпускник музыкального училища имени Гнесиных.

И.П. Суздалев внес выдающийся вклад в развитие методов мессбауэровской спектроскопии в России. Им опубликованы книги «Динамические эффекты в гамма-резонансной спектроскопии» (1978) и «Гамма-резонансная спектроскопия белков и модельных соединений» (1989). В 1997 году он был выбран, а в 2003 и 2007 переизбран от Российской Федерации членом Международного совета по мессбауэровской спектроскопии, являлся ассоциированным редактором журнала *Moessbauer Effect Data Issue*.

Являясь профессором МГУ, Суздалев И.П. читал оригинальный курс лекций «Физико-химия нанокластеров и наноструктур» на факультете наук о материалах. Своими работами, обобщенными в монографиях «Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов» (2005, 2 изд. 2009), «Электрические и магнитные переходы в нанокластерах и наноструктурах» (2011), И.П. Суздалев сделал многое для развития физической химии нанокластеров и наносистем. Почти двадцать лет И.П. Суздалев был одним из ведущих экспертов Российского фонда фундаментальных исследований в области физической химии.

С первых дней работы редакционной коллегии журнала «Российские нанотехнологии» он отдавал много сил и времени становлению журнала, укреплению его научного авторитета, умел оставаться доброжелательным со своими оппонентами при обсуждении острых научных проблем. И.П. Суздалев был тонким, высокообразованным и интеллигентным человеком.

Для всех, кто знал И.П. Суздалева, кто имел удовольствие работать с ним, его смерть стала невосполнимой потерей. Место, которое И.П. Суздалев занимал в российской науке, надолго останется вакантным.

ВНЕДРИТЬ НИКЕЛЬ В КРЕМНИЙ

И.С. Эдельман, Д.А. Петров, Р.Д. Иванцов, С.М. Жарков, Р.И. Хайбуллин, В.Ф. Валеев, В.И. Нурдин, А.Л. Степанов. «Микроструктура и магнитооптика оксида кремния с имплантированными наноразмерными частицами никеля». Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2011. Т 140. Вып. 6 (12).

Оценив оптические свойства модифицированной наночастицами никеля подложки диоксида кремния, ученые Института физики им. Л.В. Киренского, Сибирского федерального университета, Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского и Казанского (Приволжского) федерального университета обнаружили, что концентрация никеля существенно влияет на оптические свойства материала. Это открытие будет полезным для создания высокоскоростных оптических устройств.

Увеличивающиеся потребности в вычислительных мощностях, обмене данными и скорости передачи информации заставляют ученых искать альтернативные способы обработки информации.

Для того чтобы в фотонике стали активно применяться новые материалы, необходимо, во-первых, минимизировать затраты, связанные с их производством, – желательно, чтобы они создавались на базе существующих технологий; во-вторых, полученные материалы должны обладать требуемыми и изменяемыми оптическими свойствами.

В качестве параметра, способного менять оптические свойства материала, исследователи нередко используют магнитное поле. При прохождении линейно поляризованного света через прозрачное вещество, находящееся в магнитном поле, происходит поворот плоскости поляризации света на угол, пропорциональный напряженности поля. Изменяя поляризацию, то есть ориентацию электромагнитного поля света, можно эффективно управлять световым потоком.

Группа российских исследователей в качестве материала, обладающего высокими магнитооптическими свойствами, предложила использовать композит с наночастицами никеля.

В результате исследования ученые пришли к выводу, что за изменение оптических свойств композита по сравнению с обычной пленкой никеля отвечают поверхностные плазмоны, то есть кванты колебаний электронного газа в проводниках. Эти колебания обладают собственной частотой, которая играет существенную роль в оптических свойствах металлов. Свет с частотой ниже плазмонной частоты будет отражаться, в то время как свет с частотой выше плазмонной будет проходить внутрь твердого тела. Эта частота у большинства

массивных металлов находится в ультрафиолетовой области спектра, поэтому металлы блестят в видимом диапазоне. Однако у наночастиц по причине очень малого размера плазмонная частота смещается, что вызывает изменение светопоглощающих и магнитооптических свойств материала. Меняя концентрацию никеля в диоксиде кремния, можно контролировать эти изменения и создавать новые материалы для оптической вычислительной техники.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

НОВЫЙ МЕТОД ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ НАНОАЛМАЗОВ

Е.А. Алексенский, А.Я. Вуль, С.В. Коняхин, К.В. Рейх, Л.В. Шаронова, Е.Д. Эйдельман. Оптические свойства гидрозолей детонационных наноналмазов. Физика твердого тела. 2012. Т. 54. Вып. 3.

Российские ученые из Физико-технического института им. А.М. Иоффе РАН и Санкт-Петербургской государственной химико-фармацевтической академии исследуют оптические методы изучения детонационных наноналмазов (ДНА). Во многих публикациях характерные размеры наночастиц ДНА оцениваются по данным динамического светорассеяния. Петербургские исследователи поставили под сомнение применение подобной методики для частиц размером 3–6 нм, показав наличие существенных особенностей на спектрах поглощения столь малых частиц и экспериментально доказав возможность получения более чистых наноналмазных взвесей.

Для своих экспериментов исследовательская группа во главе с профессором, заведующим кафедрой физики Санкт-Петербургской химико-фармацевтической академии Евгением Эйдельманом первоначально измельчала наноналмазы до 4 нм. По их уникальной методике водные суспензии ДНА подвергались многоэтапной термической, кислотной и ультразвуковой обработке. В результате получалась суспензия темно-коричневого, опалесцирующего оттенка, значительно более чистая, чем при использовании стандартной методики помола на шаровой мельнице.

На спектрах поглощения полученных суспензий хорошо виден рост поглощения в области 300 и 600 нм. И если для измельченных на шаровой мельнице наноналмазов подобные результаты можно было объяснить локальным разогревом и графитизацией поверхности, то для нового метода подобные предположения исключены.

Выполненную учеными работу можно расценивать не только как вклад в изучение оптических методов исследования наноналмазов, но и как первые шаги на пути к созданию прозрачных ДНА, свойства которых, вероятно, откроют еще более широкие перспективы для применения в разных практических областях.

Работа поддержана программами президиума РАН «Квантовая физика конденсированных сред» и «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов»; кроме того, ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.





bored-now

«КАРМАННАЯ» ЛАБОРАТОРИЯ ПО ПРИНЦИПУ ОРИГАМИ

Hong Liu, Richard M. Crooks «Three-Dimensional Paper Microfluidic Devices Assembled Using the Principles of Origami». *Journal of American Chemical Society*. 2011. 133 (44).

Американские ученые создали портативную лабораторию, представляющую собой устройство из сложенной по принципу оригами хроматографической бумаги с нанесенным на ней специальным рисунком, который выполняет функцию каналов и резервуаров. В этих структурах можно хранить вещества и проводить их химический анализ непосредственно на месте событий.

Группа исследователей из Техасского университета в Остине предложила интересный и недорогой способ производства портативных устройств, использующих принципы микрогидродинамики. В его основе – древнее искусство складывания фигурок из бумаги – оригами.

В качестве начинки для устройства была выбрана специальным образом подготовленная хроматографическая бумага, изготовленная из химически чистой целлюлозы. Такую бумагу замачивали в растворе фоторезиста, после чего ее сушили и облучали ультрафиолетом. На следующем этапе бумагу погружали в ацетон, в котором происходило растворение не облученного ультрафиолетом фоторезиста. В итоге на листе появлялся рисунок, состоящий из определенного количества одинаковых квадратных областей, на которых присутствовали тонкие каналы и резервуары. Простым ручным складыванием бумаги ученые добивались совмещения этих квадратных областей друг с другом и помещали сложенную стопку в алюминиевую коробочку, в которой заранее было проделано 4 отверстия.

Для демонстрации возможности устройства управлять потоками жидко-

сти исследователи вносили в отверстия красящие водные растворы родамина пищевого красителя E133, тартразина и смеси E133 и тартразина. По окраске бумаги было ясно видно, что красители, двигаясь по каналам, достигли различных резервуаров, не смешиваясь друг с другом.

Кроме того, ученые попробовали использовать это устройство для параллельного химического анализа нескольких веществ, в частности оценки процентного содержания глюкозы и белка БСА в исследуемых растворах.

Предложенный учеными США метод создания устройства, использующего принципы микрогидродинамики, обладает рядом достоинств. Во-первых, рисунок фоторезиста наносится за одну операцию, вне зависимости от количества слоев. Увеличить количество слоев и тем самым повысить уровень сложности устройства можно простым изменением рисунка маски. Во-вторых, процесс создания такой портативной лаборатории не требует дополнительного сложного оборудования и различных склеивающих веществ для соединения слоев. Все эти преимущества позволят снизить затраты на производство подобных устройств, необходимых для научных исследований.

КУРКУМИН ДЛЯ ТЕРАПИИ РАКА

Songyot Anuchapreeda, Yoshinobu Fukumori, Siriporn Okonogi and Hideki Ichikawa. *Preparation of Lipid Nanoemulsions Incorporating Curcumin for Cancer Therapy*. *Journal of Nanotechnology*. Volume 2012 (2012). Article ID 270383.

Многие ученые считают, что будущее в терапии рака за препаратами, созданными на основе природных компонентов. Один из самых перспективных в их ряду – куркумин. Ему присущи противовоспалительные, антибактериальные, противогрибковые, антиканцерогенные, антимутагенные, противоопухолевые и антипаразитарные свойства. Ученые из Тайского университета Chiang Mai University и японского Kobe Gakuin University приготовили жировые наноэмульсии куркумина посредством модифицированного метода тонкопленочной гидратации с последующей обработкой ультразвуком и доказали их антиканцерогенную активность и малую токсичность к нормальным клеткам.

Чтобы доставлять куркумин к нужным органам, необходимо модифицировать его гидрофобные свойства таким образом, чтобы они стали гидрофильными и, следовательно, хорошо растворялись в водных растворах и

лучше усваивались. Также нужно создать очень маленькие переносчики, что позволит добиться оптимального биораспределения активного вещества в организме. Поэтому нанотехнология – один из наиболее эффективных методов, который используется для доставки куркумина.

Было проведено много исследований по производству наночастиц для инкорпорирования куркумина. В итоге ученые решили использовать как средство для доставки лекарства к нужным тканям жировые эмульсии – гетерогенные смеси двух и более несмешивающихся жидкостей с эмульгатором, используемым для стабилизации дисперсных капель.

Целью данной работы было изготовление куркумина в форме жировой эмульсии (КЖЭ) с уменьшенным размером частиц и повышенным содержанием куркумина.

В ходе экспериментов установлено, что КЖЭ оказались цитотоксичными для всех раковых клеток. Кроме того, активность куркумина после связывания в наноэмульсию оценивалась по кинетике высвобождения куркумина и стабильности его активности к раковым клеткам.

Результаты цитотоксикологического теста доказали, что КЖЭ – эффективное средство доставки биодоступного куркумина. Кроме того, ученые продемонстрировали нецитотоксичность наноэмульсии *in vitro*, что указывает на большой потенциал этих наночастиц в качестве переносчиков гидрофобных лекарственных средств.

Часть работы велась при поддержке международной организации Matsumae (MIF), Japan, Тайского государственного фонда и национального исследовательского совета Таиланда (NRC).



Ancient N S

Инфраструктурная программа завершилась. Что сделано?

Мы продолжаем публикацию материалов круглого стола «Формирование национальной нанотехнологической сети», который прошел 6 декабря в Минобрнауки России при участии журнала «Российские нанотехнологии». Представители участников ННС рассказали об итогах федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2011 гг.» и планах на будущее. Начало читайте в № 1–2 за текущий год.



Алексей Парфенов, начальник отдела организации работ по нанотехнологиям и наноматериалам ОАО «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов им. акад. А.А. Бочвара (ОАО «ВНИИНМ» входит в контур Топливной компании «ТВЭЛ»)»:

— За тематическое направление «Функциональные наноматериалы для атомной энергетики» отвечают две головные организации: ОАО «ВНИИНМ» и НИЯУ МИФИ. Обе взаимодействуют в рамках нанотехнологического общества России (НОР), где два года назад была создана секция «Ультрадисперсные наноматериалы» на базе НИЯУ МИФИ. Профессор Петрунин Вадим Федорович — ее руководитель. А в марте прошлого года в ОАО «ВНИИНМ» была создана секция НОР «Функциональные наноматериалы для атомной энергетики». Представители секций встречаются два раза в год. Первый раз — в начале года на территории НИЯУ МИФИ, где обмениваются результатами научно-технической деятельности и планами дальнейшего развития. В конце года, как правило, проходит второй семинар — уже в ОАО «ВНИИНМ».

На этих семинарах мы обсуждаем направления дальнейшего развития ННС и свой план действий. Две

наши секции будут участвовать во всех ключевых событиях страны, связанных с нанотехнологиями. Но главное — мы рассчитываем на то, что будет инициатива Минобрнауки, которая начала реализовываться в виде разработки концепции государственной программы развития наноиндустрии до 2020 года и на период до 2025 года. Это очень важный момент, поскольку инфраструктурная программа заканчивается в этом году, следующая программа — ФЦПИР «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» заканчивается через два года. Таким образом, у нас есть пара лет, чтобы плавно перейти к дальнейшему развитию ННС в России — в том числе в первую очередь к развитию технологий наноматериалов. В нашем институте сейчас разрабатывается методическая документация по созданию технологического центра коллективного пользования «Росатома». В России ничего подобного нет. Может быть, во ФГУП «Прометей» будет создан аналогичный ЦКП. Работа очень трудоемкая, требует массы не только физических усилий, но и материальных средств — дополнительных к той программе, которая уже была профинансирована. И создан довольно приличный объект, порядка 200 единиц оборудования. В том числе была проведена модернизация основных технологических объектов — уникального пресса усилием 1600 тс, вакуумных печей и пр. Закупили аналитическое оборудование. Теперь у нас есть комбинация и технологической составляющей (мы можем обеспечить полный металлургический цикл, от плавки и литья до выпуска конечной

продукции в виде пластин, проводов и прочего), и аналитической составляющей. Мы бы хотели, чтобы сообщество, занятое в разработке нанотехнологий и наноматериалов, как можно больше об этом знало.

Программа до 2020 года и на период до 2025 года имеет наипервейшее значение для всех нас. Если будет принято решение, что атомный ЦКП будет организован у нас, то мы сделаем из него бизнес-инкубатор. В этой области очень много разработок. Все они в той или иной степени продвигаются по разным направлениям. А для зарождения новых стартапов необходима такая база, которая была создана в рамках инфраструктурной федеральной целевой программы.

Стоит также напомнить, что три года назад по инициативе ряда материаловедческих организаций был создан консорциум. Поскольку среди головных организаций ННС по крайней мере пять занимаются проблемами материаловедения, необходимо проработать вопрос о создании материаловедческого кластера внутри формируемой программы по развитию наноиндустрии.



Николай Каргин, начальник управления развития перспективных исследований НИЯУ МИФИ:

— Мы создали проект национально-го масштаба, равного которому не было со времен атомного проекта. В этот оборот вовлечены большие финансы. Цифра называлась крупная — 27.3 млрд рублей. Но если мы сейчас переведем эти деньги на доллары, то мы практически говорим, что на создание нанотехнологической сети вместе с инфраструктурой было потрачено не более одного миллиарда долларов. Это, конечно, мало. Если мы с вами просто возьмем нанотехнологические центры, связанные с созданием элементной базы электроники и нанoeлектроники, то такой хаб стоит порядка 10 млрд долларов. Тем не менее на выделенные деньги были созданы интересные научно-образовательные центры в вузах. МИФИ и Санкт-Петербургский электротехнический институт были выбраны в качестве участников нанотехнологической сети, отвечающих за образовательную составляющую, что не случайно, ведь из 50 участников ННС 40 — это вузы. Причем вузы представляют собой не просто базы для подготовки научно-технических кадров, но также являются центрами трансфера технологий. Я приведу такую цифру: в рамках инфраструктурной программы мы создали научно-образовательный центр нанотехнологий в нашем университете. К концу 2011 года мы заработали 535 млн рублей. Вуз с научно-образовательным центром стал партнером промышленных предприятий, концернов. Например, концерна «Вега», «Алмаз Антей», ФГП «Пульсар». Наряду с подготовкой научно-педагогических кадров вуз ведет научно-исследовательскую работу. Как мы будем развиваться по окончании федеральной целевой программы? Государство вложило солидные средства, поэтому развитие нанотехнологической сети не должно заканчиваться с завершением этой программы. Наша задача и задача прессы — всячески подчеркивать, говорить о том, что эта сеть должна функционировать.

В дальнейшем МИФИ должен координировать деятельность тех вузов, которые ведут подготовку по направлению «нанотехнологии». Это и нанотехнологии, и электроника, которая развивается на базе Санкт-Петербургского электротехнического института. Сейчас учебно-методическое объединение открывается на базе МИСиС. Поэтому необходима координация при подготовке научных и научно-педагогических кадров. В данном случае это и специалисты, и бакалавры, и магистры. Мы должны все-таки определиться,

какой специалист нужен заказчику, то есть предприятию. Интересный вопрос: что умеют делать бакалавры в области нанотехнологий, когда они приходят на работу? Готов ли человек к работе на производстве? Когда мы говорим о магистре, речь идет о человеке, имеющем ученую степень. Опять же возникает вопрос: что он должен на предприятии делать, заниматься исследовательской или инженерной работой? Здесь важно определить: обществу нужны бакалавры и магистры? Или нам все-таки нужны инженеры? Не случайно в последнее время руководители страны говорят о подготовке инженерных кадров. Может быть, надо отказаться от двухуровневой системы подготовки в технических вузах, которую вроде бы ввели, и вернуться к подготовке полноценных инженеров? Здесь наша задача как вуза — определить, какие специалисты будут востребованы обществом сегодня, завтра и через 5 лет. Наша задача: объединив усилия представителей вузов России, определить наши приоритеты на ближайшее время.



Алексей Колмаков, заместитель директора по научной работе Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук (ИМЕТ), д.т.н.:

— Наша организация успешно, несмотря на большие трудности, прошла процесс технического перевооружения и реконструкции двух корпусов ИМЕТ РАН. С самого начала программы институт работал как центр коллективного пользования. Теперь вместе с участниками ННС создаются научно-производственные кластеры, и «зародыши» этих кластеров есть в ИМЕТе. Уже сейчас функционирует целый «научный куст» организаций, которые устойчиво поддерживают научные отношения с ИМЕТ РАН и друг с другом. Институт проводит работу по широкому спектру направлений, и наряду с внедрением результатов по отрасли «Функциональные наноматериалы и высококачественные вещества», где ИМЕТ РАН в соответствии с ФЦП является головной орга-

низацией, практическое применение получили работы также по ряду других направлений. Еще до завершения ФЦП удалось окупить более 70 % финансирования данного объекта из федерального бюджета. Как головная организация мы проводим много конференций, специализированных молодежных школ и семинаров. На регулярной основе в ИМЕТ РАН проводится более 10 таких конференций, основными из которых являются: «Международная конференция «Функциональные наноматериалы и высококачественные вещества», «Всероссийская конференция по наноматериалам», Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов», Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов», Научная школа-семинар для молодых ученых по направлению «Функциональные материалы и высококачественные вещества». Последние два мероприятия нацелены на молодежную составляющую. В них принимают участие много студентов, молодых ученых, инженеров, работников-управленцев, менеджеров (не только из научных структур). Туда едут со всех концов страны: и с Дальнего Востока, и из Калининграда, из кавказских регионов. Мы хотим заинтересовать молодых ученых нашими исследованиями. Это наше будущее, нельзя допустить, чтобы национальная нанотехнологическая сеть осталась без специалистов.

