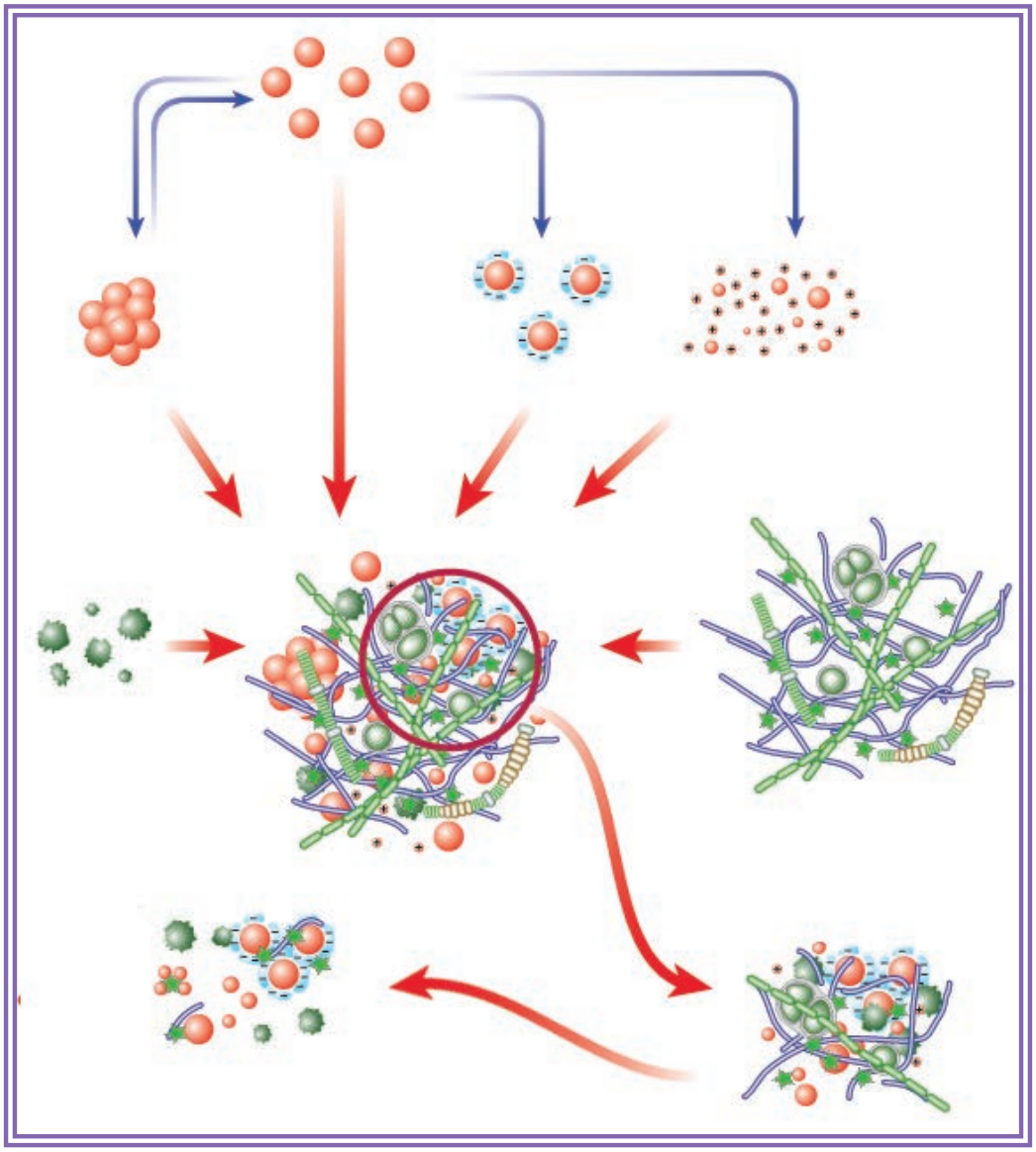
Журнал выходит на iPad и Android-устройствах

РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ

ноябрь-декабрь 2014

том 9, №11-12

Фуллерены: *in vivo* исследования биораспределения, токсичности и биологического действия



- Релаксация фотопроводимости в нанокристаллическом оксиде индия
- Нанопорошки в условиях динамичных процессов магнитно-импульсного прессования
- Получение ультрадисперсного карбида вольфрама в струе электроразрядной плазмы

ISSN 19927223

9 771992 722003

России нужна наука, науке нужна реформа, вам нужен STRF.ru

Работает при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ

Лучшее российское интернет-СМИ о науке, образовании, инновациях

**На мобильных устройствах с диагональю менее 7" загружается облегченная версия сайта*

Перспективные производственные технологии

Игнат Соловей

Если посмотреть на прогресс в техносфере со стороны технологий, обеспечивающих прогресс продуктов и услуг, то можно увидеть, что все чаще этот прогресс обеспечивается переходом технологий из сферы производства одних товаров в сферу производства других товаров. Это значит, что появление новых товаров и услуг не всегда требует создания новых технологий. Можно говорить, что речь идет об унификации технологий – использовании одной технологии для производства все более широкого спектра товаров.

