

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

НАНОРАЗМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И НАНОМАТЕРИАЛЫ: ИССЛЕДОВАНИЯ В УКРАИНЕ

ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ НА CD-ROM

ФИЗИКА **НАНО-**СТРУКТУР

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУ-ПРОВОДНИКОВЫХ **НАНО-**СТРУКТУР

ДИАГНОСТИКА **НАНО-**СТРУКТУР

НАНО- МАТЕРИАЛЫ

НАНО- БИОТЕХНОЛОГИИ

НАНО-

НАНО-РАЗМЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И **НАНО-**МАТЕРИАЛЫ:

ИССЛЕДОВАНИЯ В УКРАИНЕ

КИЕВ АКАДЕМПЕРИОДИКА 2014 УДК 620.22.001.5(477) ББК 30.3 H25

Сжато изложены результаты исследований и разработок, выполненных институтами НАН Украины в рамках Государственной целевой научно-технической программы «Нанотехнологии и наноматериалы» (2010—2014). 115 разделов монографии сгруппированы в шесть тематических глав: физика наноструктур, технологии полупроводниковых наноструктур, диагностика наноструктур, наноматериалы, нанобиотехнологии и нанохимия. Показано, что при дальнейшей государственной поддержке и создании благоприятного инновационного климата Украина может организовать собственные конкурентноспособные нанотехнологические производства.

Редакционная коллегия

А.Г. НАУМОВЕЦ (главный редактор), акад. НАН Украины В.Н. УВАРОВ (зам. главного редактора), чл.-кор. НАН Украины И.А. МАЛЬЧЕВСКИЙ (зам. главного редактора), канд. техн. наук А.Е. БЕЛЯЕВ, чл.-кор. НАН Украины М.Я. ВАЛАХ, чл.-кор. НАН Украины Л.Б. ДРОБОТ, д-р биол. наук С.В. КОМИСАРЕНКО, акад. НАН Украины Т.Е. КОНСТАНТИНОВА, д-р физ.-мат. наук

В.А. КОЧЕЛАП, чл.-кор. НАН Украины С.Я. КУЧМИЙ, чл.-кор. НАН Украины В.Ф. МАЧУЛИН, акад. НАН Украины В.Б. МОЛОДКИН, чл.-кор. НАН Украины В.М. ПОРОШИН, д-р физ.-мат. наук В.Д. ПОХОДЕНКО, акад. НАН Украины А.В. РАГУЛЯ, чл.-кор. НАН Украины В.В. СКОРОХОД, акад. НАН Украины С.А. БЕСПАЛОВ (секретарь редколлегии), канд. техн. наук

Электронный аналог печатного издания:

Наноразмерные системы и наноматериалы: исследования в Украине / Редкол.: А.Г. Наумовец (глав. ред.); НАН Украины. — К. : Академпериодика, 2014. — 768 с., 4 с. ил. — ISBN 978-966-360-260-8

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель настоящей коллективной монографии состоит в том, чтобы представить в концентрированной форме результаты исследований и разработок, выполненных институтами НАН Украины в рамках Государственной целевой научно-технической программы "Нанотехнологии и наноматериалы" (2010-2014 г.г.). Одновременно с учреждениями НАН Украины в ее выполнении участвовали организации, подведомственные Министерству образования и науки Украины. Всего от 39 институтов Академии на конкурсной основе был принят к исполнению 121 проект. В данной монографии, состоящей из 6 тематических глав, содержится 115 разделов, в которых изложены наиболее важные достижения наших ученых. Результаты сгруппированы по следующим направлениям: физика наноструктур, технологии полупроводниковых наноструктур, диагностика наноструктур, наноматериалы, нанобиотехнологии и нанохимия.