Теперь — о том, какие выводы можно сделать за 4 года работы программы и как мы видим будущее. Уникальность ННС, во-первых, заключается в том, что это открытая система. Т.е. любая организация, достигшая определенного уровня научно-технического развития, может туда вступить. Во-вторых, в нее заложена идеология и архитектура будущего. Это не какая-то жесткая конкуренция времен феодализма или начального капитализма. Предполагается, что каждая организация, которая входит в национальную нанотехнологическую сеть, продуктивно участвует, взаимно дополняет возможности других организаций, участвует в кооперации — в создании того, что очень хорошо названо «научно-производственными кластерами». В связи с такой уникальностью организации хотелось бы, чтобы обязательно была какая-то госпрограмма. Без госпрограммы, без постановки стратегических целей перед сетью организаций, которые в нее входят, без организационно-правовой основы

и развития в этом направлении сеть может распасться, раздробиться. Или, по крайней мере, не будет эффективно развиваться. Здесь должны быть какие-то моменты в налоговой сфере, чтобы стимулировать организации к инновациям, к закупке нового оборудования, к обучению персонала. И должно быть решение проблемы с пресловутым законом о госзакупках. Он явно вступает в противоречие и с приказом министерства о центрах коллективного пользования, и с возможностью создания научно-производственных кластеров, поскольку выиграть может вовсе не квалифицированная и компетентная организация, а та, которая предложит низкую цену. Этот закон вступает в противоречие даже с идеологией ННС, потому что рассчитан он на прошлое, а не на настоящее и будущее, ибо предусматривает конкуренцию в области элементарных товаров и услуг в стиле конца XIX века. Но с тех пор сменилось несколько экономических укладов. В области фундаментальной и поисковой науки, высоких технологий, в т.ч. сверхсложных нано- и биотехнологий, он только тормозит развитие научно-технической кооперации и «нишевой» конкуренции. Как свидетельствует мировая история развития науки и техники, ученые и технологи, которые заинтересованы в оперативном высококвалифицированном взаимодействии друг с другом на базе междисциплинарного подхода для достижения высокого научного результата и последующего его внедрения, коррупцией не занимались.

Что касается деятельности головных организаций, то в госпрограмму нужно заложить небольшую поддержку со стороны государства. Проводить крупные конференции, делиться опытом не всегда возможно за счет средств самих организаций. Также хотелось бы обратить внимание на вопрос оборудования. Мы, к примеру, сразу закупили оборудование по принципу «открытой системы», чтобы можно было с минимальной работоспособной комплектацией быстро наращивать его возможности по мере необходимости. Но ведь, чтобы оставаться на переднем крае науки, оборудование нужно постоянно модернизировать. Определенное финансирование на поддержку матери-

альной базы в работоспособном состоянии тоже выглядело бы перспективно. Имеется в виду естественная необходимость закупки «расходных» блоков и материалов (все современные установки имеют расходные блоки — лампы в рентгеновских дифрактометрах, системы подачи образцов, тигли и т.д.). Пока мы можем поддерживать работоспособность оборудования за счет заработанных средств, но в самом ближайшем будущем это может стать проблемой. Кроме того, нужно финансово и организационно поощрять головные организации по тематическим направлениям ННС, которые осуществляют достаточно серьезную и тяжелую работу по координации программы и развитию кооперации. Особенно это касается головной организации всей сети — Курчатовского института.



Ражудин Ризаханов, начальник отдела нанотехнологий ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»:

— Перед нами была поставлена очень сложная, амбициозная программа по развитию нанотехнологий. По своим масштабам она похожа на атомно-космический проект 50-60-х годов, но все же имеет одно отличие. Если в атомном проекте были сформулированы конкретные технические задания (т.е. — «некий объект должен пролететь какое-то расстояние и произвести некоторое действие») и задача была понятна инженерам, техникам, ученым, то здесь в программе задача поставлена неоднозначно. А именно: «К 2015 году выйти на уровень продаж — 900 млрд руб.». Вообще говоря, такая постановка вопроса не совсем ясна для ученых. Тем не менее на сегодняшний день надо признать, что уже видны некие очертания завершенности программы. Создается явное впечатление,

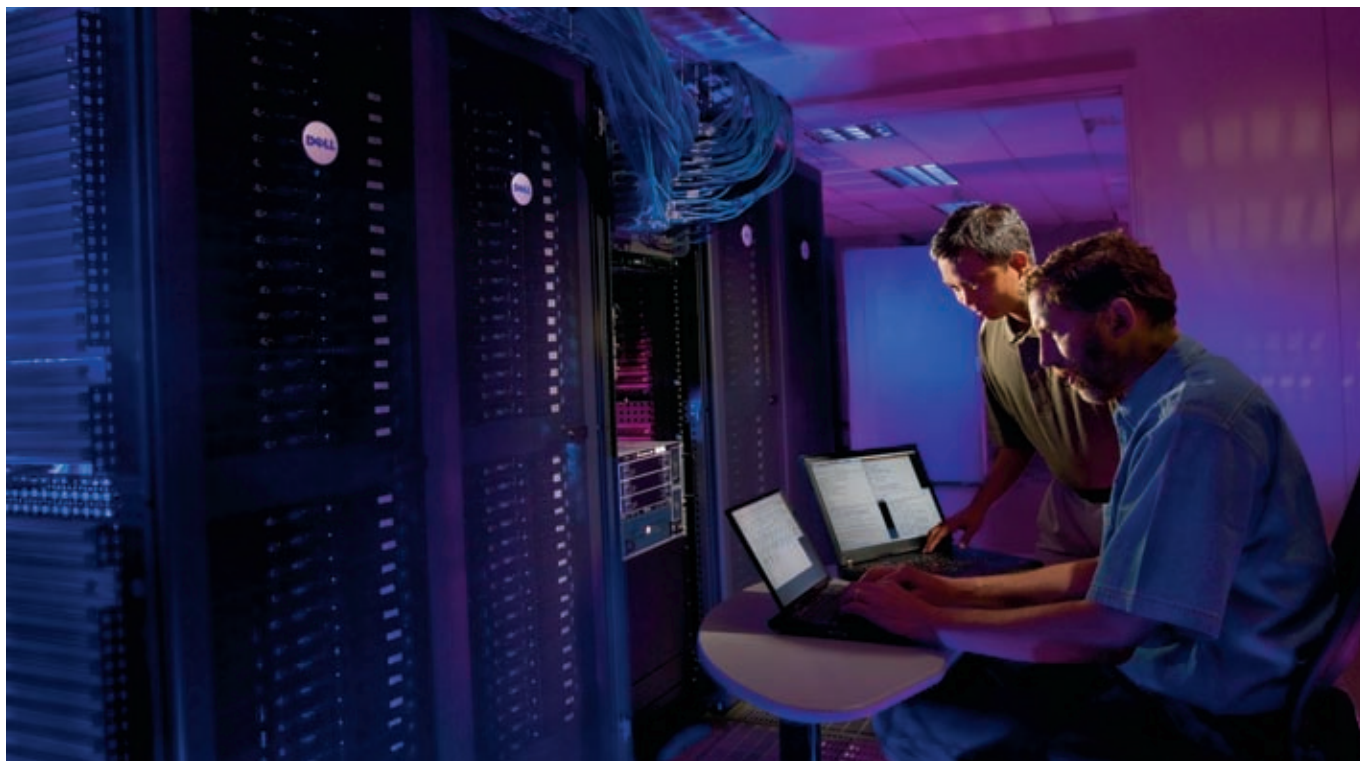
что действительно она будет завершена успешно, несмотря на указанную «неконкретность».

Центр Келдыша участвует во всех частях этой программы. В рамках первого направления программы — создания приборно-инструментальной базы — у нас построен Центр коллективного пользования, обеспеченный уникальным измерительным оборудованием. Даже с учетом прошедшего кризиса мы справились в полном объеме в этой части. И по второму направлению (информационно-аналитической части) мы участвуем во всех программах. У нас разработана база данных, база знаний по направлению «Функциональные наноматериалы для космической техники». И по третьему направлению мы являемся элементом инфраструктуры центра метрологического обеспечения. Проводим исследования в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. По заказу Роскосмоса написали отдельный том по нанотехнологиям для энциклопедии «Новые наукоемкие технологии в машиностроении». Под руководством академика А.С. Коротева создана рабочая группа Роскосмоса по направлению нанотехнологий, на которой обсуждаются научно-технические и информационные вопросы. Туда входят представители более 10 предприятий Роскосмоса.

Я выскажу ряд предложений на будущее. ННС ставит задачу координирования деятельности в отраслях, и, на мой взгляд, было бы полезно обратиться к отраслям с просьбой представить их ведомственные программы по нанотехнологиям, для того чтобы более полно координировать деятельность. Кроме того, со временем, возможно, следует ввести в совет ННС представителей малых предприятий нанотехнологической направленности, чтобы они не чувствовали себя оторванными от активной жизни в области нанотехнологий. И последнее — имеет смысл проводить круглые столы по работе ННС чаще, не только итоговые, но и при формировании работ, чтобы отраслевые предприятия могли бы внести необходимые коррективы еще на этой стадии работ.

Подготовила Татьяна Пичугина

Определение центров превосходства среди организаций, ведущих исследования и разработки в области нанотехнологий



*к.ф.-м.н. В.Г. Жулего, НИЦ «Курчатовский институт»,
Г.Е. Кушина, 123182, Москва, пл. Академика
Курчатова, 1
E-mail: zhulego@mail.ru*

ВВЕДЕНИЕ

Характерной чертой развития современной науки является увеличение степени междисциплинарного взаимодействия, что очевидно проецируется в прогнозируемом будущем на экономику и приведет к переходу от строго отраслевого принципа ее формирования в России к кластерному — по научно-технологической составляющей. Это, с одной стороны, позволит повысить уровень самокупаемости регионов, а с другой — будет способствовать развитию конкуренции в области внедрения инновационных технологий. Наиболее перспективной формой интенсификации экономики нашей страны, позволяющей сократить период от научного открытия до производства принципиально новых продук-

тов, является формирование или стимулирование роста инновационного кластера за счет создания вертикально интегрированных компаний, специализирующихся на том или ином инновационном направлении. Учитывая состояние нашей экономики, наиболее эффективной формой сотрудничества государства и частного бизнеса следует считать вертикально интегрированные структуры в форме государственно-частного партнерства.

Особенно очевидны изложенные выше предположения на примере нанотехнологий, являющихся одним из наиболее перспективных направлений, рассматриваемых во всем мире как важнейший стимул развития экономики и признак грядущей научно-технической революции. Период

от создания новых технологий до производства на их основе принципиально новых товаров — процесс длительный, а в сфере нанотехнологий — еще и высокотратный, основанный на международной кооперации. В этих условиях государство берет на себя основной объем инвестиций в инновационные проекты. Для того чтобы сократить сроки внедрения и выдержать конкуренцию на мировом рынке, необходимо в первую очередь поддерживать те организации, которые способны конкурировать с мировыми лидерами в своих областях. Кроме того, необходимо так же своевременно выявлять и поддерживать наиболее перспективные технологии и разработки. Мониторинг исследований и разработок в области нанотехнологий, осуществляемый НИЦ

«Курчатовский институт», в принципе позволяет решать эти задачи. В данной работе мы сосредоточимся на решении первой задачи, а именно — выявлении лидеров в своих областях или «определении центров превосходства» среди организаций, ведущих исследования и разработки в области нанотехнологий.

Прежде чем говорить об определении центров превосходства, следует определить критерии, по которым будут определяться эти центры. Критерии оценки нанотехнологий, как представляется, будут более сложными и, что важно, индивидуальными и в данной работе не будут рассматриваться.

Основными нефинансовыми показателями деятельности организаций членов национальной нанотехнологической сети (ННС) могут быть:

- количество публикаций научных статей;
- их цитируемость;
- количество защищенных патентов.

В качестве оценки эффективности можно выбрать отношения объема финансирования организации к абсолютным показателям, перечисленным выше. Следует, однако, отметить, что сведения об объемах финансирования практически отсутствуют в свободном доступе и получить оценки эффективности работы организации удается в очень редких случаях. Проблема могла бы быть решена, если публикация сведений об объемах финансирования организации в открытых источниках была обязательной.

Таким образом, в качестве критериев для оценки степени превосходства предлагается использовать доступные в открытых источниках сведения, на основе которых можно построить наукометрические показатели, позволяющие сделать статистический анализ количественных показателей научной продуктивности авторов и организаций, и по полученным результатам составить рейтинги научных организаций или определить центры превосходства.

При определении центров превосходства нами были использованы как абсолютные, так и относительные показатели, что, на наш взгляд, позволяет проанализировать деятельность организации с разных точек зрения и значительно повышает объективность результатов анализа и нивелирует влияние на них субъективных факторов. И главное, мы учитывали такой важнейший показатель деятельности научной организации или отдельного ученого, как количество защищенных патентов, хотя в этом вопросе также есть труд-

ности, связанные с тем, что отнесение патентов к области нанотехнологий — процесс неоднозначный, так же как и расчет «стоимости нанопродуктовой составляющей» в стоимости товара. В предлагаемой статье приводятся результаты определения центров превосходства только по относительным показателям, результаты определения центров превосходства как по абсолютным, так и относительным показателям приведены в сборнике [2].

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Глобализация в области информации привела к повсеместному созданию сетевых электронных баз данных и библиотек, которые значительно сокращают время исследователей по сбору, статистическому анализу и интерпретации наукометрических показателей за любой временной период. Мы, в частности, пользовались данными специализированного информационно-библиографического ресурса (СИБР), созданного в фондах научной электронной библиотеки (НЭБ/eLIBRARY.ru) и доступного всем членам ННС, а также базой данных по патентам ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности» (база данных ФИПС). На основе этих данных нами были проведены исследования по ранжированию научно-исследовательских организаций и вузов, участвующих в наноисследованиях, по результатам их деятельности в 2006–2010 годах¹. Информация по численности и структуре научного персонала была собрана на корпоративных сайтах и из данных годовых отчетов, предоставленных головной организацией ННС.

ПРЕДЛАГАЕМЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА

Собственно центры превосходства, то есть организации-«лидеры», можно определить, исходя из составного рейтинга, определяемого по формуле:

$$R_0 = P_1 * R_1 + P_2 * R_2 + P_3 * R_3 + \dots$$

Где P_i — вес i -го наукометрического

¹ Данные исследования осуществлялись НИЦ «Курчатовский институт» (НИЦ КИ) по заказу Министерства образования и науки РФ совместно с Некоммерческим партнерством «Национальный электронно-информационный консорциум» (НЭИКОН) в рамках проекта: «Обеспечение доступа участников национальной нанотехнологической сети (ННС) к электронным источникам научно-технической информации, необходимой для проведения исследований и разработок в области нанотехнологий» в рамках Федеральной целевой программы (ФЦП) «Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008–2010 годы».

рейтинга организации, значение R_i — i -й наукометрический рейтинг организации. Конкретный набор показателей зависит от возможностей исследователя их получить. Это может быть, например, экспертная количественная оценка веса исследуемых наукометрических показателей.

Другие обозначения в этой формуле:

R_1 — полное число публикаций данной организации за 5 лет, деленное на количество научных сотрудников организации;

R_2 — количество публикаций по данному направлению (по ГРНТИ или нанорубрикатору), вошедших в число наиболее цитируемых публикаций, деленное на общее число наиболее цитируемых работ за весь предыдущий период;

R_3 — средний индекс цитирования организации (сумма индексов цитирования всех сотрудников за пять истекших лет, деленная на количество научных сотрудников, публикующих статьи);

R_4 — количество патентов по данному направлению, поданных организацией за 5 лет, деленное на количество научных сотрудников организации.

Определение центров превосходства нами было проведено на основе всех рейтингов эффективности (публикационной и патентной активности, а также эффективности по цитированию). Составный рейтинг вычислен как простая сумма нормированных рейтингов (каждый рейтинг нормирован на свое максимальное значение), это означает, что все критерии признаются одинаково важными для определения центров превосходства (вес можно было бы определить на основе опросов экспертов, такие расчеты мы предполагаем сделать в будущем, когда станет ясной реакция экспертного сообщества на предлагаемый простейший вариант).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках проекта предусматривалось определение центров превосходства среди организаций, ведущих исследования и разработки в области нанотехнологий. На сегодняшний день членами ННС считается 50 организаций, перечисленных в Программе развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года. В то же время в базе данных НИЦ «Курчатовский институт» числится около 1400 организаций, заявивших о себе как об участниках деятельности в области наноисследований и nanoиндустрии. Доступ к СИБР получили около 240 организаций, наиболее активно участвующих в исследованиях по нанотематике.

Таблица 1. Сводная таблица нормированных к 1 рейтингов эффективности университетов/вузов

Название организации	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	Σ
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова	0.025	0.21	1.00	1.00	2.24
Санкт-Петербургский государственный университет	0.33	0.32	0.02	0.07	0.74
Волгоградский государственный университет	0.00	0.50	0.02	0.16	0.68
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет	0.06	0.11	0.00	0.00	0.17
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского	0.10	0.17	0.17	0.44	0.87
Новосибирский государственный университет	0.03	0.12	0.00	0.00	0.14
Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики	0.95	1.00	0.00	0.00	1.95
МИФИ	1.00	0.35	0.00	0.00	1.35
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского	0.35	0.15	0.16	0.52	1.19
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Казанский (Приволжский) федеральный университет	0.27	0.14	0.08	0.24	0.72
Томский политехнический университет	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Волгоградский государственный технический университет	0.33	0.17	0.00	0.00	0.49
Московский физико-технический институт (ГУ)	0.25	0.21	0.03	0.14	0.63
Московская государственная академия тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Томский государственный университет	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Кабардино-Балкарский государственный университет	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04
Сибирский федеральный университет	0.07	0.03	0.00	0.00	0.10
Уфимский государственный авиационный технический университет	0.18	0.13	0.19	0.94	1.43
Южный федеральный университет	0.11	0.03	0.00	0.00	0.15
Белгородский государственный университет	0.62	0.08	0.00	0.00	0.70
Тверской государственный университет	0.00	0.16	0.00	0.00	0.16
Российский университет дружбы народов	0.16	0.05	0.00	0.00	0.21
Новосибирский государственный технический университет	0.24	0.11	0.00	0.00	0.35
Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Московский энергетический институт (технический университет)	0.09	0.05	0.05	0.13	0.32
Казанский государственный технологический университет	0.20	0.05	0.00	0.00	0.25
Ульяновский государственный технический университет	0.00	0.13	0.00	0.00	0.13
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина	0.01	0.02	0.00	0.00	0.04
Челябинский государственный университет	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10
Кемеровский государственный университет	0.14	0.07	0.08	0.33	0.63
Саратовский государственный технический университет	0.11	0.08	1.00	0.46	1.65
Уральский государственный университет им. А.М. Горького	0.24	0.05	0.00	0.00	0.29
Пензенский государственный университет	0.42	0.08	0.00	0.00	0.50
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04
Владимирский государственный университет	0.15	0.08	0.03	0.18	0.44
Российский государственный медицинский университет	0.00	0.07	0.05	0.31	0.43
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова	0.16	0.05	0.00	0.00	0.21
Южно-Уральский государственный университет	0.12	0.02	0.00	0.00	0.14
Пермский государственный технический университет	0.32	0.04	0.00	0.00	0.36
Российский государственный университет нефти и газа им. Губкина	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники	0.08	0.02	0.00	0.00	0.10
Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)	0.11	0.04	0.00	0.00	0.15
Московский государственный строительный университет	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
Амурский государственный университет	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06
Самарский государственный технический университет	0.05	0.02	0.04	0.16	0.27
Петрозаводский государственный университет	0.15	0.03	0.00	0.00	0.18
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05
Тульский государственный университет	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
Иркутский государственный технический университет	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
Казанский государственный медицинский университет	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова	0.06	0.02	0.00	0.00	0.08
Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)	0.09	0.03	0.00	0.00	0.12
Тюменский государственный университет	0.07	0.02	0.00	0.00	0.08
Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
Дагестанский государственный университет	0.05	0.01	0.00	0.00	0.05
Амурская медицинская академия	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
Дальневосточный государственный медицинский университет	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица 2. Список центров превосходства университетов/вузов

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова	2.24
Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики	1.95
МИФИ	1.35
Саратовский государственный технический университет	1.65
Уфимский государственный авиационный технический университет	1.43

Нами предварительно были изучены все организации из базы данных НИЦ КИ, в результате мы пришли к выводу, что имеет смысл изучать только список из 235 организаций, получивших доступ в СИБР, так как все остальные организации не могут претендовать на роль центра превосходства в силу крайне незначительных значений их рейтингов. Именно этот список, который шире, чем список официальных членов ННС, но существенно меньше списка НИЦ КИ и являлся предметом нашего анализа.

Предварительный анализ полученных относительных показателей всех 235 организаций показал, что они разбиваются на несколько групп, внутри которых рейтинги сопоставимы, в то время как рейтинги организаций из разных групп практически несопоставимы и могут отличаться на порядок.

Такие отличия имеют вполне есте-

ственное объяснение: например, образовательные учреждения, где основная задача сотрудников – преподавательская деятельность, и академические НИИ, где один из важнейших результатов исследовательской работы научного сотрудника – публикация статьи, не могут иметь одинаковую продуктивность по количеству статей на одного сотрудника, именно поэтому относительная величина этого же показателя будет заведомо выше в НИИ, чем в университете.

Поэтому мы пришли к заключению, что необходимо разделить исследуемую группу организаций на 3 основные группы, что позволит минимизировать влияние размера численности научного персонала, зависящей от их специализации, на величину относительных показателей и сделает их сопоставимыми.