Многие факты показывают, что основной вектор эволюции техносферы также направлен на унификацию применяемых производственных технологий. Это означает, что на смену нынешнему разнообразию применяемых производственных технологий придет ограниченное число технологий, с использованием которых будут производиться большинство необходимых товаров. Уже сегодня можно утверждать, что к таким «основным» технологиям относятся активно разрабатываемые в современном мире жидкофазные технологии 2D- и 3D-печати микро- и макроизделий:

– печатные технологии получения материалов и устройств электроники и фотоники (2D-печать);

– аддитивные технологии производства изделий (3D-печать) для машиностроения и медицины.

Внедрение в производство этих технологий позволит отказаться от использования низкоэффективных, материалозатратных технологий при производстве деталей машиностроения и устройств электроники.

ПЕЧАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОНИКИ И ФОТОНИКИ (2D-ПЕЧАТЬ)

В настоящее время производство устройств электроники и фотоники – интегральных схем, светодиодов, солнечных фотовольтаических батарей и т.д. – базируется на использовании газофазных процессов, в первую очередь молекулярно-лучевой эпитаксии, которая заключается (упрощенно) в процессе испарения исходного полупроводника и его конденсации в вакууме на подложку.

В то же время в последние годы активно разрабатываются жидкофазные технологии производства устройств электроники, фотоники и сенсорики. Эти технологии получили название печатные технологии.

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

Основу печатных технологий составляют две различные технологические платформы – roll-to-roll технология и ink-jet технология. Первая технология позволяет формировать многослойные функциональные структуры большой поверхности (сотни квадратных метров) и с большой скоростью (метры в минуту). В то время как ink-jet технология позволяет формировать функциональные трехмерные, двухмерные или одномерные структуры сложной топологии. Часто в едином технологическом процессе используются обе технологии.

Уже в настоящее время методами печати получают дисплеи, интегральные схемы, светоизлучающие пленки для приборов освещения, печатные солнечные батареи, сенсоры, идентификационные метки, источники тока и т.д. По оценкам экспертов общий рынок печатной электроники составит в 2015 г. около 20 млрд долларов, а в 2020 – 100 млрд долларов. В этой области в настоящее время работают более 200 компаний.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ (3D-ПЕЧАТЬ) ДЛЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МЕДИЦИНЫ

В последние годы активно разрабатываются технологии получения изделий путем послойного создания изделия (объекта) на основе виртуальных моделей объектов. Технологический процесс включает разработку 3-мерной модели, разбиение модели на детали, расчет слоев, формирование программы нанесения слоев и нанесение слоев. После стадии формирования слоя осуществляется отверждение нанесенного слоя. Для жидкого полимерного слоя проводится фотополимеризация, а для порошковых слоев (металлических, полимерных, керамических) осуществляется склеивание или спекание порошка. Дисперсные материалы, из которых получают изделия, могут быть любого химического состава.

В настоящее время по этой технологии осуществляется: прототипирование деталей и изделий, создаются сложные макеты изделий и архитектурные макеты, производство готовых деталей, репликация изделий (3D-сканер–модель–3D-принтер), изготовление моделей и форм для литейного производства. Аддитивные технологии становятся важнейшими для машиностроительной и обрабатывающей промышленности.

Оценка экспертов показывает, что к 2016 г. около трети предприятий в мире, занятые штучным производством изделий, внедрят технологии 3D-печати для изготовления деталей для своей продукции.

Продемонстрированы широкие возможности аддитивных технологий для решения важных задач медицины: создание 3-мерных пластиковых биомоделей для планирования операций, создание биоимплантов и протезов из полимерных композитов, создание матриц для тканевой инженерии и прямой печати тканей и органов живыми клетками. Прогресс в области тканевой инженерии в основном связан с созданием каркасных структур методом лазерной 3D-печати и выращиванием в таком каркасе клеточных структур тканей и органов. Экспертный прогноз показывает, что в ближайшее десятилетие на основе аддитивных технологий начнут производиться ткани для живых организмов.