Поэтому дальнейшие исследования проводились уже по 3-м группам:

1. Высшие учебные заведения;
2. Академические научно-исследовательские институты;
3. Отраслевые научно-исследовательские институты и центры.

Такое разделение позволяет сравнивать научную продуктивность организаций внутри каждой группы, а также выявлять и сравнивать научную продуктивность групп по типу организации.

В целях выявления лидеров по всем показателям сначала были посчитаны рейтинги R_i , которые затем были нормированы на максимальные значения по каждой группе, тогда максимальное значение каждого рейтинга будет равно 1, а минимальное – 0. В результате для каждой группы получим таблицу со значениями нормированных рейтингов.

Для первой группы – университетов/вузов – получим данные, представленные в табл. 1. Последний столбец содержит сумму нормированных рейтингов. По максимальному значению этой суммы и определяются организации-лидеры.

Список центров превосходства по эффективности деятельности среди университетов/вузов приведен в табл. 2.

Для второй группы – академические научно-исследовательские институты – приведем показатели эффективности в табл. 3.

На основании данных табл. 3 получим список центров превосходства среди

Таблица 3. Сводная таблица нормированных рейтингов эффективности академических НИИ

Название организации	R_1	R_4	R_2	R_3	Σ
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН	0.12	0.25	0.64	0.58	1.59
Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН	0.06	0.18	0.08	0.14	0.46
Институт проблем химической физики РАН	0.39	0.15	0.06	0.10	0.71
Институт физики полупроводников СО РАН	1.00	1.00	0.04	0.47	2.51
Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН	0.00	0.00	0.14	0.00	0.14
Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН	0.09	0.14	0.06	0.13	0.42
Институт физики твердого тела РАН	0.73	0.28	0.09	0.00	1.10
Институт кристаллографии им. А.В. Шубникова РАН	0.04	0.22	0.05	0.17	0.48
Институт физики металлов УрО РАН	0.19	0.15	0.03	0.08	0.46
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН	0.08	0.08	0.15	0.21	0.51
Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН	0.11	0.09	0.00	0.00	0.20
Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Институт высокомолекулярных соединений РАН	0.46	0.21	0.24	1.00	1.91
Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН	0.36	0.31	0.00	0.00	0.66
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН	0.28	0.10	0.00	0.00	0.38
Институт физики микроструктур РАН	0.12	0.25	0.04	0.21	0.61
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН	0.75	0.19	0.02	0.11	1.07
Институт проблем технологии и микроэлектроники и особочистых материалов РАН (Черноголовка)	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Институт химии твердого тела УРО РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН СПб	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН Москва	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Институт нефтехимического синтеза им А.В. Топчиева РАН	0.53	0.12	0.00	0.00	0.65
Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН	0.09	0.11	0.04	0.17	0.40

Институт радиотехники и электроники Российской академии наук	0.10	0.05	0.00	0.00	0.16
Институт спектроскопии РАН (Троицк)	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова СПб	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН	0.36	0.28	0.00	0.00	0.64
Институт проблем машиноведения РАН СПб	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанский НЦ РАН	0.04	0.09	0.00	0.00	0.13
Казанский физико-технический институт Казанского научного центра РАН им. Е.К. Завойского (КФТИ КНЦ РАН)	0.03	0.06	0.01	0.03	0.13
Физико-технический институт УРО РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Учреждение Российской академии наук Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05
Институт химии растворов РАН	0.30	0.12	0.00	0.00	0.42
Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова РАН	0.04	0.04	0.00	0.00	0.08
Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН	0.00	0.00	0.13	0.00	0.13
Объединенный институт высоких температур РАН	0.08	0.03	0.00	0.00	0.11
Институт аналитического приборостроения РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Физико-технологический институт РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Институт синтетических полимерных материалов им. Ениколопова РАН	0.35	0.15	0.04	0.47	1.02
Институт прикладной физики РАН	0.07	0.03	0.00	0.00	0.09
Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН	0.16	0.10	0.00	0.00	0.26
Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН	0.00	0.06	0.02	0.12	0.20
Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН	0.23	0.05	0.00	0.00	0.28
Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН	0.00	0.02	0.01	0.02	0.06
Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН	0.09	0.05	0.00	0.00	0.13
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН	0.26	0.04	0.02	0.06	0.38
Институт ядерной физики СО РАН	0.03	0.02	0.00	0.00	0.05
Новосибирский институт органической химии им. Ворожцова СО РАН	0.14	0.06	0.00	0.00	0.20
РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН	0.04	0.01	0.00	0.00	0.05
Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН	0.16	0.14	0.03	0.48	0.82
Институт физики Санкт-Петербургского государственного университета РАН	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03
Институт цитологии РАН	0.05	0.04	0.02	0.10	0.21
Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН	0.54	0.09	0.00	0.00	0.63
Институт систем обработки изображений РАН	0.16	0.09	0.00	0.00	0.25
Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН	0.00	0.03	0.17	0.91	1.11
Институт автоматизации и электрометрии СО РАН	0.34	0.04	0.00	0.00	0.38
Институт органической химии Уфимского НЦ РАН	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03
Институт биофизики СО РАН	0.32	0.04	0.00	0.00	0.36
Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов	0.00	0.02	0.02	0.08	0.12
Институт физиологически активных веществ РАН	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03
Институт вычислительного моделирования СО РАН	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
Всероссийский институт научной и технической информации РАН	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Институт лазерной физики СО РАН	0.31	0.03	0.00	0.00	0.34
Институт органического синтеза им. И.Я. Пастовского УРО РАН	0.11	0.02	0.00	0.00	0.13
Тихоокеанский институт биоорганической химии ДВО РАН	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН	0.17	0.02	0.00	0.00	0.19
НИИ гриппа Северо-Западного отделения РАМН	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
НИИ физиологии СО РАМН	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Научный центр клинической и экспериментальной медицины СО РАМН	0.06	0.00	0.00	0.00	0.07
Тихоокеанский институт географии ДВО РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
НИИ синтетического каучука имени академика С.В. Лебедева	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Иркутский научный центр СО РАН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица 4. Список центров превосходства эффективности академических НИИ и значение суммарного рейтинга

Институт физики полупроводников СО РАН	2.51
Институт высокомолекулярных соединений РАН	1.91
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН	1.59
Институт физики твердого тела РАН	1.10
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН	1.07

Таблица 5. Сводная таблица нормированных рейтингов эффективности отраслевых НИИ

Название организации	R ₄	R ₁	R ₂	R ₃	Σ
Российский научный центр «Курчатовский институт»	1.00	1.00	0.33	0,23	2.56
НИИ физики им. В.А. Фока Санкт-Петербургского государственного университета	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
Объединенный институт ядерных исследований	0.00	0.00	0.55	0.00	0,55
Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына (МГУ)	0.00	0.00	0.59	0.00	0.59
НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского (МГУ)	0.00	0.00	0.93	0.00	0.93
Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов	0.00	0.40	0.29	1.00	1.70
Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор»	0.25	0,37	0.00	0.00	0.63
Обнинское научно-производственное предприятие «Технология»	0.47	0.03	0.00	0.00	0.50
НИИ синтетического каучука имени академика С.В. Лебедева	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11
Международный университет природы, общества и человека «Дубна»	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

академических институтов (табл. 4).

Для третьей группы, отраслевых научно-исследовательских институтов, расчет нормированных рейтингов представлен в Таблице 5:

По данным Таблицы 5 составлен список центров превосходства среди отраслевых институтов, который представлен в Таблице 6.

Таблица 6. Список центров превосходства эффективности отраслевых НИИ

Российский научный центр «Курчатовский институт»	2.56
Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов	1.70
НИИ физики им. В.А. Фока Санкт-Петербургского государственного университета	1.00
НИИ физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского (МГУ)	0.93

ВЫВОДЫ

Представленные в таблицах 2, 4 и 6 организации, ведущие исследования и разработки в области нанотехнологий, являются лидерами в этой области, и мы можем их отнести к центрам превосходства. Необходимо заметить, что можно определять рейтинги и на основе абсолютных показателей, т.е., например, не делить число публикаций на общее количество научных сотрудников. В некоторых вопросах такие показатели имеют большее значение, чем относительные показатели эффективности. Нами был проведен и такой анализ, его результаты представлены в статье 2, где определены центры превосходства, в том числе и по абсолютным показателям. По совокупности двух списков можно определить и «безусловных» лидеров – суммарно, как по относительным показателям, так и по абсолютным. В упомянутой статье такие списки приведены, здесь же ограничимся списками центров превосходства по относительным показателям эффективности научно-исследовательских работ.

Косвенным подтверждением наших выводов являются рейтинги результа-

тов деятельности 3042 научных учреждений мира, публикуемые 2 раза в год испанской лабораторией SCImago. В это число попадают только организации, публикующие более 100 научных статей в год в англоязычных журналах, имеющих наиболее высокий показатель импакт-фактора (важности издания). Исследования основаны на информационной базе данных (БД) SCOPUS издательской корпорации Elsevier, аккумулирующей в себе более 38 млн записей научных публикаций. Наиболее успешные, по данным SCImago, 34 российские научные организации входят по нашим расчетам в группу лидеров и в области нанотехнологий. Необходимо уточнить, что данный рейтинг SCImago носит общий характер и не позволяет оценить активность организаций в области нанотехнологий. Кроме того, базы данных, на основе которых проводится оценка в SCImago, и используемые нами, существенно отличаются. В частности, СИБР содержит гораздо большее число отечественных публикаций.

Предлагаемый нами подход к определению центров превосходства науч-

ных организаций по относительным наукометрическим показателям результатов их деятельности позволяет нивелировать влияние их отраслевой специализации (химия, биология, медицина и т.д.), то есть сделать их сопоставимыми, и открывает возможность определять критерии и разрабатывать стратегии развития научно-исследовательских работ и подготовки специалистов на ближайшую перспективу.

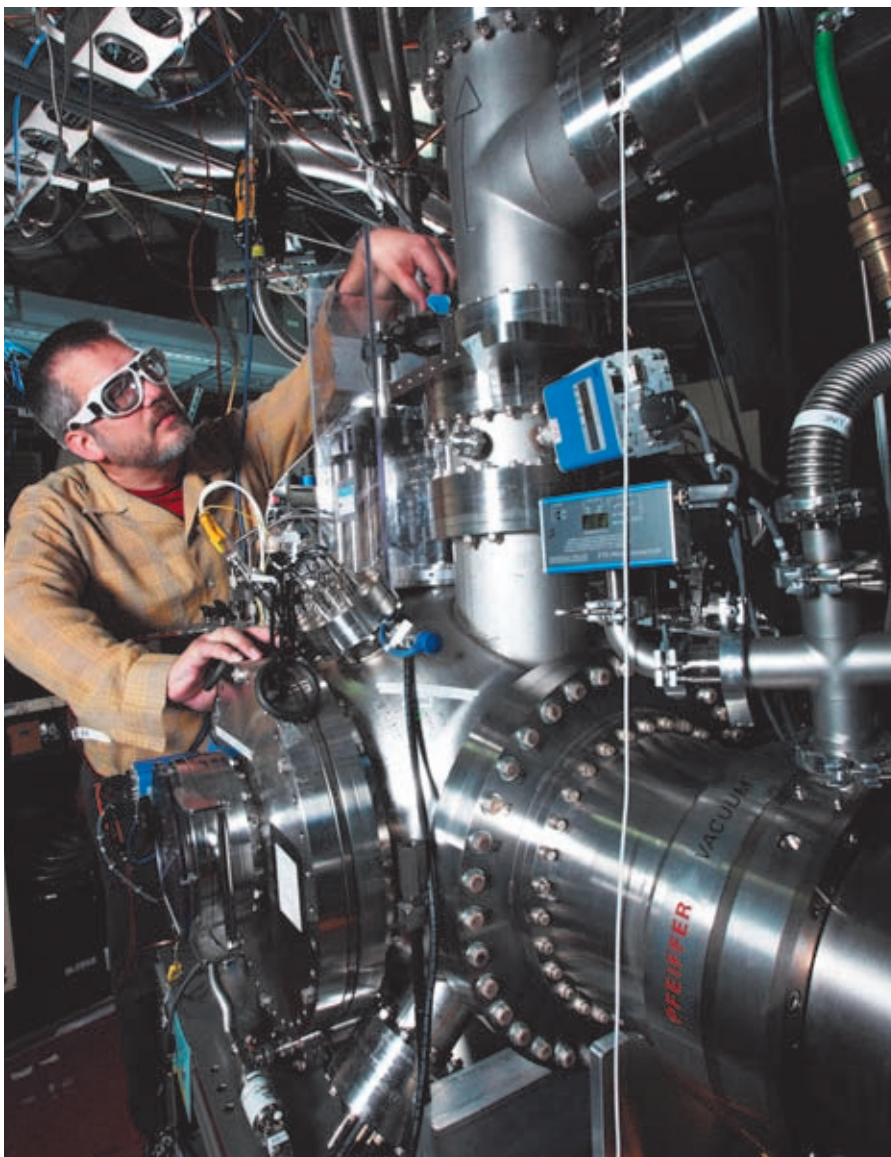
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гохберг Л. Оценка результатов деятельности организаций в государственном секторе науки. 19 сентября 2008 г. ГУ-ВШЭ.
2. Жулего В.Г., Кунина Г.Е. Наукометрия в эпоху Интернета. Интегрированная система мониторинга национальной нанотехнологической сети. Сборник аналитических материалов № 1. М. 2011 г. Изд-во НИЦ «Курчатовский институт», под общей редакцией Балякина А.А. С. 16–39, ISBN 978-5-9900996-9-2.
3. Маркусова В.А., д.п.н. Новые наукометрические данные по России и другим странам. ВИНИТИ РАН. 14.09.2011: http://www.stf.ru/material.aspx?CatalogId=221&d_no=8703
4. John F. Sargent Nanotechnology and Competitiveness: issues and Options. May. 15. 2008. <http://www.fas.org/sgp/crs/misc/RL34493.pdf>
5. SIR World Report 2011. Normalized Impact Report. SCImago Research Group. Copyright 2011. Data Source: Scopus® <http://www.scimago.es/>, <http://www.scimagoir.com/>

Каталог малых инновационных предприятий российских вузов в сфере нанотехнологий

*д.т.н. проф. Н.М. Емелин,
к.т.н. доц. Ю.Н. Артамонов,
к.т.н. доц. Е.Д. Володина*

*Министерство
образования и науки
Российской
Федерации ФГБНУ
«Госметодцентр»,
115998, ГПС-8, Москва,
ул. Люсиновская, 51
E-mail: bomelihov@mail.ru*



Интеграция образования и науки с промышленным сектором через проведение фундаментальных, поисковых, прикладных исследований, создание инноваций и рынка объектов интеллектуальной собственности является неотъемлемой составляющей производства конкурентоспособной продукции.

В настоящее время инновационная деятельность высшего учебного заведения рассматривается как важное условие модернизации образовательного процесса, систематического обновления его материально-технического потенциала и является одним из основных факторов повышения эффективности в работе вуза. Инновационная деятельность в вузах получает статус основного вида деятельности (наравне с образовательной и научной) и является необходимым условием стратегического развития вуза.

15 августа 2009 года вступил в силу Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» № 217-ФЗ от 02.08.2009, создающий правовую основу для инновационных предприятий при бюджетных научных учреждениях и государственных высших учебных заведениях.

Закон предоставляет возможность для учреждений науки и образования быть участниками и учредителями хозяйственных обществ, занимающих-

Одним из направлений деятельности МИПов являются разработки в области нанотехнологий. В качестве примера приведем один из результатов деятельности малых инновационных предприятий, созданных на базе вузов, в области нанотехнологий – разработку МИПа «Биоматерия» при Оренбургском государственном университете биопластических наноструктурированных материалов медицинского назначения, в частности – биокожи «Гиаматрикс». МИП «Биоматерия» при Оренбургском государственном университете было создано в результате научного сотрудничества ученых университета и специалистов инновационной компании НПП «Наносинтез».

Российская инновационная разработка – биокожа «Гиаматрикс» (Nuamatrix) предназначена для защиты и эффективного восстановления дефектов кожи и слизистых оболочек (ожоги, травмы, трофические язвы и т.д.). Это биопластический материал, получаемый в результате фотохимического наноструктурирования исходного гидроколлоида гиалуроновой кислоты. Применяемые в производстве нанотехно-

логии позволяют избежать химических примесей в технологическом процессе и в готовом продукте, что также повышает клиническую эффективность биокожи.

По мнению изобретателя биокожи Рамиля Рахматуллина (директора компании НПП «Наносинтез»): «Лечение ожоговых больных весьма дорогостоящее и сопровождается сложной медицинской реабилитацией. Применение биокожи «Гиаматрикс» позволяет быстрее восстановить поврежденные кожные покровы и сделать лечение менее болезненным».

В отличие от международных аналогов «Гиаматрикс» обладает более высокой биосовместимостью, клинической эффективностью и оптимальными биоинженерными свойствами. А также – доступной ценой для широкого круга потребителей. Объем первой очереди производства инновационного биоматериала составит 1500 упаковок в месяц.

В 2009 году биокожа «Гиаматрикс» по итогам II Всероссийского молодежного инновационного Конвента признана «Лучшим инновационным продуктом», а кандидат медицинских наук заведующий

научно-производственной лаборатории клеточных технологий Оренбургского государственного университета Рамиль Рахматуллин – лауреатом Звoryкинской премии. При поддержке правительства было построено высокотехнологичное предприятие, закуплены ультрасовременные немецкие производственные линии, и сейчас выпущен полный комплекс косметических средств «Гиаматрикс». В Москве состоялась пресс-конференция «Инновационный лифт», на которой был подписан первый в истории продаж российской косметики международный контракт на поставку данного комплекса в страны Евросоюза и США на сумму 30 млн евро.

В настоящее время проведен мониторинг деятельности малых инновационных предприятий, созданных на базе высших учебных заведений Российской Федерации, и назрела необходимость по развитию информационного взаимодействия с целью отражения деятельности МИП, обмена опытом, совершенствования механизмов управления МИП. В этой связи в цикле статей предлагается каталог инновационных результатов МИП.

ся внедрением результатов интеллектуальной деятельности, права на которые принадлежат данным учреждениям, тем самым обеспечивается реальное внедрение в производство результатов научно-технической деятельности вузов. Первые результаты реализации закона – только за 2010 год в соответствии с 217-ФЗ было создано более 700 малых инновационных предприятий (МИП). На основании статистики, предоставленной ФГНБУ «Центр исследований и статистики науки» Минобрнауки России, в настоящее время зарегистрирова-

но 1048 МИПов, из них 1017 – создано в 191 вузе и 31 – в 27 НИИ.

В рамках закона разработаны правовые основы для инновационных предприятий, созданных при бюджетных научных учреждениях и государственных высших учебных заведениях. Предложен новый экономический и правовой механизм, стимулирующий государственные вузы и научные организации продвигать созданные научные результаты и знания на рынок, участвовать в управлении, распределении прибыли. Созданы условия для коммерциа-

лизации результатов интеллектуальной деятельности, при этом появилась возможность прямого привлечения инвесторов в процесс развития малого бизнеса. Урегулировано внесение прав использования результатов интеллектуальной деятельности (РИД) в уставной капитал; стало возможным повышение заинтересованности авторов РИД, самих вузов (научных учреждений) в возможности получения дополнительных доходов и распоряжения ими.

Наименование организации:

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта

Наименование малого инновационного предприятия:

Общество с ограниченной ответственностью «Атолаб»

Сокращенное наименование:

ООО «Атолаб»

Дата регистрации:

16.07.2010 г.

Руководитель: Демьянец Роман Владимирович

Реквизиты: 236000, г. Калининград, ул. Чайковского, 20, офис 2,

тел. 8 (906) 239-06-66

Email: rdemyanets@innopark.kantiana.ru

Вид деятельности:

Создание биоактивных покрытий.

Продукция/услуги:

Плазменные методы создания биоактивных покрытий.

Инновационные результаты:

Создание биоактивных покрытий на полимерах для приложений биомедицины и диагностики. Созданы опытные и целевые образцы функционального наноструктурированного биоактивного покрытия в виде тонких пленок для сорбции/десорбции нукле-

иновых кислот на поверхности полимеров.

Область применения результатов:

Медицинская промышленность.

Объекты интеллектуальной собственности:

Плазменные методы создания биоактивных покрытий. Свидетельство о подаче заявки на международный патент: № 2010140081, 30.09.2010 (Роспатент).

Наличие коммерциализации продукции/услуг:

Планируется коммерциализация продукции. Возможна продажа патента.