В области 3D-печати наряду с однокомпонентной печатью (полимеры или металлы) наблюдается увеличение разработок с использованием многокомпонентной печати – сочетание различных материалов.

Прогресс в области аддитивных технологий связан с получением новых фундаментальных и прикладных знаний в таких областях, как методы получения микро- и нанодисперсных неорганических и органических систем с заданным распределением частиц по размерам, связь химического состава и строения таких дисперсий с их физическими и химическими свойствами, получение стабильных композиций дисперсий, процессы самоорганизации и спекания дисперсий и т.д.

Главный редактор, академик РАН
М.В. АЛФИМОВ

РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ

ноябрь-декабрь 2014

ТОМ 9, №11-12

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:

Министерство образования и науки Российской Федерации, 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, С.П. Громов, А.М. Желтиков, А.В. Лукашин, А.Н. Озерин, А.Н. Петров, В.О. Попов, Б.В. Потапкин, В.Ф. Разумов, А.Б. Ярославцев, Я.И. Штромбах, Е.Б. Яцишина

Издатель: К.В. Киселев

Руководитель проекта: Н.В. Соболева

Редактор: С.А. Озерин

Корректура: Р.С. Шаймарданова

Подготовка иллюстраций, макет и верстка: К.К. Опарин

Распространение: Е.Л. Пустовалова

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

Дизайн журнала: С.Ф. Гаркуша

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 письменного согласия редакции не допускается. Редакция не несет ответственность за достоверность информации, опубликованной в рекламных материалах.

© РОССИЙСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ, 2014

Номер подписан в печать 27 октября 2014 г.

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «МЕДИА-ГРАНД»

В этом номере

стр. 28

В статье С.А. Богдановой и др. исследованы процессы диспергирования углеродных нанотрубок (УНТ) в аппретирующих и связующих составах для получения модифицированных полимерных арамидных бумаг в присутствии неионных поверхностно-активных веществ – производных оксида этилена. Найдены оптимальные концентрации поверхностно-активных веществ (ПАВ), приводящие к более эффективной дезинтеграции углеродных нанотрубок. Разработаны методы контроля качества распределения наномодификатора в поверхностном слое композита. Получены образцы препрегов с улучшенным комплексом физико-механических свойств.

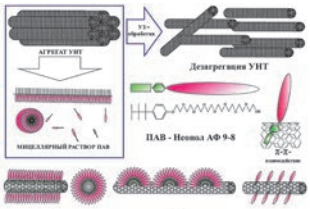
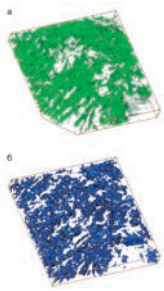


Схема дезагрегации УНТ, основанная на взаимодействии неионных ПАВ с поверхностью нанотрубок

стр. 68

В работе А.Е. Ефимова и др. представлены исследование трехмерной микро- и наноструктуры пористых биосовместимых матриксов на основе регенерированного фиброина и количественный анализ их микропористости. Изучение трехмерной структуры матриксов производилось методом сканирующей зондовой нанотомографии при помощи экспериментальной установки, объединяющей ультрамикротом и сканирующий зондовый микроскоп. Полученные в результате исследования количественные характеристики пористой микро- и наноструктуры матриксов показывают заметную степень пористости и проницаемости, что коррелирует с высокой эффективностью регенерации тканей на подобных матриксах. Использование метода сканирующей зондовой нанотомографии для анализа характеристик трехмерной морфологии и топологии систем микро- и нанопор позволяет повысить эффективность разработок по созданию новых биоматериалов.



Трехмерная реконструкция структуры фиброинового матрикса (а) и реконструкция объема взаимосвязанных микропор (б) в том же объеме, 26.7 × 28.1 × 4.2 мкм^3

стр. 89

В статье И.А. Стрельцова и др. обсуждены результаты использования метода высокочастотного ультразвукового диспергирования (УЗД) водных растворов для приготовления катализатора NiO-CuO/10%MgO. Установка для синтеза катализатора включает бытовой увлажнитель воздуха, печь для осушки образующегося аэрозоля и электрофильтр для улавливания частиц продукта. Вторичная структура полученного катализатора представлена шарообразными частицами, диаметр которых определяется концентрацией раствора солей-предшественников. Показано, что использование катализаторов серии УЗД для синтеза углеродных нановолокон перистой морфологии позволяет получать более однородный продукт с максимальным выходом по сравнению с аналогичными образцами, приготовленными методами соосаждения и механохимической активации.

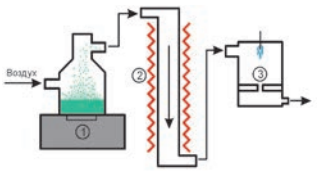


Схема установки для получения катализаторов методом ультразвуковой возгонки: 1 – генератор ультразвука; 2 – печь; 3 – электрофильтр

СОДЕРЖАНИЕ

Слово редактора 1

Дайджест 4

НАНО обзоры

Нанобиология

О.Д. Гендриксон, А.В. Жердев, И.В. Гмошинский, Б.Б. Дзантиев
Фуллерены: *in vivo* исследования биораспределения, токсичности и биологического действия 5

НАНО статьи

Наноструктуры, включая нанотрубки

Е.А. Форш, А.С. Ильин, М.Н. Мартышов, П.А. Форш, П.К. Кашкаров
Релаксация фотопроводимости в нанокристаллическом оксиде индия 18

Наноматериалы функционального назначения

О.В. Бобрешова, А.В. Паршина, К.Ю. Янкина, Т.С. Денисова, Е.Ю. Сафронова, А.Б. Ярославцев
Совместное потенциометрическое определение катионов и анионов в мультиионных растворах с использованием ПД-сенсоров на основе мембран МФ-4СК и Nafion, наномодифицированных оксидами циркония и кремния 22

С.А. Богданова, А.О. Эбель, А.Р. Гатауллин, И.М. Закиров, Ю.Г. Галяметдинов
Получение наномодифицированных полимерных бумаг с углеродными нанотрубками и неионными поверхностно-активными веществами 28

Т.А. Брусенцева, А.А. Филиппов, В.М. Фомин, Е.В. Малыхин, Т.А. Ваганова
Влияние природы нанодисперсного наполнителя на механические свойства эпоксиангидридных полимерных композитов 35

М.П. Данилаев, О.Ю. Богомолова, Е.А. Богослов, С.А. Михайлов, Ю.Е. Польский, Д.М. Пашин
Капсулирование полимером субмикронных частиц 41

Наноматериалы конструкционного назначения

Г.Ш. Болтачев, Н.Б. Волков, Е.А. Чингина
Нанопорошки в условиях динамичных процессов магнитно-импульсного прессования 45

А.П. Завьялов, К.В. Зобов, И.К. Чакин, В.В. Сызранцев, С.П. Бардаханов
Синтез нанопорошков меди методом испарения электронным пучком при атмосферном давлении инертного газа 53

И.В. Лужкова, А.Н. Ермаков, А.М. Мурзакаев, И.Г. Григоров, Ю.Г. Зайнулин, Э.К. Добринский, С.И. Малашин
Плазменная переработка карбида и нитрида ванадия с никелем 58

А.А. Сивков, А.Я. Пак, И.А. Рахматуллин, К.Н. Шатрова
Получение ультрадисперсного карбида вольфрама в струе электроразрядной плазмы 63

Нанобиология

А.Е. Ефимов, М.М. Мойсенович, А.Г. Кузнецов, Л.А. Сафонова, М.М. Боброва, И.И. Агапов
Исследование микро- и наноструктуры биосовместимых матриксов из регенерированного фиброина *Bombyx mori* методом сканирующей зондовой нанотомографии 68

НАНО краткие сообщения

А.А. Ведягин, А.И. Низовский, К.С. Голохваст, П.Г. Цырульников
Нанокомпозиты на основе слоистых силикатов как катализаторы дегидрирования метанола 73

А.М. Володин, А.Ф. Бедило, И.В. Мишаков, В.И. Зайковский, А.А. Ведягин, Р.М. Кенжин, В.О. Стояновский, К.С. Голохваст
Углеродный нанореактор для синтеза нанокристаллических высокотемпературных оксидных материалов 78

К.В. Разум, С.Ю. Троицкий, И.А. Пышная, В.И. Бухтияров, Е.И. Рябчикова
Взаимодействие наночастиц палладия с эпителиальными клетками MDCK и перитонеальными макрофагами *in vitro* 83

И.А. Стрельцов, И.В. Мишаков, И.В. Токарева, К.С. Голохваст, А.А. Ведягин, Д.В. Корнеев
Перспективы использования ультразвуковой возгонки для приготовления катализаторов синтеза углеродных нановолокон 89

Е.В. Суковатицина, А.С. Самардак, А.В. Огнев, Л.А. Чеботкевич, M.R. Sanaeian, F. Nasirpouri
Зависимость магнитных свойств нанокристаллических пленок никеля от размера зерна и морфологии поверхности 95

Правила для авторов 99

ПРЕДЛОЖЕН ЛЕГКИЙ СПОСОБ ВЫРАЩИВАНИЯ ДВУМЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Совместная группа ученых из США и Китая в своей последней работе предложила новый способ выращивания двумерных слоистых полупроводниковых гетероструктур, составом которых можно управлять с помощью модуляции реагентов, участвующих в процессе роста этих полупроводников из парообразного состояния. Полученные таким образом структуры являются монокристаллами. В перспективе они могут использоваться для создания самых разнообразных электронных устройств, в частности, обычных логических схем, солнечных батарей и фотодетекторов, светодиодов и лазерных диодов.