Наименование организации:

Белгородский государственный университет

Наименование малого инновационного предприятия:

Общество с ограниченной ответственностью «Металл-деформ»

Сокращенное наименование:

ООО «Металл-деформ»

Дата регистрации:

2009 г.

Руководитель: Иванов Максим Борисович

Реквизиты: 308034, г. Белгород, ул. Королева, 2а, тел.: 8 (4722) 20-19-27

Email: metal-deform@mail.ru

Вид деятельности

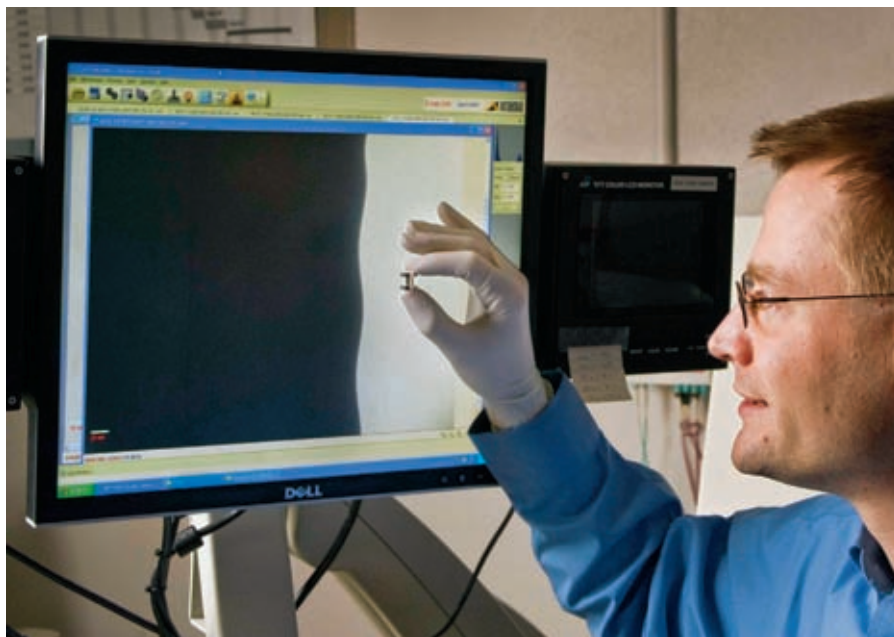
Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук; производство прочих цветных металлов; производство холоднотянутых прутков и профилей; производство холоднокатаных узких полос и лент; предоставление услуг по ковке, прессованию, объемной и листовой штамповке и профилированию листового металла; обработка металлических отходов и лома; разработка проектов промышленных процессов и производств в области электротехники, электронной техники, горного дела, химической технологии, машиностроения, промышленного строительства, системотехники; издание СМИ и печатной продукции, в том числе для слепых.

Продукция/услуги

Прутки и полосы из субмикроструктурного нелегированного титана для медицины.

Технические характеристики продукции/услуг

Прутки диаметром 4.5–8.0 мм, длиной до 3 м из субмикроструктурного нелегированного титана. Предел прочности (временное сопротивление разрыву) не менее 850 МПа; относительное удлинение не менее 9 %; предел выносливости на базе одного миллиона циклов – не менее 450 МПа; предел выносливости на базе одного миллиона циклов образцов с кольцевой выточкой кругового профиля – не менее 250 МПа. Полосы толщиной 1.0–8.0 мм, шириной 10–18 мм из субмикроструктурного нелегированного титана. Предел прочности (временное сопротивление разрыву) не менее 750 МПа; относительное удлинение – не менее 12 %; предел выносливости на базе одного миллиона циклов – не менее 300 МПа; предел выносливости на базе одного миллиона циклов образцов с центральным поперечным круглым отверстием не менее 150 Мпа.



Sandia National Laboratories

Инновационные результаты

Прутки и полосы из субмикроструктурного нелегированного титана VT1-0 обладают повышенными механическими свойствами и высокой биосовместимостью, поскольку не содержат вредных для живого организма легирующих элементов (Al и V), а также характеризуются повышенной коррозионной стойкостью.

Область применения результатов

Медицинская промышленность.

Объекты интеллектуальной собственности

Право использования секрета производства (ноу-хау) «Способ термической обработки нелегированного титана» зарегистрировано в Реестре секретов производства (ноу-хау) БелГУ 24.09.2009 г. № 9.

Наличие коммерциализации продукции/услуг

Ведется серийный выпуск продукции с начала 2010 г.

Наименование организации

Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «БелСилика»

Сокращенное наименование

ООО «БелСилика»

Дата регистрации

18.08.2010 г.

Руководитель:

Нелюбова Виктория Викторовна

Реквизиты

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, тел.: 8 (4722) 30-99-91

Email: 309991@mail.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки; производство керамических изделий, кроме используемых в строительстве; производство керамических плиток и плит; производство кирпича, черепицы и прочих строительных изделий из обожженной глины; производство цемента, извести и гипса; производство изделий из бетона, гипса и цемента.

Продукция/услуги

Научные исследования и разработки в области стройиндустрии, силикатные материалы автоклавного твердения. Технические характеристики продукции/услуг

Внедрение разработанной технологии на существующих предприятиях по производству силикатных материалов позволит существенно повысить эффективность их производства за счет существенной экономии энергоресурсов, что отразится на конечной стоимости изделий. В частности, предложены составы силикатных автоклавных прессованных материалов с использованием наноструктурированного модификатора, позволяющие получать изделия с пределом прочности при сжатии до 40 МПа, морозостойкостью до 75 циклов. Использование наноструктурированного модификатора повышает в 1.5 раза прочность при сжатии сырца, что позволит выпускать эффективные высокопустотные изделия с повышенной долговечностью. Предложены

составы окрашенных силикатных материалов, обладающих повышенной цветостойкостью при длительном воздействии внешних естественных и техногенных факторов окружающей среды.

Инновационные результаты

Продукты проекта – силикатные автоклавные материалы с использованием наноструктурированного модификатора. Использование модификатора позволяет в условиях существующего производства существенно повысить эффективность производства силикатных автоклавных материалов за счет оптимизации зернового состава формовочной смеси путем регулирования в системе количества наноразмерных частиц. Данная модификация приводит к существенному росту прочности изделий (более 40 %) и дает возможность снизить энергоемкость автоклавной обработки материалов, что положительно скажется на их стоимости. Получены закономерности изменения свойств готовых изделий в зависимости от параметров автоклавной обработки, позволяющие оптимизировать физико-механические характеристики силикатных материалов с наноструктурированным модификатором. Определены рациональные параметры гидротермального синтеза изделий в зависимости от технического состояния автоклавного оборудования, что позволяет существенно сократить энергоемкость производства силикатных материалов с прочностью, удовлетворяющей требованиям нормативных документов. Предложены варианты технологии получения силикатных автоклавных материалов с использованием НМ, в том числе окрашенных, как с учетом строительства нового производства, так и при внедрении на существующих предприятиях по производству автоклавных материалов.

Область применения результатов

Промышленность.

Объекты интеллектуальной собственности

«Известково-кремнеземистое вяжущее, способ получения известково-кремнеземистого вяжущего и способ получения формовочной смеси для прессованных силикатных изделий». Патент РФ №2376258 от 20.12.2009 г. Пат. 2376258 Российская Федерация МПК С 04 В 28/18, В24В 3/00, С 04 В 111/20. Известково-кремнеземистое вяжущее, способ получения известково-кремнеземистого вяжущего и способ получения формовочной смеси для прессованных силикатных изделий; заявитель и патентообладатель Белгород. гос. техн. ун-т им. В.Г. Шухова.

– № 2008115871/03. Заявл. 24.04.2008. опубл. 20.12.2009. Бюл. № 35. 15 с.

Наименование организации

Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «ПенЭко»

Сокращенное наименование

ПенЭко

Дата регистрации

25.08.2010 г.

Руководитель

Павленко Наталья Викторовна

Реквизиты

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, тел.: 8 (910) 363-88-38

Email: 9103638838@mail.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук; производство энергоэффективных строительных материалов.

Продукции/услуги

Научные исследования и разработки в области стройиндустрии, изделия из ячеистого бетона.

Технические характеристики продукции/услуг

Характеристики материалов, изготовленных с использованием бесцементного НВ: для теплоизоляционных материалов – плотность не более 300–400 кг/м³, прочность не менее 1–2 МПа, коэффициент теплопроводности 0.08–0.09 Вт/(м·°С); для конструктивно-теплоизоляционных 400–600 кг/м³, прочность не менее 2–4.5 МПа; для жаростойких ячеистых композиционных материалов – плотность не более 500 кг/м³, прочность 4–6 МПа, предельная температура эксплуатации 1250 °С и выше. Научные исследования могут проводиться в области изучения физико-механических, структурных, реологических характеристик строительных материалов и т.д.

Инновационные результаты

Результатом деятельности инновационного предприятия является технология производства пенобетона на основе бесцементного наноструктурированного вяжущего (НВ) с улучшенными физико-техническими характеристиками для использования в качестве эффективного конструктивно-теплоизоляционного и огнеупорного материала в жилом и промышленном строительстве.

Данный материал обладает низкой плотностью и соответственно весом

и коэффициентом теплопроводности при высоких прочностных характеристиках. Морозостойкость пенобетона на основе бесцементного НВ по сравнению с показателем традиционных теплоизоляционных материалов (минеральной ваты и стекловолокна) увеличена на 33.3 %, а паропроницаемость снижена на 33 % и 62.3 % соответственно. Себестоимость нового продукта в 2 раза ниже себестоимости аналогичных материалов на основе цементного вяжущего. Наиболее перспективными для развития пенобетона на основе бесцементного наноструктурированного вяжущего являются малоэтажное и многоэтажное каркасное строительство.

Для интенсификации технологического процесса производства в результате деятельности фирмы приобретена система мониторинга получения наноструктурированного вяжущего на основе анализа шума, издаваемого мельницей, которая позволяет сократить технологический процесс и в режиме реального времени судить о его интенсивности. Данная система может применяться на различных предприятиях, где в качестве помольных агрегатов применяют шаровые мельницы. Внедрение системы мониторинга дает возможность снизить энергозатраты на производство НВ на 15–20 % за счет общего сокращения времени процесса, сократить технологические этапы перехода на новый тип сырья, обеспечить оперативность контроля и управляющих воздействий в процессе производства, включая внештатные ситуации. Разработаны оптимальные технологические режимы минерализации пены, отработаны механизмы введения вяжущего. Проведены испытания по упрочнению и разработке способов упрочнения. Получен опытно-промышленный образец. Проведены испытания материала в соответствии с ГОСТ 25485–89. Частично разработана нормативная документация.

Область применения результатов

Строительство.

Объекты интеллектуальной собственности

Патент «Смесь для пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего (варианты), способ изготовления изделий из пенобетона (варианты)» № 2412136, 20.02.2011 г. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Наличие коммерциализации продукции/услуг

В настоящий момент технология реализована в рамках инновационного опытно-промышленного цеха наноструктурированных композицион-

ных материалов, производительность 0.12 м куб. в сутки. Рассматриваются перспективы реализации пенобетона на основе НВ как материала специального назначения (огнеупорный материал) для футеровки внутренней поверхности тепловых агрегатов. Ведутся переговоры о сотрудничестве: «Комбинат строительных материалов» (г. Ульяновск).

Наименование организации

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Трибо»

Сокращенное наименование

ООО «Трибо»

Дата регистрации

11.11.2009 г.

Руководитель

Мышкин Владимир Александрович

Реквизиты

600009, г. Владимир, ул. Электrozаводская, 7, тел.: 8 (4922) 43-03-46, доб. 103

Email: tribo33@mail.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук.

Продукция/услуги

Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ) с углеродными нанотрубками.

Технические характеристики продукции/услуг:

Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость отвечает следующим требованиям: соответствует по своим технико-эксплуатационным свойствам категории L-MAG в соответствии с ГОСТ 28549.7; поставляется потребителю в виде концентрата без содержания масла; не содержит вредных веществ (нитрита натрия, хлор-, серо-, фосфорорганических соединений); обладает высокими антикоррозионными свойствами; концентрат СОЖ разводится путем перемешивания в холодной воде; хранение и транспортировка концентрата СОЖ осуществляется в металлических бочках вместимостью 200 кг и более.

Инновационные результаты

Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость с углеродными нанотрубками представляет собой смешанные в воде многокомпонентную сбалансированную композицию на основе ПАВ, эмульгаторы, ингибиторы коррозии, противопенную присадку и модификатор, отличающийся тем, что в качестве

модификатора использован дисперсный водный раствор углеродных нанотрубок при их концентрации 170–300 млн/мл, полученный с помощью ультразвука.

Активная составляющая жидкости (изобретения) состоит из молекул меньшего размера, цепи которых ориентированы не перпендикулярно, а параллельно к контактирующим поверхностям, что обеспечивает высокую проникающую способность СОЖ в зону резания. Кроме этого, углеродные нанотрубки, имеющие высокие физико-механические свойства, присутствуя в зоне резания, сокращают возможность контактирования трущихся поверхностей, воспринимая на себя большие контактные нагрузки. Цилиндрическая форма нанотрубок повышает несущую способность клина СОЖ в зоне резания.

Объекты интеллектуальной собственности

«Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость с углеродными нанотрубками». Патент № 2417253 от 26.11.2009 г.

Наличие коммерциализации продукции/услуг

Объем реализации более 900 тыс. рублей за 2011 г.

Наименование организации

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное

предприятие «Нанометр»

Сокращенное наименование

ООО «НПП «Нанометр»

Дата регистрации

07.05.2010 г.

Руководитель

Захаров Юрий Иванович

Реквизиты

600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, тел.: 8 (4922) 47-99-45

Email: elogin@mail.ru

Вид деятельности

Метрологическое обеспечение средств измерения, в т.ч. нанометрового диапазона; НИОКР в области метрологического обеспечения средств измерения, в т.ч. нанометрового диапазона; обучение специалистов в области метрологического обеспечения средств измерения, в т.ч. нанометрового диапазона.

Продукция/услуги

Методические пособия.

Технические характеристики продукции/услуг

Методическое пособие по средствам измерения нанометрового диапазона и их метрологическому обеспечению. Точность и неопределенность измерений. Методическое пособие по применению ГОСТ Р ИСО 5725-2002 в условиях территориального органа Росстандарта.

Инновационные результаты

Предприняты первые шаги по созданию метрологической инфраструктуры для обеспечения деятельности нанотехнологических МИП Владимирского региона.

Область применения результатов

Промышленность.



Sandia National Laboratories

Наименование организации

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «НАНОтех»

Сокращенное наименование

ООО «НПП «НАНОтех»

Дата регистрации

22.06.2010 г.

Руководитель

Ваганов Виктор Евгеньевич

Реквизиты

600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, тел. 8 (960) 733-38-84

Email: vaganovv@bossmail.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук; деятельность по созданию и использованию баз данных и информационных ресурсов; консультирование по аппаратным средствам вычислительной техники; разработка программного обеспечения и консультирование в этой области; обработка данных; производство контрольно-измерительных приборов; производство электро- и радиоэлементов, электровакуумных приборов; обработка металлов и нанесение покрытий на металлы; обработка металлических изделий; производство основных химических веществ и др.

Продукция/услуги

Углеродные нанотрубки, нановолокна и мелкодисперсионный графит.

Инновационные результаты

Разработка наноматериалов и технологий их применения. Получены готовые образцы материалов, углеродные нанотрубки, нановолокна и мелкодисперсионный графит.

Область применения результатов

Машиностроение, химическая и нефтехимическая промышленность, строительное, дорожное и коммунальное машиностроение.

Объекты интеллектуальной собственности

Планируется подача заявки.

Наименование организации

Волгоградский государственный университет

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Центр новых технологий»

Сокращенное наименование

ООО «ЦНТ»

Дата регистрации

21.04.2011 г.

Руководитель

Запорожкова Ирина Владимировна

Реквизиты

400062, г. Волгоград, просп. Университетский, 100, тел.: 8 (8442) 46-08-05

Email: irinaz@rbcmail.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук; научные исследования и разработки в области общественных и гуманитарных наук; деятельность по созданию и использованию баз данных и информационных ресурсов; разработка программного обеспечения и консультирование в этой области.

Продукция/услуги

Создание защитных наномаркировок.

Технические характеристики продукции/услуг

Размер одной наномаркировки составляет несколько нанометров, что делает его фактически невозможным для обнаружения без специального оборудования (сканирующего зондового микроскопа). Возможно нанесение маркировок на различные типы поверхностей. Считывание информации с целью обнаружения и последующей подделки наномаркировки невозможно с помощью известных оптических устройств. Даже знание места локализации наномаркировки на изделии с точностью до 1 мм² не приводит к возможности ее выявления, так как на этой площади имеется в среднем 1 000 000 участков, где она могла бы располагаться. Возможна индивидуальная наномаркировка для каждого заказчика и изделия.

Инновационные результаты

Технология нанесения и выявления наномаркирующих знаков на поверхности объектов различной химической природы и различной твердости, требующих особой степени защиты, с использованием возможностей зондовой сканирующей микроскопии. Технология создания сверхпрочного дорожного покрытия путем допирования асфальтово-бетонного материала углеродным наноматериалом.

Область применения результатов

Промышленность.

Продукция/услуги

Очистка спиртосодержащих жидкостей с использованием углеродных наноматериалов.

Технические характеристики продукции/услуг

Предлагается использовать углеродные нанотрубки для финишной очистки спиртосодержащих жидкостей от вредных примесей малых концентраций, к которым относятся метанол и сивушные масла, являющиеся силь-

ными токсикантами. Данная технология позволит значительно удешевить процессы очистки на заключительном этапе производства от наиболее трудновывлекаемых побочных продуктов. В настоящее время технология сверхвысокой очистки спиртосодержащих жидкостей является весьма дорогой и трудоемкой.

Инновационные результаты

Технология финишной очистки технических и пищевых водно-этанольных смесей, в том числе продукции ликероводочной промышленности, с использованием углеродных наноматериалов, которые обладают уникальными сорбционными характеристиками. Эта технология может быть использована для очистки воды. Высокая удельная поверхность углеродных нанотрубок, в несколько раз превышающая удельную поверхность лучших современных сорбентов, открывает возможность их использования в фильтрах и других аппаратах химических технологий.

Область применения результатов

Пищевая промышленность.

Объекты интеллектуальной собственности

Изобретение «Способ нанесения наномаркировок на изделия». Патент на изобретение № 2365989 от 27.08.2009, выдан Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Изобретение «Способ очистки водно-этанольных смесей от изопропилового спирта».

Патент на изобретение № 2359918 от 27.06.2009 выдан Федеральной службой по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Наименование организации

Воронежский государственный технический университет

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «НТЦ микро- и нанотехнологии»

Сокращенное наименование

ООО «НТЦ микро- и нанотехнологии»

Дата регистрации

15.02.2010 г.

Руководитель

Воробьев Александр Юрьевич

Реквизиты

394063, г. Воронеж, Ленинский просп., 60а, оф. 347, тел.: 8 (919) 249-36-64

Email: hidden_111@mail.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук.

Продукция/услуги

Солнечные элементы на основе модифицированных нитевидными кристаллами фотоэлектрических структур.

Технические характеристики продукции/услуг

Светопоглощающий материал — кремний, коэффициент полезного действия 15–20 %.

Развернутое описание инновационных результатов малого инновационного предприятия.

Фотоэлектрические преобразователи солнечного излучения изготавливаются из пластин кремния, выращенного методом Чохральского и имеющего два типа проводимости p и n. Передняя лицевая поверхность преобразователя структурирована нитевидными кристаллами Si и др. P-n переход выполнен коаксиально оси нитевидных кристаллов, причем электронно-дырочный контакт p- и n-областей проходит через свободные от нитевидных кристаллов участки поверхности подложки. Форма пластин круглая или псевдоквадратная, обеспечивающая возможность модульной сборки в батарею. Принцип преобразования энергии — внутренний фотоэффект; материал корпуса — металл, пластмасса; средний срок службы — 20–25 лет; проектные решения предполагают использование только отечественных материалов и комплектующих, что важно для снижения себестоимости продукции.

Область применения результатов

Отрасли промышленности.

Объекты интеллектуальной собственности

«Способ получения регулярных систем наноразмерных нитевидных кристаллов кремния». Патент № 2336224 от 20.10.2008 г.

Наименование организации

Воронежский государственный университет

Наименование

Общество с ограниченной ответственностью «Фото Технологии В»

Сокращенное наименование

ООО «Фото Технологии В»

Дата регистрации

02.02.2010 г.

Руководитель

Харин Алексей Николаевич

Реквизиты

394063, г. Воронеж, Ленинский просп., 160а, оф. 411а, тел.: 8 (920) 210-36-57

Email: a_kharin@mail.ru

Вид деятельности

Разработка программного обеспечения и консультирование в этой области;

компьютерное моделирование; научные исследования и разработки в области естественных и технических наук; научно-исследовательские работы в области разработки альтернативных источников энергии и перспективных материалов для них; разработка и внедрение инновационных технологий создания альтернативных источников энергии; разработка и внедрение инновационных методик обучения и повышения квалификации в области химии и физики материалов и наноструктур и ИТ-технологий; разработка и создание новых органических и неорганических химических материалов; испытания и анализ состава и чистоты материалов и веществ.

Продукция/услуги

Результаты научных исследований и разработок в области естественных и технических наук. В том числе:

- программное обеспечение для реализации новой информационной технологии защиты авторских прав на основе создания цифровых водяных знаков,
- разрабатываемый лабораторный регламент создания устройств фоточувствительных ячеек на основе тонких пленок халькогенидов металлов.

Технические характеристики продукции/услуг

Эффективная технология создания робастных и хрупких цифровых водяных знаков, предназначенных для защиты авторских прав на файлы текстовых и мультимедийных форматов. Язык программирования C/C++, компиляторы gcc, mingw, графическая библиотека Qt-4.6.0 (для кроссплатформенного ПО) или среда разработки Borland C++ Bulider 6.0 (для разработки под Windows).

Требования к аппаратному и программному обеспечению среды функционирования разрабатываемого продукта: процессор Intel Pentium 4, тактовая частота 2000 МГц, ОЗУ не менее 512 Мб, операционная система Windows 2000/Windows XP/Windows 7/Linux.

Требования к информационной и программной совместимости: программа должна поддерживать большое число форматов (текстовых и мультимедийных).

Разрабатываемые методы синтеза тонких пленок многокомпонентных полупроводниковых соединений и тонкопленочных просветляющих покрытий для устройств фотовольтаики должны быть конкурентоспособны по сравнению с технологией формирования гетероструктур на основе монокристаллического кремния в части стоимости (кремниевая технология является доро-

гой), улучшения экологической обстановки (в том числе за счет снижения техногенной нагрузки на окружающую среду), обеспечения создания элементов фотопреобразователей на гибких подложках.

Инновационные результаты

Выполнение работ по государственному контракту с Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (2010–2011 гг.).

Главная особенность предлагаемой технологии и реализуемых на ее основе алгоритмов обработки информации заключается в том, что специально обученные нейронные сети используются для реализации самого скрывающего и восстанавливающего метку преобразования. Аппарат искусственных нейронных сетей позволяет достаточно эффективно восстанавливать характер эталонного сигнала, использованного для обучения сети, и одновременно позволяет отследить даже незначительные изменения различных статистических характеристик при анализе модифицированного сигнала (при появлении в нем аномальных изменений). Данные свойства нейронных сетей предлагается использовать в новой технологии в интересах решения задачи защиты авторских прав на основе создания робастных и хрупких цифровых водяных знаков.

Выполнение работ по государственному контракту в рамках ФЦП Министерства образования и науки (2011–2012 гг.).

Разработаны методики синтеза тонких пленок полупроводниковых соединений двойных и тройных систем Cd-S, Cd-Te, Cu-In-Se, тонкопленочных просветляющих покрытий на основе диоксида титана, легированного редкоземельными и переходными металлами (La, Sm, Co, Ni) и их оксидами для устройств фотовольтаики.

Область применения результатов

Промышленность.

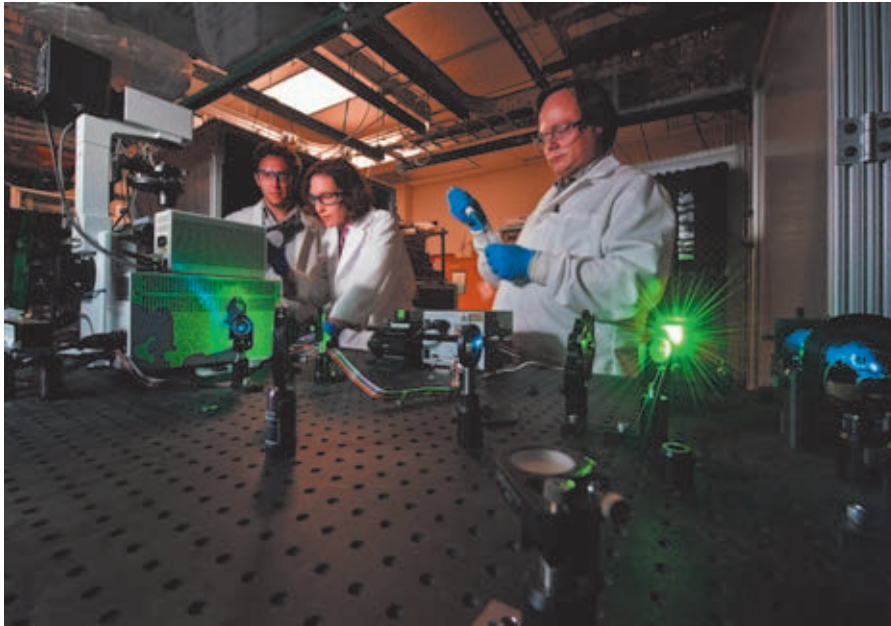
Объекты интеллектуальной собственности

Ноу-хау: «Технология синтеза полупроводниковых соединений многокомпонентных систем для преобразования солнечной энергии».

Программы для ЭВМ «Программный модуль для создания цифровых водяных знаков с использованием искусственных нейронных сетей».

«Радиометр для обнаружения сигналов повышенной скрытности в присутствии сильных мешающих сигналов». Патент на изобретение № 2270539 от 19.01.2006 г.

«Способ обнаружения сигналов радиоэлектронных средств повышенной скрытности и устройство для его осу-



Sandia National Laboratories

ществления». Патент на изобретение № 2271089 от 27.01.2006 г.

Программа для ЭВМ «Программа для моделирования, обучения и тестирования нейронных сетей». Свидетельство № 2010613915 от 16.06.2010 г.

Программа для ЭВМ «Имитационное моделирование броуновского движения» для проведения лабораторных работ по физике на тему «Молекулярная физика и термодинамика». Свидетельство № 50200900649 от 18.06.2009 г.

Программа для ЭВМ «Моделирование упругого и неупругого столкновения тел» для проведения лабораторной работы по физике на тему «Законы сохранения энергии и импульса». Свидетельство № 50200900718 от 16.06.2009 г.

Наименование организации

Восточно-Сибирский государственный технологический университет

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Малое инновационное предприятие «Доктор Хлеб»

Сокращенное наименование
ООО «МИП «Доктор Хлеб»

Дата регистрации
13.10.2010 г.

Руководитель

Цыбикова Галина Цыреновна

Реквизиты

670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в, тел.: 8 (3012) 41-71-94

Email: gala1948@rambler.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки;

производство хлеба и мучных кондитерских изделий недлительного хранения.

Продукция/услуги

Хлеб ржано-пшеничный «Байкальский», «Баянгол», «Вкус»; крупа быстрорастворивающаяся ячменная «Замба»; напиток зерновой «Зутраан»; мука пшеничная «Замба».

Технические характеристики продукции/услуг

Хлеб «Байкальский» отличается низкой кислотностью — 5.4 Нр. Благодаря нанопроцессам, обуславливающим агрегирование белков, заметно улучшаются потребительские свойства. Изделие обогащено молочной сывороткой, содержит больше минеральных веществ, пищевых волокон, витаминов, микроэлементов, белковых азотистых соединений, органических кислот. Рекомендуется для организации рационального питания, улучшения работы желудочно-кишечного тракта.

Хлеб «Баянгол» — в качестве заквасочной культуры используются бифидобактерии. Продукты обмена бифидобактерий формируют особое соотношение молочной и уксусной кислот, обуславливающих приятный вкус и аромат выпеченного хлеба, помимо этого, молочная кислота подавляет патогенную микрофлору в закваске и тесте. Хлеб менее калориен, содержит меньше углеводов и больше пищевых волокон, обладающих повышенной адсорбционной способностью.

Хлебобулочные изделия «Вкус» отличаются большей устойчивостью крахмала к действию пищеварительных ферментов, пониженным содержанием усваиваемых углеводов в результате

изменения наноструктуры крахмала хлеба. Калорийность хлеба уменьшается в среднем на 65–70 ккал. Хлеб «Вкус» способствует снижению уровня холестерина в крови, может использоваться в диетотерапии больных ожирением, не повышает содержание сахара в крови и поэтому может быть рекомендован в составе диетотерапии даже больным сахарным диабетом.

Крупа «Замба» ячменная быстрого приготовления обладает функциональными свойствами, повышенной биологической ценностью вследствие высокого содержания в крупе витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, является природным энтеросорбентом, эффективным средством для очистки организма человека от шлаков, выведения различных токсинов. Отличается высоким содержанием кремния (29%), необходимого для формирования и укрепления костной ткани наряду с кальцием и холином, способствующими нормализации жирового, холестеринового обмена веществ. Готовая к употреблению крупа обладает приятным вкусом и рассыпчатой структурой.

Крупа «Замба» — 3 злака с отрубями пшеничными

Состав: быстрорастворивающиеся крупы из ячменя, пшеницы, овса (или продукты их переработки), отруби пшеничные. Продукт обладает функциональными свойствами, вследствие высокого содержания витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, сосредоточенных в периферийных частях зерновок.

Пищевые волокна уменьшают всасывание поступающих с пищей энергоемких жиров, углеводов, холестерина и за счет адсорбции выводят их из организма. Кроме того, потребление практически бескалорийных волокон позволяет легко контролировать калорийность рациона.

Крупа «Замба — 3 злака»

Крупа быстрого приготовления вырабатывается из зерна ячменя, пшеницы, овса или продуктов их переработки, прошедших влаготепловую обработку. Обладает функциональными свойствами, повышенной биологической ценностью вследствие высокого содержания в крупе витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон. Крупа «Замба» является природным энтеросорбентом, эффективным средством для очистки организма человека от шлаков, выведения различных токсинов. Отличается высоким содержанием кремния (29%), необходимого для формирования и укрепления костной ткани наряду с кальцием и холином, способствующими

ми нормализации жирового, холестерина обмена веществ. Готовая к употреблению крупа обладает приятным вкусом и рассыпчатой структурой.

Продукт «Зутраан» вырабатывается из быстрорастворимых круп ячменя или пшеницы, полученных влаготепловой обработкой зерна, сухого молочного продукта животного происхождения и соли поваренной пищевой. Продукт отличается содержанием пищевых волокон, слизей, улучшающих пищеварение и имеющих важное значение для профилактики болезней обмена веществ и диетотерапии, оказывает очищающее действие на организм человека.

Мука «Замба» вырабатывается из быстрорастворимых цельных круп, полученных после переработки ячменя, пшеницы, ржи и овса путем измельчения.

Инновационные результаты

Инновационные технологии производства функциональных зерновых продуктов — хлебобулочных и крупяных изделий — адаптированы к условиям промышленного производства. Разработаны дополнительно к существующим стандарты организации (СТО). Вырабатываемая предприятием продукция сертифицирована, предприятие зарегистрировано в системе «ЮНИСКАН».

Область применения результатов

Пищевая промышленность.

Объекты интеллектуальной собственности

Планируется подача заявки.

Наименование организации

Иркутский государственный технический университет

Наименование

Общество с ограниченной ответственностью «Консалтинговый центр трансфера технологий Иркутского государственного технического университета»

Сокращенное наименование

ООО «Консалтинговый центр трансфера технологий ИрГТУ»

Дата регистрации

10.12.2010 г.

Руководитель

Рупосов Виталий Леонидович

Реквизиты

664074, Иркутская обл., г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, корп. А, офис 211, тел.: 8 (902) 568-62-76

Email руководителя: tpark@istu.edu

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук; бухгалтерский учет и аудит; консультирование по вопросам финансового посредничества, коммерческой

деятельности и управления; финансовое посредничество, капиталовложение в собственность.

Продукция/услуги

Проведение маркетинговых исследований и написание бизнес-планов.

Технические характеристики продукции/услуг

Проведение маркетинговых исследований и написание бизнес-планов для организации мелкосерийного производства низкотемпературных планарных наноструктурированных энергосберегательных нагревательных элементов.

Инновационные результаты

Низкотемпературные планарные наноструктурированные энергосберегательные нагревательные элементы являются новым инновационным продуктом, поэтому перед организацией производства были проведены маркетинговые исследования и определен объем существующего рынка и потенциальных потребителей подобного оборудования. Для организации мелкосерийного производства составлен бизнес-план инвестиционного проекта для получения инвестиций от предполагаемого финансового партнера. Составление бизнес-плана ввиду инновационности продукции не позволяет применить стандартные методы.

Область применения результатов

Маркетинговые исследования, экономика.

Наименование организации

Международный университет природы, общества и человека «Дубна»

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Нанохим»

Сокращенное наименование малого инновационного предприятия

ООО «Нанохим»

Дата регистрации малого инновационного предприятия

01.11.2010 г.

Руководитель

Артошина Ольга Вячеславовна

Реквизиты

141982, г. Дубна, ул. Университетская, 19, оф. 105А, тел.: 8 (926) 404-84-77

Email: foreigner69@mail.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук; выполнение НИР и ОКР в области нанохимии; изготовление наноматериалов, функциональных наноразмерных систем и другой химической продукции; проведение поис-

ковых исследований в области нанохимии, разработка физико-химических методов анализа; создание и мелкосерийное производство новой техники для научных и учебных целей.

Продукция/услуги

Термокинетический спектрометр.
Технические характеристики продукции/услуг

Разрешение анализа по поверхности образца, см²: 10–4;

предел обнаружения продуктов газовой выделения в газе-носителе, г/см³: не ниже 10–8 по бензолу;

разрешение (предел обнаружения в зоне анализа поверхности по бензолу), г: 2.10–12: (2 мкг = 2.10–6 г);

температурный интервал: 25 °С... 850 °С;

скорость нагревания/охлаждения: 0.01 К/мин... 500 К/мин;

стандартное время развертки ТК-спектра, с: 30–90;

газовая атмосфера: инертная;

контроллер газового потока: на четыре линии;

сжимное сопряжение с ФИД: 450 °С;

возможно сопряжение с ИК-фурье-спектрометром, масс-спектрометром и ГХ-МС через нагреваемые адаптеры;

обработка и представление информации: автоматизированная на ПЭВМ;

отсутствие расходных материалов, кроме газа-носителя и отходов при анализе;

ориентировочная масса (без ПЭВМ), кг: 12 кг;

размеры (без ПЭВМ), мм: 300x400x550;

источник питания: 220 В (220 В).

Область применения результатов

Научная и образовательная деятельность.

Наименование организации

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Энергоэффективные нанотехнологии»

Сокращенное наименование ООО «Энергоэффективные нанотехнологии»

Дата регистрации

30.06.2010 г.

Руководитель

Юсова Мария Вадимовна

Реквизиты

115409, г. Москва, Каширское ш., 31, тел.: 8 (926) 847-34-44

Email: mvyu3021@ya.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических

наук; производство электро- и радио-элементов, электровакуумных приборов; технические испытания, исследования и сертификация; разработка проектов промышленных процессов и производств, относящихся к электронике, электронной технике, горному делу, химической технологии, машиностроению, а также в области промышленного строительства, системотехники и техники безопасности; деятельность в области стандартизации; деятельность в области метрологии.

Продукция/услуги

Технология изготовления энергоэффективных диодов на основе карбида кремния.

Технические характеристики продукции/услуг

Токи утечки – не более 1мкА при обратном смещении $U = 200$ В ($T = 175$ °С); напряжение пробоя – не ниже 300 В ($T = 25$ °С); максимальная температура эксплуатации – не ниже $T = 175$ °С.

Инновационные результаты

Разработана технология изготовления энергоэффективных диодов на основе карбида кремния, включающая в себя: технологию формирования *p-n*-структур на основе карбида кремния методом ионной имплантации на напряжение пробоя, близкое к максимальному значению; технологию формирования низкоомных и стабильных при высоких температурах омических контактов *k p* и *n* слоям диодных структур.

Область применения результатов

Технические испытания и исследования.

Наименование организации

Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

Наименование малого инновационного предприятия

Общество с ограниченной ответственностью «Агросервис»

Сокращенное наименование ООО «Агросервис»

Дата регистрации

2010 г.

Руководитель

Ионов Павел Александрович

Реквизиты

430904, Республика Мордовия, г. Саранск, пос. Ялга, ул. Российская, 5, каб. 119, тел.: (8342) 25-44-39

Email: agroservis-ime@yandex.ru

Вид деятельности

Научные исследования и разработки в области естественных и технических наук; обработка металлов и нанесение покрытий на металлы; обработка металлических изделий с использованием основных технологических процессов машиностроения; предоставление услуг по монтажу, ремонту и техническому обслуживанию машин для сельского и лесного хозяйства; техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств; технические испытания, исследования и сертификация; производство прочего электрооборудования; предоставление услуг по монтажу,

ремонту и техническому обслуживанию подъемно-транспортного оборудования.

Продукция/услуги

Генераторы импульсного тока. Технологии и средства повышения надежности агрегатов отечественной и зарубежной техники.

Технические характеристики продукции/услуг

Технологии и средства повышения надежности обеспечивают 100 % технический уровень и 90–100 % ресурс агрегатов отечественной и зарубежной техники. Повышение надежности достигается за счет высокой износостойкости поверхностей пар трения, лимитирующих ресурс агрегатов.

Инновационные результаты

Новое электронное оборудование (генераторы импульсного тока) для формирования на рабочих поверхностях деталей нанокompозитных покрытий толщиной до 500 мкм обеспечивает повышение износостойкости соединений в 1.5–2 раза. Отличительной особенностью разрабатываемых генераторов импульсного тока является широкий диапазон энергетических и технологических режимов и принципиально новая элементная база. Ресурсосберегающие технологии позволяют повышать надежность техники. Указанный показатель продукта достигается за счет создания на рабочих поверхностях деталей нанокompозитных покрытий с заданными служебными свойствами. Одним из значимых показателей средств диагностирования и контроля рабочих параметров отремонтированных агрегатов является соответствие технического уровня отремонтированного агрегата показателям нового. Указанный показатель достигается за счет комплексного научного подхода при разработке новых технологий, методов и средств диагностирования отремонтированных агрегатов.

Себестоимость ремонта агрегатов отечественной и зарубежной техники по новым высокоэффективным технологиям составляет не более 40 % от стоимости новых, что почти в два раза ниже по сравнению с отечественными и зарубежными аналогами.

Область применения результатов

Сельское хозяйство.

Объекты интеллектуальной собственности

Патент РФ на изобретение № 2301140 «Способ восстановления изношенных отверстий неподвижных соединений», 23.12.2005 г., Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент).

Продолжение читайте в № 5-6.



Sendia National Laboratories

Получение ультрадисперсных порошков металлов, сплавов, соединений металлов методом Гена–Миллера: история, современное состояние, перспективы

В начале 60-х годов прошлого века в Институте химической физики АН СССР им. Н.Н. Семенова М.Я. Геном и А.В. Миллером была предложена и реализована новая разновидность конденсационного метода получения ультрадисперсных порошков металлов левитационным подвешиванием и нагревом металла в электромагнитном поле в потоке инертного газа. Удачное решение, обеспечивающее непрерывное получение порошка в чистых условиях, позволило создать серию полупромышленных установок, работающих на нескольких российских предприятиях и в ряде научных институтов [1–4]. В последующие годы этот метод позволил провести многие пионерские работы по исследованию свойств субмикронных порошков металлов, сплавов, оксидов металлов и их применению в различных областях науки и техники. Настоящая работа посвящена истории создания, современному состоянию и перспективам дальнейшего развития этого метода в России и за рубежом.

ВВЕДЕНИЕ

С 1945 г. в Институте химической физики АН СССР интенсивно велись теоретические и экспериментальные работы, связанные с созданием и испытаниями ядерных и термоядерных бомб [5]. К 1959 г. основная часть задач, стоявших перед институтом в этой области, была решена, и Н.Н. Семенов принял решение переориентировать лаборатории, участвовавшие в «атомном» проекте, на решение новых задач. Одно из новых направлений было связано с нарастающим отставанием СССР от США в создании твердотопливных межконтинентальных ракет.