Двумерные материалы, такие, как молибденит (MoS_2) и тунгстенит (WS_2), в последнее время привлекают интерес ученых из лабораторий по всему миру, поскольку их электронные и механические свойства разительно отличаются от трехмерных образцов того же химического состава. Это означает, что в перспективе они могут найти применение в различных новых устройствах, например, маломощных электронных схемах, дешевых гибких дисплеях, сенсорах и даже в гибкой электронике, которая может наноситься на разнообразные поверхности.

Наиболее известные двумерные материалы – графен (представляющий собой лист атомов углерода толщиной в один атом) и дихалькогениды переходных металлов. Это так называемые ван-дер-ваальсовы структуры, имеющие химическую формулу MX_2, где M представляет собой переходной металл (например, Mo или W), а X – является халькогеном (к примеру, S, Se и Te). Дополнительное преимущество дихалькогенидов переходных металлов заключается в том, что они являются непрямыми полупроводниками, если речь идет об объемной структуре, но переходят в полупроводники с прямой запрещенной зоной в случае монослоя. Эти монослои эффективно поглощают и излучают свет, т.е. могут использоваться для создания различных оптоэлектронных устройств, к примеру, фотоприемников и светоизлучающих диодов.

О двумерных полупроводниках известно довольно много, однако, чтобы изучить весь потенциал этих структур, необходимо иметь возможность точно модулировать их химические, структурные и электронные свойства. Инструменты для такого моделирования как раз и предложила совместная группа ученых из University of California (США) и Hunan University in Changsha (Китай). По словам исследователей, сейчас им удалось вырастить двумерные гетероструктуры, состоящие из тунгстенита и селенида вольфрама (WS_2 – WSe_2), а также гетероструктуры молибденита – диселенида молибдена (MoS_2 – $MoSe_2$). В ходе работы они также доказали, что эти гетероструктуры могут использоваться для создания серии функциональных устройств, в частности, p-n диодов, фотодиодов и различных преобразователей.

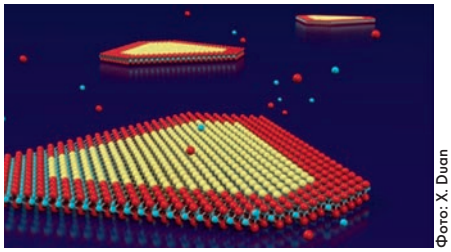


Фото: X. Duan

Схематическое изображение процесса роста двумерных гетероструктур

Процесс производства гетероструктур команда начала с химического осаждения из парообразного состояния – это процесс, в котором реагенты формируются путем выпаривания выбранного твердого материала. При этом состав реагентов может быть изменен путем перемещения в печи твердого компонента из наиболее горячей зоны в менее нагретую и наоборот.

К примеру, для получения гетероструктуры (WS_2 – WSe_2) сначала выращивается пленка WS_2 путем испарения твердого WS_2 в центральной горячей зоне в аргоновой атмосфере. При осаждении материал формирует треугольные домены, по краям которых остаются свободные связи, работающие в качестве фронта активного роста. Это позволяет добавлять атомы, обеспечивая рост структуры в горизонтальном направлении. Меняя твердый WS_2 в горячей зоне на WSe_2, не подвергая при этом созданную структуру воздействию окружающей среды, можно получить гетероструктуры (WS_2 – WSe_2). При этом оперативная коммутация химического источника имеет решающее значение для сохранения фронта активного роста на краях двумерной пленки.

Подробные результаты работы опубликованы в Nature Nanotechnology. По словам исследователей, с помощью предложенного метода можно выращивать практически любой тип двумерных гетероструктур. Сейчас они заняты дальнейшим усовершенствованием их подхода, что позволит выращивать более сложные мультигетероструктуры.

Источник: sci-lib.com

Импакт-фактор РИНЦ
0.891

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.

Версия для iPad
Скачивайте приложение журнала в iTunes в Киоске, раздел Наука.

Англоязычная версия распространяется
Springer

Журнал индексируется в базе
Scopus

Публикация в журнале бесплатная