Новые смесевые алюминизированные топлива, использованные американскими специалистами для ракет «Минитмен» и «Полярис», существенно превосходили отечественные разработки. Институту было поручено развернуть исследования по процессам горения новых видов твердого топлива, а также изучить возможность использования в реактивных

*А.Н. Жигач,
М.Л. Кусков,
И.О. Лейпунский,
Н.И. Стоенко,
В.Б. Сторожев*

*Институт энергетических проблем химической физики
РАН, 119334, Москва, Россия,
Ленинский просп., 38, корп. 2
E-mail: jan@chph.ras.ru*

двигателях энергии рекомбинации стабилизированных свободных радикалов и атомов.

Для решения последней задачи в ИХФ АН СССР был создан отдел свободных радикалов (ОСР) под руководством член-корр. РАН В.Л. Тальрозе. Позднее, в 1987 г., этот отдел выделился в Институт энергетических проблем химической физики (ИНЭПХФ).

В ОСР на базе группы Матвея Яковлевича Гена (1906–1987) (*рис. 1*) была создана лаборатория молекулярной физики, основными задачами которой было получение и исследование мелкодисперсных и аморфных металлов, а также замороженных атомов и радикалов [5].

М.Я. Ген еще в 1930 г. начинает изучать механизмы образования аэрозолей металлов, разрабатывает методы исследования ультрадисперсных систем и их практических применений [8–10]. С 1958 г. и до конца жизни М.Я. Ген плодотворно работает над получением и исследованием свойств ультра-



Рисунок 1. Матвей Яковлевич Ген 1906–1987 гг.



Рисунок 2. Алексей Викторович Миллер 1923–1978 гг.

дисперсных порошков (УДП) металлов, оксидов металлов и интерметаллических соединений.

Алексей Викторович Миллер (1923–1978) (рис. 2) перешел в новую лабораторию в 1958 г. и стал соавтором М.Я. Гена в создании «Аэрозольного метода непрерывного диспергирования металлов и получения оксидов металлов».

Для обозначения субмикронных частиц, получаемых в результате конденсации атомов в газовой среде, ранее часто использовался термин «аэрозольные частицы». Этот термин, обычно применявшийся в публикациях лаборатории М.Я. Гена, будет использован далее в нашем обзоре.

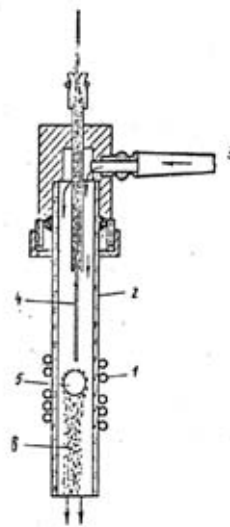
ИССЛЕДОВАНИЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В ЛАБОРАТОРИИ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ М.Я. ГЕНА

С 1959 г. начинаются регулярные публикации по аэрозольным частицам металлов [6]. В начале для получения ультрадисперсных частиц металлов использовалась технология для получения коллоидных растворов щелочных металлов, состоявшая в испарении навески металла в неподвижной инертной газовой или жидкой среде путем омического нагрева [8, 10, 11] или радиочастотного нагрева [9]. Проблемы получения малых частиц путем конденсации в неподвижном инертном газе подробно рассмотрены в [7, 34–36, 66].

На примере частиц алюминия было установлено, что изменением давления и состава газовой среды, в которой происходит конденсация паров металла, можно в широких пределах изменять средние размеры частиц [5]. Оказалось, что, начиная с некоторых давлений, размеры частиц перестают зависеть от давления.

В 1961 г. М.Я. Геном и А.В. Миллером предложен и реализован новый непрерывный левитационно-струйный метод получения ультрадисперсных порошков металлов [1]. В 1965 г. создан метод получения ультрадисперсных порошков оксидов металлов [3]. В создании этого метода существенный вклад внес М.С. Зискин. Авторские свидетельства на эти методы были рассекречены и опубликованы только в начале 80-х годов. На рис. 3а приведена схема одной из первых реализаций левитационно-струйного метода Гена–Миллера. На рис. 3б представлено изображение испарительного узла установки при получении УДП алюминия.

Авторы изобретения описывают его суть следующим образом: «Способ получения аэрозолей металлов путем испарения подвешенной и разогреваемой в поле высокой частоты металлической капли с последующим выносом аэрозолей и улавливания сухими и жидкими фильтрами без соприкосновения с атмосферой, отличающийся тем, что с целью осуществле-



а)



б)

Рисунок 3. На рисунке приведены: а – схема левитационно-струйного метода Гена–Миллера получения аэрозольных частиц металлов [1] (1 – высокочастотный противоточный индуктор; 2 – стеклянная или кварцевая трубка; 3 – ввод инертного газа носителя; 4 – подпитывающая проволока; 5 – левитирующая капля расплавленного металла; 6 – аэрозольные частицы металла); б – левитирующая в индукторе капля расплавленного металла и отходящий от нее шлейф аэрозольных частиц (установка МИГЕН-2005)

ния непрерывности процесса получения аэрозолей и избежания загрязнения индуктора конденсатом, испарение металла проводят в замкнутом ламинарном потоке инертного газа при атмосферном или пониженном давлении. Если скорость струи не выходит за пределы ламинарности потока, то атомы и аэрозольные частицы в основном двигаются в направлении струи и выносятся из области индуктора без попадания на стенки. Это позволяет непрерывно собирать или вводить аэрозоль металла в реакцию среду в процессе его образования. По мере расходования металла в каплю вводится добавка металла равномерной подачей подпитывающей проволоки, которая при соприкосновении с каплей оплавляется порциями».

УДП металлов, получаемые с помощью этой технологии, имеют средние размеры частиц в области 20–300 нм, относительно узкое распределение по размерам, близкое к логарифмически-нормальному, и близкую к сферической форму частиц. Кроме проволоки для подпитки левитирующей капли могли применяться относительно грубые порошки металлов.

При получении оксидов металлов в струю инертного газа выше или ниже по потоку от капли вводится кислород (рис. 4а). На рис. 4б представлен узел ввода кислорода ниже по потоку газа при получении Al с толстым оксидным покрытием.

Распределение получаемых методом Гена–Миллера частиц по размерам определяется, как и в любом конденсационном методе, давлением и составом газовой среды, в которой происходит испарение, а также скоростью обдувающей левитирующую расплавленную каплю газового потока. Увеличение скорости потока уменьшает размеры частиц [4].

Для улавливания частиц из потока газа носителя в лаборатории М.Я. Гена использовались матерчатые фильтры. Первоначальные размеры отверстий между нитями ткани намного превышали размеры частиц аэрозоля, однако за короткое вре-

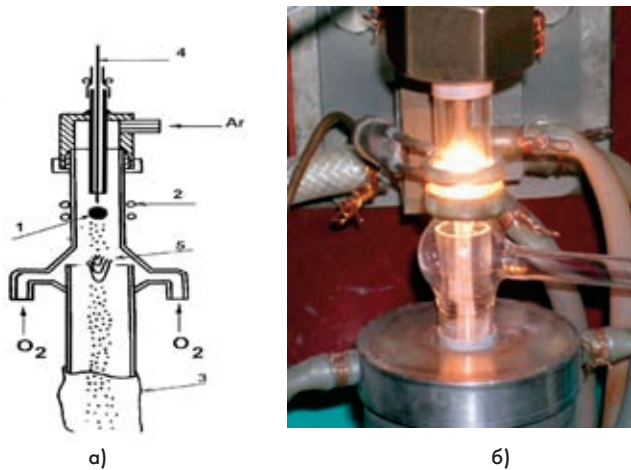


Рисунок 4. На рисунке приведены: а – схема получения оксидов металлов левитационно-струйным методом М.Я. Гена, А.В. Миллера и М.С. Зискина [2] (1 – левитирующая расплавленная капля металла; 2 – индуктор; 3 – сборник окисленных частиц; 4 – подпитывающая проволока; 5 – зона окисления аэрозольных частиц); б – получение оксида металла в кварцевом реакторе путем окисления струи аэрозольных частиц (установка МИГЕН-2005)

мя за счет высаживания улавливаемых частиц на поверхности ткани, фильтр становился непроницаемым. Для удаления частиц с поверхности фильтра его периодически встряхивали. В некоторых случаях фильтр погружали в жидкую среду, которой мог служить, например, вымораживаемый при температуре жидкого азота аргон, используемый как газ-носитель [1].

С 1956 г. установки для индукционной плавки металлов во взвешенном состоянии применяют для испарения металлов в вакууме [12, 13], но для изготовления порошков такие установки не годились, из-за того что индуктор быстро зарастал испаряющимся металлом. Организация в методе Гена–Миллера обдува капли потоком инертного газа и вынос индуктора из потока газа-носителя позволили использовать подходы бестигельной плавки металла для получения ультрадисперсных порошков.

На рис. 5 показана схема установки третьего поколения для получения УДП левитационно-струйным методом УКДМС-30-ИХФ на базе высокочастотного закалочного генератора Л2-13 (0.44 МГц), разработанной в лаборатории М.Я. Гена и воспроизведенной в некоторых других научных институтах СССР. Для этой установки было создано устройство шнековой подачи для подпитки левитирующей капли относительно грубыми порошками.

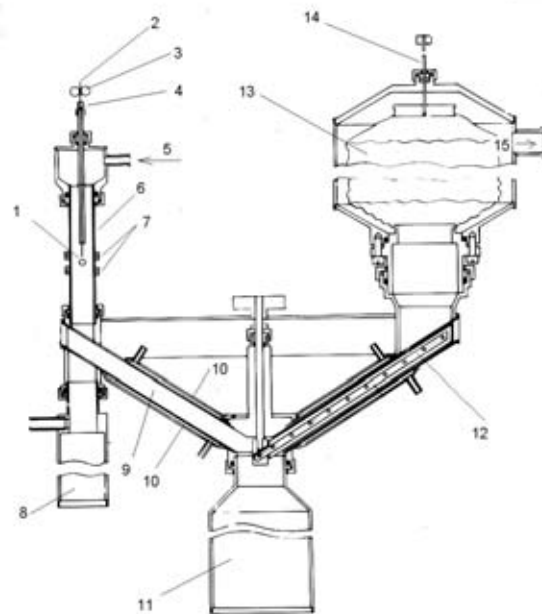
Одной из серьезных проблем нового метода стало спекание частиц порошка в горячей струе газа-носителя.

В установках второго поколения охлаждение газа-носителя с аэрозольными частицами проводилось в охлаждаемых цилиндрических трубах относительно большого диаметра.

На некоторых установках для понижения температуры газа, несущего частицы порошка, его смешивали на выходе из кварцевой трубки с холодным газом-носителем.

На установках третьего поколения внутри установки предусмотрено быстрое охлаждение содержащего аэрозоль газового потока при прохождении им узкого (несколько миллиметров) зазора с охлаждаемыми стенками (холодильника). Очистка стенок холодильника от порошка обеспечивалась вращением расположенной в зазоре щетки.

На всех установках была предусмотрена возможность работы в замкнутом газовом цикле, когда газ-носитель после фильтра снова подавался в установку.



УКДМС -30 ИХФ

Рисунок 5. Схема установки УКДМС-30-ИХФ. 1 – левитирующая капля металла; 2 – подпитывающая проволока; 3 – механизм подачи проволоки; 4 – уплотнение; 5 – вход газа-носителя; 6 – трубка реактора; 7 – противоточный индуктор; 8 – каплесборник; 9 – холодильник; 10 – водяная рубашка; 11 – контейнер для УДП; 12 – щетка; 13 – фильтр; 14 – механический привод для встряхивания фильтра

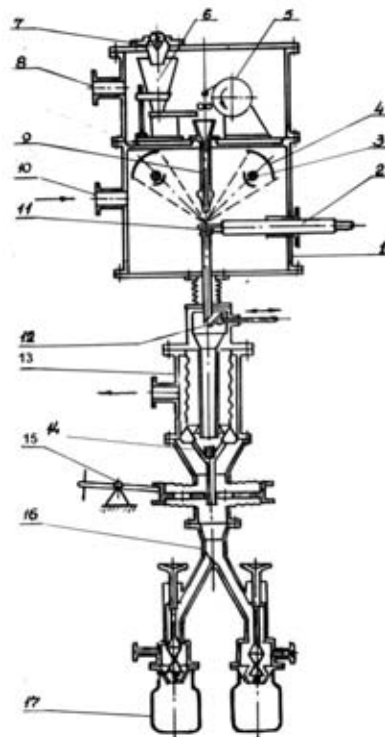


Рисунок 6. Схема полупромышленной установки, разработанной в лаборатории М.Я. Гена. 1 – испарительная камера; 2 – держатель индуктора; 3 – короткодуговая ксеноновая лампа; 4 – зеркало; 5 – запас подпитывающей проволоки и механизм подачи проволоки; 6 – бункер системы подачи грубого порошка; 7 – люк для порошка; 8 – подача газа; 9 – капилляр для подачи проволоки или порошка; 10 – подача газа; 11 – индуктор с реактором; 12 – заслонка; 13 – фильтр; 14 – каплеловитель; 15 – встряхиватель фильтра; 16 – переключатель сборников УДП; 17 – контейнер для УДП

Таблица 1. Перечень металлов, оксидов металлов и интерметаллидов, полученных левитационно-струйным методом Гена–Миллера

Соединение	Средний размер частиц, нм	Соединение	Средний размер частиц, нм
Металлы			
Ag	5...200	Al	5...300
Bi	120	Co	20...100
Cu	30...150	Fe	20...100
Gd	100	In	140
Mg	120	Mn	130
Ni	5...100	Zn	100
Sn	40...100	Ti	20
Оксиды			
CoO	50	Cu _x O	70
NiO	50	SnO ₂	120
ZnO	130	NiFe ₂ O ₄	90
Al ₂ O ₃	50...150	Fe ₂ O ₃	50
Интерметаллические соединения			
AgAl	200	NiAl	70...120
Ni ₃ Al	50...90		
Сплавы			
Fe-Al	200	Fe-Co	20...100
Fe-Ni	30...100	Fe-Cu	40...120
Fe-Gd	100	Ni-Al	70...120
Ni-Co	20...100	Ni-Cu	40...100
Ag-Al	200	Cu-Sn	100
Fe-Ni-Co	40		

Для обеспечения движения газа обычно использовались каналные осевые вентиляторы, аналогичные применяемым в пылесосах.

Метод получения субмикронных порошков оказался весьма удобным, и уже в середине 70-х годов установки, основанные на технологии Гена–Миллера и созданные с участием сотрудников лаборатории М.Я. Гена, работали во многих научных центрах СССР. Схема одной из таких установок приведена на *рис. 6*.

Перечень УДП, синтезированных в лаборатории М.Я. Гена, приведен в *табл. 1*.

Созданные в лаборатории методы получения ультрадисперсных частиц позволили исследовать влияние размеров частиц на их электронные и фонные состояния, а также на релаксационные процессы [14–33]. Соизмеримость длины пробега электронов в частице с ее размером приводит к разнообразным эффектам, проявляющимся в структуре [14, 16, 18, 20, 21, 24, 28], электронных [17, 25, 33], магнитных [19, 22,

28, 29, 30, 31], сверхпроводящих, оптических [27], тепловых и других свойствах [15, 19, 20, 23, 26, 32].

В период расцвета в лаборатории М.Я. Гена одновременно проводились работы по многим направлениям: теоретические и экспериментальные исследования ультрадисперсных частиц и их ансамблей, а также тонких высокодисперсных пленок [34–36] (группа Ю.И. Петрова); исследования структуры синтезированных ультрадисперсных частиц методами рентгенофазового анализа (И.В. Платэ и Е.А. Федорова); разработка новых установок для получения УДП и отработка технологий получения УДП различных металлов, интерметаллидов и оксидов (Н.И. Стоенко, М.С. Зискин, Е.С. Владиславлев, Д.В. Афанасьев под руководством А.В. Миллера); вопросы нагрева и удержания капли расплавленного металла в высокочастотном поле индуктора (А.Л. Шустер); теория формирования частиц аэрозоля металла и распределения частиц аэрозоля по размерам в методе Гена–Миллера; на основании теории гомогенной конденсации Беккера–Дернинга–Зельдовича была создана одномерная модель зарождения и роста частицы аэрозоля во время диффузии через пограничный слой около левитирующей капли [37–39] (В.Б. Сторожев); вопросы горения крупных частиц алюминия при различных давлениях (Т.М. Вержбицкая); особенности горения субмикронных частиц алюминия [40]; возможности биологических применений УДП металлов [41, 42].

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ГЕНА–МИЛЛЕРА

Кроме фундаментальных исследований ультрадисперсных порошков, производимые по технологии Гена–Миллера, нашли применение в многочисленных опытно-конструкторских разработках.

Ультратонкие порошки серебра используются в криогенных теплообменниках растворения ³He в ⁴He, позволяющих достичь температуры вблизи абсолютного нуля (до 2 мК). Кроме серебряных порошков для аналогичной цели применялись также порошки меди, никеля и сплавов никеля с медью (мельхиор).

УДП серебра и сплавов серебра с медью применялись в электронной промышленности в качестве наполнителя токопроводящих паст для производства толстопленочных микросхем. Эти пасты позволяли частично сократить расход драгоценных металлов (платины, палладия, золота) при производстве микросхем и обладали хорошими свойствами по адгезии, лужению и удельному поверхностному сопротивлению.

УДП железа, никеля и меди используются для создания микросферических мишеней для лазерного термоядерного синтеза [43].

Ультрадисперсный оксид железа γ-Fe₂O₃ показал себя как высокоэффективный термостабилизатор силиконовых каучуков.

Введение УДП алюминия, оксида алюминия, железа в полимеры с густосетчатой структурой использовалось для увеличения модуля упругости этих материалов.

УДП серебра, никеля, сплава серебра с алюминием и сплава никеля с алюминием успешно применялись для получения катализаторов типа Реннея для топливных элементов («кислородный электрод»).

УДП алюминия различной дисперсности использовали в модельных смесевых ракетных топливах. Уменьшение размеров частиц позволило получить высокую скорость горения и малые двухфазные потери. Производство УДП алюминия в лаборатории М.Я. Гена достигало нескольких десятков килограммов в год.

Введение алюминиевых частиц, а также частиц никеля и меди в качестве наполнителя в токопроводящие резины позволило создать низкомодульные тензодатчики. Эти тензодатчики дали возможность исследовать напряжения, возникающие в проектируемых плотинах Ингури-ГЭС, Саяно-Шушенской ГЭС, фундаментах тепловых турбин 300, 500 и 1200 МВт на маломасштабных моделях. Указанные сооружения благополучно эксплуатируются в настоящее время, что подтверждает высокую эффективность использованного маломасштабного макетирования.

УДП меди успешно применялись в литейном производстве валков для прокатных станов в качестве легирующей и модифицирующей добавки, улучшающей структуру чугуна.

В качестве присадок к смазкам использовались УДП меди свинца и олова. Высокая эффективность присадок была подтверждена длительной эксплуатацией на Октябрьской железной дороге.

Одномоментные частицы кобальта, железа и сплавов Co-Ni применяли в носителях для магнитной записи.

Тонкие пленки из высокодисперсных частично окисленных частиц металлов использовались для создания безынерционных датчиков влажности воздуха, а также новых типов резисторов, фоторезисторов, мишеней видеоконв и других изделий для микроэлектроники [36].

В медико-биологических исследованиях применялись УДП магния, цинка, железа, серебра, меди. Позднее это направление выделилось в отдельную лабораторию, первым руководителем которой был Ю.И. Федоров. [41, 42].

РАЗВИТИЕ МЕТОДА ГЕНА–МИЛЛЕРА

Производительность установок для получения УДП на базе относительно портативных и дешевых закалочных генераторов колебательной мощностью в 10–15 КВт относительно низка. Так, для уже упомянутой установки УКДМС-30-ИХФ максимальные производительности составляли 50 г/час по Al, 30 – Ni, 130 – Ag и 120 – Al₂O₃. Устойчивая работа в течение длительного (в течение 6–8 ч) времени возможна при производительности в 2–3 раза меньше максимальной.

Повышение производительности ограничивается нестабильностью относительно крупных капель металла в индукторах, оседанием частиц порошка внутри трубопроводов, в местах нарушения ламинарности потока газа-носителя, образованием проводящих слоев внутри индуктора, а также спеканием частиц порошка внутри установки.

В лаборатории проводились поиски эффективной системы высокочастотных индукторов для вывешивания и нагрева капель металла, исследовались возможности использования «внутренних» индукторов, размещаемых внутри газового потока.

Наиболее универсальными для реализации метода Гена–Миллера оказались цилиндрические противоточные индукторы, состоящие из 2-х секций. Верхняя секция имела 2 или 3 витка, нижняя – 3 витка. Для свинца оптимальным оказался индуктор 1х2 витка.

Нарращивание мощности высокочастотных генераторов (до 60 КВт) не привело к заметному росту производительности метода, поскольку не устранялись фундаментальные причины нестабильности процесса. При этом, хотя обычно использовались генераторы с частотой 440 КГц (разрешенный радиодиапазон для промышленных установок в СССР), снижение частоты до 250 КГц не сказывалось на разогреве и вывешивании капли. Согласно теоретическим оценкам частота генератора могла быть понижена до 70 КГц.

Для усиления разогрева левитирующей капли была предложена и реализована двухчастотная схема удержания и разо-

грева капли, в которой за счет дополнительной секции индуктора, запитываемой от отдельного генератора, увеличивается энергия, закачиваемая в каплю.

Для дополнительного нагрева левитирующей капли металла применялось сфокусированное излучение короткодуговых ксеноновых ламп (рис. 6) или СВЧ излучение.

Однако реализовать потенциальные выгоды дополнительного нагрева не удалось. Некоторое увеличение производительности не компенсировало существенное усложнение и удорожание установки для получения УДП. Также не привели к положительному результату попытки использования подъемной силы набегающего снизу на левитирующую каплю газового потока. Стабильность положения капли в индукторе оказалась хуже, чем в традиционной схеме, в которой поток газа обдувал левитирующую каплю сверху.

После смерти М.Я. Гена его лаборатория была расформирована. Группа Ю.И. Петрова осталась в Институте химической физики им. Н.Н. Семенова, остальные сотрудники перешли в лабораторию В.Л. Тальрозе в ИНЭПХФ.

МЕТОД ГЕНА–МИЛЛЕРА – СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

В конце 80-х и начале 90-х годов небольшие образцы ультрадисперсных порошков, приготовленных по технологии Гена–Миллера, передавались для исследований современными методами в ведущие зарубежные лаборатории. Оказалось, что порошки содержат загрязнения, которые могли быть связаны с загрязнением проволоки при вводе ее в реактор через вильсоновское уплотнение, а также продуктами износа щеток осевых вентиляторов. Кроме того, частицы некоторых порошков образовывали прочные агломераты, и разбить полностью подобные агломераты не удавалось.

Таким образом, основной задачей в 90-е годы стало создание автоматизированной установки, позволяющей получать порошки с минимальными загрязнениями посторонними веществами при пониженных давлениях, а также разработка методов предотвращения агломерации частиц путем нанесения на их поверхность в процессе получения модифицирующих покрытий. Переход на пониженное давление позволял, как было показано теоретическими расчетами [38], уменьшить средний размер частиц и увеличить производительность.

Сохранению метода Гена–Миллера в ИНЭПХФ РАН в 90-е годы способствовали два обстоятельства: контракт на изготовление и поставку в КНР установки для получения железных, медных и никелевых порошков методом Гена–Миллера и появление спроса на ультрадисперсные порошки внутри России.

Наиболее острой являлась проблема создания современной установки для получения порошков методом Гена–Миллера. Вскоре сотрудники лаборатории разрабатывают новую установку Миген-100М, а также ряд приспособлений, позволяющих брать пробы ультрадисперсного порошка на различных расстояниях от левитирующей капли [44, 45]. К 1996 г. создана исследовательская установка для получения частиц металлов со средним размером менее 100 нм, позволяющая производить:

1) отбор проб для просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) непосредственно из области образования частиц;

2) отбор проб частиц для исследования их методом пробных газов с последующим термодесорбционным анализом адсорбированного слоя (ТПД);

3) химическую обработку свежей поверхности частиц непосредственно в установке в ходе получения для придания требуемых свойств с последующим извлечением пробы и анализа ее указанными выше способами.

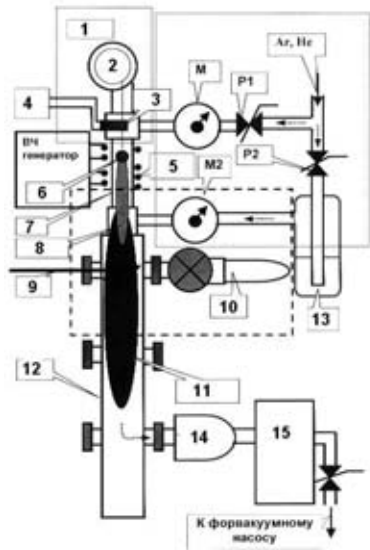


Рисунок 7. Схема лабораторной установки МИГЕН для получения УДП и исследования гетерогенных процессов на свежей поверхности частиц. 1 – устройство подачи проволоки; 2 – катушка; 3 – механизм подачи проволоки; 4 – блок управления подачей; 5 – индуктор; 6 – расплавленная капля металла; 7 – кварцевая трубка; 8 – факел аэрозольных частиц; 9 – устройство для отбора частиц на сеточки для электронной микроскопии и на подложки для масс-спектральных исследований. Устройства для отбора проб могут устанавливаться на различных расстояниях от капли (6); 10 – ампула для переноса образцов с осадком УДП; 11 – зона химического взаимодействия аэрозольных частиц с вводимыми реагентами; 12 – корпус; 13 – барботер для насыщения вдуваемого в поток аэрозольных частиц газа парами жидкостей; 14 – тканевый фильтр для улавливания УДП; 15 – ресивер

Схема установки приведена на рис. 7.

Было установлено, что при понижении давления до 0.1 атм и уменьшении размеров капли расплавленного металла до 2–3 мм по технологии Гена–Миллера можно получать частицы Al, Ni и серебра с размерами до 10 нм.

В отличие от установки УКДМС-30-ИХФ новая установка МИГЕН-100М, схема которой приведена на рис. 8, может устойчиво работать при пониженных давлениях. Запас проволоки помещен внутри герметичного объема, что исключает ее загрязнение при вводе в поток газа-носителя. Для изготовления УДП сплавов и интерметаллидов предусмотрено одновременное введение в левитирующую каплю двух проволок из различных материалов с помощью двух независимых приводов. Давление газа внутри установки выбиралось в диапазоне 0.1–1 атм. При более низком давлении наблюдалось быстрое загрязнение стенок трубки за счет конденсации паров металла на них, что приводило к внеплановой остановке процесса. Установка может непрерывно работать до 8 ч, быстро чистится и удобна в эксплуатации.

В силу различных обстоятельств передача установки заказчику была отложена до 1999 г. Почти законченная установка использовалась в ИНЭПХФ РАН для получения ультрадисперсных порошков и выполнения научно-исследовательских работ по получению модифицирующих покрытий на ультрадисперсных частицах. Параллельно проводится отработка и испытания самой установки.

В 1996 г. возобновляется получение ультрадисперсных частиц по методу Гена–Миллера, а в 1997 г. производство ультрадисперсных порошков для сторонних организаций. В 1999 г. установка передается заказчику и в начале 2000 г.

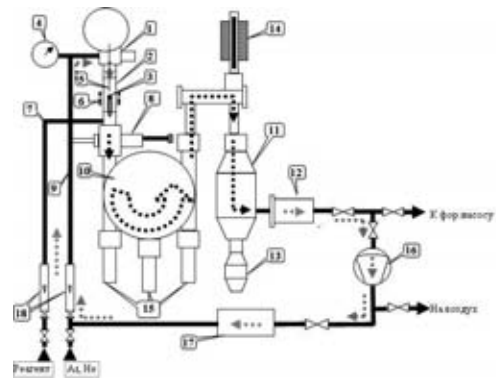


Рисунок 8. Схема установки МИГЕН-100М для работы в замкнутом цикле. 1 – устройство для подачи проволоки; 2 – кварцевая трубка; 3 – расплавленная капля металла; 4 – измеритель давления; 5 – подпитывающая проволока; 6 – индуктор; 7 – линия вдува реагента; 8 – пробоотборник; 9 – линия подачи газа носителя; 10 – холодильник; 11 – встряхиваемый фильтр; 12 – глухой фильтр; 13 – контейнер для УДП; 14 – электропривод встряхивателя фильтра; 15 – ампулы для сбора порошка, осевшего на стенки; 16 – мембранный компрессор; 17 – охлаждаемый ресивер; 18 – ротаметры для измерения расхода газов. При работе в открытом цикле (12) охлаждаемый ресивер (17) устанавливается после фильтра (12)

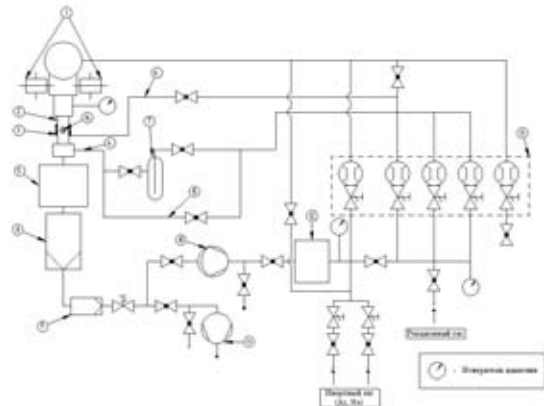


Рисунок 9. Схема установки МИГЕН-2005. 1 – устройство подачи проволоки с двумя независимыми механизмами; 2 – кварцевая трубка; 3 – индуктор; 4 – линия ввода реагентов в «холодную» часть струи; 5 – холодильник; 6 – линия ввода реагентов в «горячую» струю; 7 – барботер для насыщения газа носителя парами жидкостей; 8 – встряхиваемый тканевый фильтр; 9 – «глухой» фильтр; 10 – перекачивающий мембранный компрессор; 11 – форвакуумный насос; 12 – охлаждаемый ресивер; 13 – блок регулировки потоков инертных газов и реактантов; 14 – расплавленная капля металла в поле индуктора; 15 – байпасная линия барботера

вводится в эксплуатацию. К этому времени в ИНЭПХФ запущена аналогичная установка [45].

В 2003 г. с учетом опыта эксплуатации установки Миген-100М А.Н. Жигач, И.О. Лейпунский, М.Л. Кусков, Н.И. Стоенко создают установку Миген-2004 (рис. 9, 10) [46]. В установке существенно переработана компоновка, система автоматизации, узел индуктора, блок управления механизмами протяжки проволоки с электронным задатчиком оборотов. В современной установке используется малогабаритный современный транзисторный ВЧ генератор ПВГ-10-440, разработанный ОАО «РЭЛТЕК» (Екатеринбург).



Рисунок 10. Внешний вид установки для получения субмикронных и наноразмерных частиц металлов, сплавов и оксидов металлов МИГЕН-2005

Наряду с разработкой установок для получения УДП в ИНЭПХФ РАН ведутся работы по исследованию влияния размеров частиц на химические свойства их поверхности [47–49].

Для предотвращения спекания частиц УДП на фильтре за счет образования металлических связей (холодная сварка), а также для уменьшения агломерации частиц и замедления окисления алюминиевых частиц разработаны неорганические, кремнийорганические и органические покрытия, наносимые на частицы в ходе их получения [50–52].

Покрытия на поверхности алюминиевых частиц позволяют увеличить содержание металлического алюминия по сравнению с порошком алюминия без покрытия, изменить скорость окисления частиц во влажной атмосфере и углекислом газе, сказывающиеся на стабильности суспензий и совместимости с матрицей в композиционном материале.

Модификация поверхности частиц УДП используется нами также для создания наполнителей для теплопроводящих диэлектриков, для обеспечения совместимости с матрицей или рабочей средой [53].

В основном для синтеза покрытий, как мономолекулярных, так и полимерных, нами используются газофазные реакции органических и фторорганических кислот, силанов и спиртов с насцентной поверхностью наноразмерных частиц.

Покрытия с регулируемой толщиной и морфологией могут быть получены при взаимодействии насцентной поверхности частиц с кислородом и аммиаком.

Исследованы проблемы использования ультрадисперсных порошков алюминия и частично окисленного алюминия в качестве наполнителей в композитах и нанокompозитах с высокоэнергоемкой нитраминовой матрицей [54–58] и матрицей из сверхвысокомолекулярного полиэтилена [59].

Получены субмикронные порошки меди и железа с модифицирующими покрытиями для медико-биологических лекарственных формул, а также для изучения влияния дымовых уносов тепловых электростанций на бактериальные клетки [60–63].

Синтезированы порошки никеля и железа с модифицирующими покрытиями для биологической промышленности [64–65].

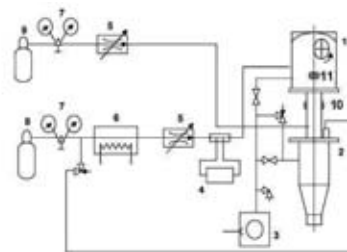


Рисунок 11. Схема установки для получения УДП металлов, сплавов и оксидов металлов Корейского института атомной энергии (Южная Корея) (KAERI) [77]. 1 – узел подачи проволоки; 2 – фильтр; 3 – вакуумный насос; 4 – измеритель содержания кислорода; 5 – регуляторы расхода газа с ротаметрами; 6 – система очистки газа; 7 – редуктор; 8 – баллон с кислородом; 9 – баллон с аргоном; 10 – индуктор; 11 – механизм подачи проволоки

Получены серебряные наноразмерные порошки для токопроводящих чернил [67].

Кроме традиционного для технологии Гена–Миллера сбора сухого порошка, сбрасываемого с тканевого фильтра в контейнер, нами отработаны два способа сбора порошка в жидкость.

Сброс порошка с фильтра в контейнер, содержащий жидкость. После завершения процесса получения порошка контейнер заполняется до атмосферного давления инертным газом, герметизируется и отсоединяется от установки.

Поток газа-носителя, несущего насцентные или химически модифицированные частицы, барботируется через жидкость, заполняющую контейнер. В зависимости от толщины слоя жидкости удается собрать в контейнере до 80 % полученного порошка. Порошок, прошедший сквозь жидкость, собирается на дополнительном тканевом фильтре.

В последние годы за рубежом левитационно-струйный конденсационный метод (ELGC, VLCDI) переживает второе рождение [68, 69, 70–80]. К сожалению, в своих публикациях авторы этих относительно свежих работ не ссылаются на работы по левитационно-струйному методу Гена–Миллера, проводившиеся в течение многих лет в СССР и России.

В работах, ведущихся в Корейском институте атомной энергии (Южная Корея), для нагрева и удержания капли расплавленного металла используются радиочастотные генераторы с выходной мощностью 2.5–6 кВт. Подпитка капли осуществляется либо подачей проволоки, либо относительно грубых (100–200 мкм) порошков. Синтез нанопорошков проводится при давлении аргона или смеси аргона и кислорода около 0.2 атм. Сообщаемая авторами производительность установки при получении нанопорошков оксидов с размерами частиц 8–22 нм составляет около 5 г/час (рис. 11).

В установке, созданной в Исфаханском технологическом университете (IUST, Иран), применяется генератор мощностью 45 кВт на частоте 450 кГц. Рабочие давления внутри реактора 1–0.4 атм, поток газа обтекает левитирующую каплю снизу вверх. В качестве газа-носителя используется Ag или смесь He – 20 % Ag. Основная масса металла вводится в индуктор до начала нагрева. Температура обтекающего каплю газа понижается на 50–75 °С за счет охлаждения поступающего в реактор газа жидким азотом. Сбор частиц проводится барботированием газа через ловушку, заполненную спиртом (рис. 12). При получении нанопорошков цинка производительность достигает 260 г/ч, для порошков железа – 10 г/час.

В Шарифском технологическом университете (SUT, Иран) для нагрева и вывешивания капли используется высокока-

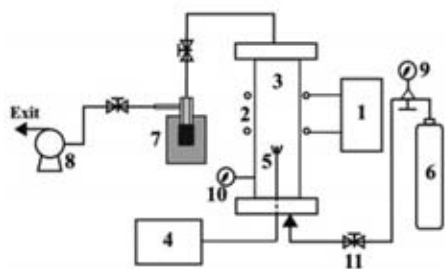


Рисунок 12. Схема установки для получения УДП металлов Исфаханского технологического университета (IUST, Иран). 1 – ВЧ генератор; 2 – индуктор; 3 – реактор из кварца; 4 – механизм подачи металла; 5 – тигель с образцом; 6 – баллон с инертным газом; 7 – барботер для сбора УДП; 8 – форвакуумный насос; 9 – редуктор; 10 – датчик давления; 11 – регулятор потока газа

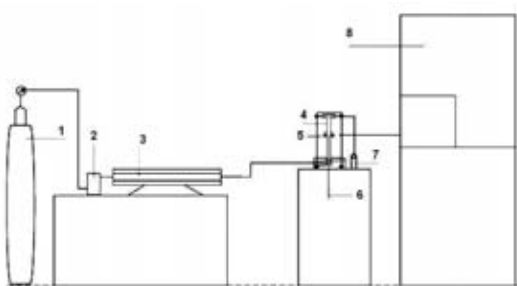


Рисунок 13. Схема установки для получения УДП металлов Шарифского технологического университета (SUT, Иран) [83]. 1 – газовый баллон; 2 – силикагель; 3 – трубчатая печь; 4 – кварцевая труба; 5 – индуктор; 6 – держатель образца; 7 – барботер для сбора УДП; 8 – ВЧ генератор

стотный генератор мощностью 15 кВт и частотой 450 кГц. Диаметр реактора 10 мм. Поток газа-носителя омывает левитирующую каплю снизу. Материал в индуктор подается в виде серебряной дробы (вес дробинки 0,7 г). Испарение в потоке аргона, гелия, азота или водорода проводится при атмосферном давлении и температуре 1130 °С. Подпитка капли в процессе испарения не предусмотрена. Сбор порошка проводится в промыточной склянке (барботере), заполненной гексаном. Сообщается о получении нанопорошков серебра со средними размерами частиц 60 нм (аргон), 50 нм (азот), 40 нм (гелий). Схема установки приведена на рис. 13.

Авторы работ [68, 78, 79] отмечают, что понижение температуры набегающего на каплю газа на 50 °С приводит к уменьшению среднего размера частиц почти в 2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Ген М.Я., Миллер А.В. Способ получения аэрозолей металлов. Патент АС СССР №814432 БИ. 23.03.81. № 11. Приоритет 19.06.61
2. Ген М.Я., Миллер А.В. Левитационный метод получения ультрадисперсных порошков металлов. // Поверхность. Физика, химия, механика. 1983. № 2. С. 150–154
3. Ген М.Я., Зискин М.С., Миллер А.В. Способ получения окисей металлов. АС СССР № 967029 БИ. 30.08.1983, №32. Заявлено 20.11.65.
4. Ген М.Я., Платз И.В., Стоенко Н.И., Сторожев В.Б., Федорова Е.А. // Левитационно-струйный метод конденсационного синтеза ультрадисперсных порошков сплавов и оксидов металлов, особенности их структуры. Физико-химия ультрадисперсных систем. М.: Наука. 1987. С. 151–157.
5. Дубовицкий Ф.И. Институт химической физики (очерки истории). М.: Наука. 1996. С. 983.
6. Ген М.Я., Зискин М.С., Петров Ю.И. // Исследование дисперсности аэрозолей

проведенные нами эксперименты подтвердили уменьшение размеров частиц нанопорошка серебра при охлаждении обдуваемой капли потока аргона на 30–40 °С. Добавление охлажденного газа на 1–2 см ниже по потоку от капли не сказывается на размерах частиц.

Несмотря на длительный срок существования левитационно-струйного метода, еще не все возможности этой технологии реализованы. В следующих модификациях установок МИГЕН следует предусмотреть возможность снижения и стабилизации температуры газового потока, набегающего на каплю.

Пока остается нерешенной проблема отсеивания относительно крупных (свыше 200–500 нм) частиц, иногда возникающих при поглощении скапывающих с подпитывающей проволоки микрокапель металла левитирующей каплей.

При использовании жестких подпитывающих проволок возникает проблема поперечной нестабильности левитирующей капли из-за изменения места касания проволоки и капли. Для устранения этого явления следует разработать устройство выпрямления подаваемой проволоки, аналогичное применяемому в установках для электровзрывного получения УДП, а также предусмотреть возможность юстировки подающего проволочку капилляра во время работы установки.

В принципе, переход на порошковую подпитку капли позволит устранить эту проблему и к тому же расширит ассортимент производимых УДП.

Следующим шагом в развитии технологии Гена–Миллера будет применение жидкофазных процессов для синтеза органических и неорганических покрытий и изготовление дисперсий УДП в жидкостях без выноса УДП из установки.

В последние десятилетия для получения субмикронных и наноразмерных порошков металлов используется разработанный в СССР электровзрывной метод [81]. По размерам синтезируемых частиц этот метод сравним с методом Гена–Миллера, по производительности – в несколько раз превосходит метод Гена–Миллера и позволяет получать УДП тугоплавких металлов. Особенностью метода является получение частиц в сугубо неравновесных условиях, что, с одной стороны, приводит к возможности изменения свойств частиц при хранении, но, с другой стороны, позволяет получать метастабильные системы с заметной запасенной в дефектах структуры энергией. По всей видимости, в будущем будут продолжаться использоваться оба метода.

Авторы благодарят В.Ф. Петрунину за предложенную тему настоящей статьи, Ю.И. Петрова и Э.А. Шафрановского за обсуждение и ценные замечания, Н.А. Киселева, О.М. Жигалину, В.В. Артемова и В.Я. Шкловер за многолетнее сотрудничество и помощь в электронно-микроскопических исследованиях.

алюминия в зависимости от условий их образования. Доклады АН СССР. 1959. Т. 127. № 2. С. 366–368.

7. Ген М.Я., Петров Ю.И. // Дисперсные конденсаты металлического пара. Успехи химии. 1969. Т. 38. № 12. С. 2249–2278.

8. Ген М., Зельманов И., Шальников А. // О методах получения органоэолой щелочных металлов. Советская физика. 1933. № 4. С. 825.

9. Ген М., Зельманов И., Шальников А. // Получение органоэолой щелочных металлов методом высокой частоты. 1934. АС № 39751.

10. Gen M.I., Zelmanoff I.L., Shalnikoff A.I. // Получение коллоидных растворов щелочных металлов. Koll. Zeit. 1933. V. 63. P. 3.

11. Петров Ю.И. // Новый способ испарения алюминия с вольфрамовой проволоки. Приборы и техника эксперимента. 1961. № 2. С. 196–197.

12. Фогель А.А. Сб. Экспериментальная техника и методы исследования при высоких температурах. Труды совещания. 1959. 26–30 июня 1956. С. 478.

13. Harris B., Jenkins A.E. // Controlled atmosphere levitation system. J. Scient. Instrum.

1959. 36. № 5. P. 238.
14. Ген М.Я., Еремина И.В., Петров Ю.И. // Кристаллизация аэрозолей алюминия. // Журн. Технической физики. 1959. Т.29. № 11. С. 1407–1411.
15. Петров Ю.И., Бибилашвили Р.Ш. О выделении газообразных продуктов при окислении алюминия и структурных превращениях его оксидной оболочки. // Журн. Физической химии. 1964. Т. 38. № 11. С. 2614–2625.
16. Ген М.Я., Е.А. Виличенко, И.В. Еремина, М.С. Зискин. Об условиях образования и свойствах сплава Ag-Cu в мелкодисперсном состоянии. // Физика твердого тела. 1964. Т. 6. № 6. С. 1622–1626.
17. Ген М.Я., Петин В.И. Электронный парамагнитный резонанс на мелкодисперсном литии. // ЖЭТФ. 1965. Т. 48. С. 29–33.
18. Петров Ю.И. Плавление и кристаллизация малых частиц олова. О механизмах фазовых превращений металлов. // Физика металлов и металловедение. 1965. Т.19. № 2. С. 219–225.
19. Петров Ю.И. Аномалии теплового расширения и рассеяния рентгеновских лучей у малых частиц никеля вблизи точки Кюри. // Физика твердого тела. 1964. Т. 6. № 7. С. 2155–2159.
20. Петров Ю.И. Плавление и кристаллизация малых частиц Bi, Sb, Pb. Механизм фазовых превращений металлов. // Физика твердого тела. 1964. Т. 6. № 7. С. 2160–2167.
21. Ген М.Я., Еремина И.В., Федорова Е.А. Получение сплавов Fe-Co в высокодисперсном состоянии и исследование их кристаллической структуры. // Физика металлов и металловедение. 1966. Т. 22. № 5. С. 721–724.
22. Петров Ю.И., Русин Б.А., Федоров Ю.И. Ферромагнитный резонанс в малых частицах никеля, кобальта и серебра. // Физика металлов и металловедение. 1967. Т. 23. № 3. С. 504–510.
23. Петров Ю.И., Федоров Ю.И. Тепловое расширение и плавление малых кристаллов серебра. // ДАН СССР. 1967. Т. 175. № 6. С. 1325–1327.
24. Ген М.Я., Еремина И.В., Колтун В.А., Макаров Е.Ф., Повицкий В.А., Суздаев И.П. Мессбауэровское и рентгеновское исследование высокодисперсного сплава Fe + 12 ат% Ni. // Физика твердого тела. 1967. Т. 9. № 11. С. 3141–3144.
25. Петров Ю.И., Федоров Ю.И. Электромагнитные свойства коллоидной суспензии никеля в парафине. // Журн. технической физики. 1967. Т. 37. № 4. С. 726–728.
26. Котельников В.А., Петров Ю.И. Аномалия теплового расширения и плавления малых кристаллов кадмия. // Физика твердого тела. 1969. Т. 11. С. 1391–1393.
27. Петров Ю.И. Поглощение света малыми частицами Ag, Co, Al и Se. // Оптика и спектроскопия 1969. Т. 27. № 4. С. 665–673.
28. Ген М.Я., Штольц Е.В., Платэ И.В., Федорова Е.А. Исследование влияния размера частиц и состояния поверхности на структуру и магнитные свойства аэрозолей кобальта. // Физика металлов и металловедение. 1970. Т. 30. № 3. С. 645–648.
29. Штольц Е.В., Ген М.Я., Мартемьянов А.Н., Платэ И.В., Федорова Е.А., Каунов Н.Г. // О природе частных циклов гистерезиса в аэрозольных порошках никеля и кобальта. // Физика металлов и металловедение. 1971. Т. 32. № 6. С. 1220–1225.
30. Петров А.Е., Петин В.И., Платэ И.В., Федорова Е.А., Ген М.Я. Магнитные свойства малых аэрозольных частиц кобальта. // Физика твердого тела. 1971. Т. 13. № 6. С. 1573–1577.
31. Штольц Е.В., Ген М.Я., Мартемьянов А.Н., Платэ И.В., Федорова Е.А. О магнитных свойствах однодоменных порошков с кубической анизотропией. // Физика металлов и металловедение. 1972. Т. 34. № 5. С. 982–986.
32. Петров Ю.И. Поверхностное напряжение и энергия малых частиц. // Поверхность. Физика, химия, механика. 1982. № 7. С. 1–12.
33. Петров Ю.И., Манаевский М.А. Электропроводность и свойства высокодисперсных пленок CdS // ФТТ. 1974. Т. 16. Вып. 10. С. 3104–3105.
34. Петров Ю.И. Физика малых частиц. Москва. «Наука», 1982. С. 359.
35. Петров Ю.И. Кластеры и малые частицы. Москва. «Наука». 1986. С. 367.
36. Петров Ю.И., Шафрановский Э.А. О некоторых особенностях приготовления ультрамалых частиц неорганических соединений методом «газового испарения». // Известия РАН. Серия физическая. 2000. Т. 64. № 8. С. 1548–1557.
37. Ген М.Я., Сторожев В.Б. Образование аэрозоля в температурном пограничном слое испаряющегося металла и расчет распределения по размерам его частиц. // Журн. физической химии. 1984. Т. 58. № 8, С. 1970–1975
38. Сторожев В.Б. Численное моделирование процесса образования аэрозоля при получении ультрадисперсных порошков металлов левитационно-струйным методом. Дисс. на соискание уч. степени канд. физ.-мат. наук. ИНЭПХ РАН. Москва. 1993.
39. Сторожев В.Б., А.Н. Жигач, М.Л. Кусков, М.Н. Ларичев, И.О. Лейпунский, В.В. Артемов, О.М. Жигалина. Получение наноразмерных частиц алюминия левитационно-струйным методом и исследование их распределения по размерам // Российские нанотехнологии. 2009. Т. 4, № 3-4. С. 73–79
40. Ген М.Я., Фролов Ю.В., Сторожев В.Б. О горении частиц субдисперсного алюминия // Физика горения и взрыва. 1978. № 5. С. 153–156
41. Федоров Ю.И., Бурлакова Е.Б., Ольховская И.П. К вопросу о возможности применения высокодисперсных порошков металлов для введения в организм животных. // Докл. АН СССР. 1979. Т. 248(5). С. 1277–1280
42. Сайт www.nanobiology.narod.ru
43. Громов А.И., Меркурьев Ю.А., Стоенко Н.И., Платэ И.В. Применение метода рентгеновской микрорадиографии для измерения толщины и средней плотности покрытия из ультрадисперсного порошка металла. // Краткие сообщения по физике ФИАН. 1988. № 3. С. 11.
44. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Кусков М.Л., Стоенко Н.И., Сторожев В.Б. Установка для получения и исследования физико-химических свойств наночастиц металлов. // Приборы и техника эксперимента. 2000. № 6. С. 122–129.
45. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Кусков М.Л., Стоенко Н.И. Установка для получения ультрамелкодисперсных (5–1000 нм) частиц металлов методом конденсации в потоке. // Сборник научных трудов V Всероссийской конференции «Физикохимия ультрадисперсных систем». Ч. 1. Екатеринбург. 2001. С. 87–93.
46. Duraisamy Sivaprahasam, Sriaramurthy A.M., Vijayakumar M., Sundararajan G., and Kamanio Chattopadhyay Synthesis of FeCu Nanopowder by Levitational Gas Condensation Process. // Metallurgical and materials transactions B. 2010. V. 41B. P. 841–856.
47. Jigath A. N., Leipunskiy. O., Kuskov M. L. and Verzhbitskaya T. M. // Influence of Aluminum Particle Sizes on their Surface Chemical Characteristics, Investigated by Probe Gas Temperature Programmed Desorption Mass Spectrometry. // Rapid Commun. Mass Spectrom. 1999. T. 13. С. 2109–2117.
48. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Кусков М.Л., Вержбицкая Т.М. Особенности химии поверхности ультрамелкодисперсных (<100 нм) частиц Al. Физикохимия ультрадисперсных систем. // Сборник научных трудов V Всероссийской конференции. Часть 2. Екатеринбург. 2001. С. 39–47.
49. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Кусков М.Л., Ларичев М.Н. «Применение ТПД-МС (температурно программируемая десорбция с масс-спектральным анализом продуктов) для исследования химических свойств поверхности ультрадисперсных порошков металлов. // Сб. тезисов докладов школы-семинара «Масс-спектрометрия в химической физике, биофизике и экологии». 25–26 апреля 2002. Звенигород 2002. С. 97.
50. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Кусков М.Л., Пшечников П.А., Березкина Н.Г., Ларичев М.Н., Красовский В.Г. Синтез покрытий на поверхности ультрамелкодисперсных частиц алюминия. // Химическая физика. 2002. Т. 21. № 4. С. 72–78.
51. Ларичев М.Н., Ларичева О.О., Лейпунский И.О., Пшечников П.А., Жигач А.Н., Кусков М.Л., Седой В.С. Новые «реактивные» покрытия для пассивации поверхности Al наноразмерных частиц, предназначенных для энергетического использования. // Химическая физика. Т. 25. № 10. 2006. С. 72–79.
52. Березкина Н.Г., Жигач А.Н., Ларичев М.Н., Лейпунский И.О., Стоенко Н.И. Способ получения субмикронных и наночастиц алюминия, имеющих плотное диэлектрическое покрытие. Патент № 2397046 от 20.08.2010 бюлл. № 23.
53. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Березкина Н.Г., Кудров Б.В., Зотова Е.С., Пшечников П.А., Гоголя М.Ф., Бражников М.А., Новокшонов Л.А., Кудинова О.А., Гринёв В.Г. Принципы синтеза композитов с наполнителем из частиц металлов. // Материалы VIII Всероссийской конференции «Физикохимия ультрадисперсных (нано-) систем». М. 2009. С. 26–29.
54. Гоголя М.Ф., Бражников М.А., Долгобородов А.Ю., Махов М.Н., Лейпунский И.О., Жигач А.Н., Березкина Н.Г., Пшечников П.А., Кусков М.Л. Структура алюминизированных ВВ и ее влияние на их детонационные параметры. // Труды международной конференции «III Харитоновские тематические научные чтения «Экстремальные состояния вещества. Детонация. Ударные волны» 26 февраля – 02 марта 2001 г.» под ред. А.Л. Михайлова. ВНИИЭФ. Саров. 2002. С. 20–24.
55. Щетинин В.Г., Теселкин В.А., Бражников М.А., Лейпунский И.О., Жигач А.Н., Березкина Н.Г., Пшечников П.А., Кусков М.Л. Влияние структуры и химико-физических свойств поверхности частиц алюминия на чувствительность взрывчатых композиций. // Труды международной конференции «III Харитоновские тематические научные чтения «Экстремальные состояния вещества. Детонация. Ударные волны» 26 февраля – 02 марта 2001 г.» под ред. А.Л. Михайлова. ВНИИЭФ. Саров. 2001. С. 14–15.
56. Гоголя М.Ф., Махов М.Н., Долгобородов А.Ю., Бражников М.А., Лейпунский И.О., Жигач А.Н., Кусков М.Л., Ларичев М.Н. Наноконпозины на основе октогена и алюминия. Получение и детонационные свойства. // Экстремальные состояния вещества, детонация, ударные волны. Труды Международной конференции «VII Харитоновские тематические научные чтения». Саров – РФЯЦ – ВНИИЭФ. 2005. С. 33–38.
57. Гоголя М.Ф., Махов М.Н., Бражников М.А., Долгобородов А.Ю., Архипов В.И., Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Кусков М.Л. Взрывчатые характеристики алюминизированных наноконпозинов на основе октогена. // Физика горения и взрыва. 2008. Т. 44. № 2. С. 1–15.
58. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Березкина Н.Г., Пшечников П.А., Зотова Е.С., Кудров Б.В., Гоголя М.Ф., Бражников М.А., Кусков М.Л. Алюминизированные наноконпозины на основе нитрамина: методика получения и исследование структуры // Физика горения и взрыва. 2009. Т. 45 № 6. С. 35–47.
59. Жигач А.Н., Березкина Н.Г., Лейпунский И.О., Кусков М.Л., Зотова Е.С., Кудров Б.В., Новокшонов Л.А., Кудинова О.А., Артемов В.В., Жигалина О.М. Получение наноразмерных порошков алюминия и их использование в качестве наполнителя композиционных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) // Известия РАН. Серия физическая. 2011. / принято в печать/
60. Байтукалов Т.А., Глуценко Н.Н., Богословская О.А., Ольховская И.П., Лейпунский И.О., Жигач А.Н., Шафрановский Э.А. Препарат, ускоряющий ранаозаживление. Патент №2306141. Приоритет 28.12.2005. Оpub. 20.09.2007 БИ №26.
61. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Березкина Н.Г., Кудров Б.В., Зотова Е.С., Стоенко Н.И., Пшечников П.А. Получение наночастиц металлов с заданными свойствами поверхности. // Материалы VIII Всероссийской конференции «Физикохимия ультрадисперсных (нано-) систем». М. 2009. С. 66–70.
62. Рахметова А.А., Алексеева Т.П., Богословская О.А., Лейпунский И.О., Ольховская И.П., Жигач А.Н. Ранаозаживляющие свойства наночастиц меди в зависимости от их физико-химических характеристик. // Российские Нанотехнологии. 2010. Т. 5. № 3–4. С. 102–108
63. Богословская О.А., Володина Л.А., Лейпунский И.О., Жигач А.Н., Алексеева Т.П., Рахметова А.А., Овсянникова М.Н., Ольховская И.П., Глуценко Н.Н. Влияние наночастиц меди – компонентов твердых частиц дымовых уносов тепловых электростанций на бактериальные клетки. // Известия Российской академии наук. Серия: Энергетика. 2010. № 2. С. 105–112.
64. Лазарев В.Н., Филатова Е.В., Левницкий С.А., Николаев Е.Н.,

- Лейпунский И.О., Жигач А.Н., Кусков М.Л., Говорун В.М. Разработка метода очистки рекомбинантных белков с использованием наночастиц никеля. // Российские нанотехнологии. 2007. Т. 2. № 5–6. Июнь. С. 133–140.
65. Николаев Е.Е., Лейпунский И.О., Жигач А.Н., Кусков М.Л., Лазарев В.Н., Филатова Н.В., Левицкий С.А., Говорун В.М. Разработка метода очистки рекомбинантных белков с использованием наночастиц железа. // Российские нанотехнологии. 2007. Т. 2. № 5–6, С. 133–140.
66. Петров Ю.И. Приготовление, некоторые свойства и применения ультрамалых аэрозольных частиц металлов, их сплавов и соединений. // Химическая физика. 2003. Т. 22. № 3. С. 3–14.
67. Жигач А.Н., Лейпунский И.О., Зотова Е.С., Кусков М.Л., Березкина Н.Г., Кудров Б.В., Воронин И.В., Горбатов С.А. // Получение ультрадисперсных порошков серебра с функциональными покрытиями левитационно-струйным методом Гена–Миллера. Научная сессия НИЯУ МИФИ-2011. Москва. 2011. Т. 1. С. 183.
68. Kermanpur A., Dadfar M.R., Nekooei Rizi B., Eshraghi M. // Synthesis of aluminum nanoparticles by electromagnetic levitational gas condensation method. J. Nanosci. Nanotechnol. 2010. № 10. P. 6251–6255.
69. Vaghayenagar M., Kermanpur A., Abbasi M.H., Ghasemi Yazdabadi H. // Effects of process parameters on synthesis of Zn ultrafine/nanoparticles by electromagnetic levitational gas condensation. Advanced Powder Technology. 2010. № 21. P. 556–563.
70. Uhm Y.R., Kim W.W., Rhee C.R. Phase control and Moessbauer spectra of nano γ -Fe₂O₃ particles synthesized by the levitational gas condensation (LGC) method. // Phys. Stat. Sol. 2004. A 201(8). P. 1934
71. Uhm Y.R., Kim W.W., Rhee C.R. A Study of Synthesis and Magnetic Properties of γ -Fe₂O₃ derived by Levitation gas Condensation (LGC) Method. // Journal of Metastable and Nanocrystalline Materials. 2004. V. 20–21 P. 690–693.
72. Uhm Y.R., Oh J.-S., Kim W.W., Rhee C.R. Fabrication of magnetic Ni and Fe nano powders by levitation gas condensation (LGC) method. // Journal of Metastable and Nanocrystalline Materials 2005. V. 24–25. P.125–128.
73. Han B.S., Uhm Y.R., Lee M.K., Park J.J., Rhee C.R., Kim G.M. Synthesis of Ti₅₀Ni₅₀ alloy nanopowders synthesized by modified levitational gas condensation method. // Solid State Phenomena 2007. Vol. 19. P. 263-266.
74. Uhm Y.R., Han B.S., Lee M.K., Hong S.J., Rhee C.K. Synthesis and characterization of nanoparticles of ZnO by levitational gas condensation. // Materials Science and Engineering. 2007. A 449–451. P. 813–816.
75. Uhm Y.R., Han B.S., Lee H.M., Rhee C.K. Synthesis and characterization of NiFe₂O₄ nanoparticles synthesized by levitation gas condensation (LGC). // Solid State Phenomena. 2008. V. 135. P. 123–126.
76. Eun Hee Lee, Min Ku Lee and Chang Kyu Rhee Effect of Solvents on the Dispersion stability of Alloy 625 Nanoparticles. //Solid State Phenomena. 2007. V. 119. P. 307–310.
77. Gyoung-Ja Lee, Su-Il Pyin and Chang Kyu Rhee. Electrophoretic Deposition of Ni Nano-Particles for Self-Repairing of Heat Exchanger Tubes. // Material Science Forum Volts. 2007. V. 534–536 P. 1453–1456.
78. Kermanpur A., Nekooei Rizi B., Vaghayenagar M., Ghasemi Yazdabadi H. Bulk synthesis of monodisperse Fe nanoparticles by electromagnetic levitational gas condensation method. // Materials Letters. 2009. V. 63. P. 575–577.
79. Kermanpur A., Jafari M., Vaghayenagar M. Electromagnetic-thermal coupled simulation of levitation melting of metals. // Journal of Materials Processing Technology. 2011 P. 222–229.
80. Mahdieh Malekzadeh, Mohammad Halali. Production of silver nanoparticles by electromagnetic levitation gas condensation. Chemical Engineering Journal. 2011. V. 168. P. 441–445.
81. Котов Ю.А. Электрический взрыв проволоки – метод получения слабоагрегированных нанопорошков. // Российские нанотехнологии. 2009. Т. 4. №1–2. С. 41–50.

ОКАЗАЛСЯ В ЦЕНТРЕ СОБЫТИЙ? НАПИШИ СТАТЬЮ

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

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

Ждем ваши сообщения по адресу: nano_hr@strf.ru

Редакция