Назовем здесь лишь некоторые наиболее значительные достижения. Физиками предсказаны новые свойства углеродных наноматериалов (нанотрубок, графена) с примесями. Предложены новые способы усиления и генерации электромагнитных волн терагерцевого диапазона, до сих пор слабо освоенного радиоэлектроникой и имеющего большие перспективы приложений. Продемонстрированы широкие возможности использования органических монослоев для управляемой модификации свойств поверхностей. Учитывая огромное разнообразие органических веществ, это направление представляется весьма важным для создания приборов молекулярной электроники (в том числе биосенсоров), управления трением, понимания биологических процессов. Исследование полупроводниковых квантовых точек показало возможность создания приборов инфракрасной техники, в том числе для ночного видения. Разработанные оригинальные методы диагностики наноматериалов и наносистем позволяют детально (вплоть до молекулярных и атомных масштабов) исследовать структуру, выяснять строение границ раздела (интерфейсов), ранее недоступных для наблюдения. Наши физики, химики и материаловеды создали новые наноструктурные металлы, сплавы и керамики, обладающие повышенными прочностными и другими важными качествами - износоустойчивостью, магнитной "мягкостью", нелинейными оптическими и диэлектрическими характеристиками, термостойкостью и коррозионной стойкостью. Области их применения весьма широки — это различные упрочняющие покрытия, авиакосмическая промышленность, прецизионные обрабатывающие инструменты, электротехника, радиоэлектроника, оптика и светотехника, имплантаты для медицины. Предложены важные нанотехнологии для соединения новых материалов методами электросварки, что представляет собой особенно непростую проблему при соединении композитных материалов, а также метод упрочнения сварных швов наночастицами при сварке сталей.

Химиками созданы наноматериалы для селективного катализа при обезвреживании выхлопных газов, дешевая технология получения графена из графита, эффективные катодные материалы для литиевых батарей.

Особенно приятно отметить высокую активность наших ученых в области нанобиотехнологий, в том числе медицинских, имеющих большое социальное значение. Для этого направления характерен ярко выраженный междисциплинарный подход — плодотворное сотрудничество исследователей в области биологии, медицины, физики, материаловедения, информатики. Предложен ряд новых высокотехнологичных лекарственных средств для профилактики и лечения распространенных заболеваний — сердечно-сосудистых, онкологических, иммунных и др. Разработаны также нанотехнологии, представляющие интерес для сельского хозяйства.

Понятно, что результаты выполнения Программы несут на себе отпечаток современной экономической ситуации в нашей стране — трудностей финансирования, продолжающегося отсутствия в ней благоприятного инновационного климата. Это, к сожалению, привело к гораздо меньшим, чем хоте-

лось бы, масштабам внедрения новых технологий. Тем не менее, имеются определенные достижения и в этой сфере. Созданы опытные производства нанопорошков широкого применения и есть эскизные проекты соответствующих промышленных производств. Производятся магнитные аморфные и нанокристаллические сплавы, по существу совершающие революционные изменения в современной электротехнике. НАН Украины подписала соглашение о сотрудничестве с такими высокотехнологичными предприятиями, как ГП "Антонов" и КБ "Южное", для которых разрабатываются современные материалы. В целом имеется немало результатов, которые, как мы надеемся, смогут заинтересовать бизнесменов.

Пожалуй, не менее важным результатом Программы, чем чисто технические достижения, является сохранение и приумножение нашего кадрового потенциала специалистов в области нанонаук и нанотехнологий. Это внушает уверенность в том, что при дальнейшей государственной поддержке этого перспективного направления и особенно при создании надлежащего инновационного климата Украина сможет организовать собственные нанотехнологические производства и занять достойное место на международных рынках такой продукции.

Исполнители проектов программы "Нанотехнологии и наноматериалы" вспоминают добрым словом академика НАН Украины Анатолия Петровича Шпака, который был одним из инициаторов формирования и научным руководителем Программы до ухода его из жизни 29 июня 2011 г.

Выражаем благодарность коллективу издательства "Академпериодика", особенно его директору Е.Г. Вакаренко и редактору Г.Н. Гавричковой, которые в сжатые сроки обеспечили высококачественную подготовку и своевременный выход в свет настоящей монографии.

А.Г. НАУМОВЕЦ, вице-президент НАН Украины, академик НАН Украины

СОДЕРЖАНИЕ

| предисловие | 5 |
|---|----|
| глава 1 ФИЗИКА НАНОСТРУКТУР | |
| Органические монослои как многоцелевые модификаторы свойств поверхности. Сененко А.И., Черепанов В.В., Таращенко Д.Т., Марченко А.А., Наумовец А.Г | 11 |
| Структурная организация фуллерена C_{60} , доксорубицина и их комплекса в физиологическом растворе как потенциальных противоопухолевых агентов. Черепанов В.В., Прилуцкий Ю.И., Сененко А.И., Марченко А.А., Наумовец А.Г | 15 |
| Магнитное упорядочение и спектроскопические свойства разбавленных магнитных полупроводников на основе оксида цинка. <i>Бекенёв Л.В., Антонов В.Н.</i> | 19 |
| Низкотемпературный вакуумно-дуговой синтез наноструктурных нитридных покрытий на поверхности алюминиевых сплавов. Васильев М.А., Панарин В.Е., Макеева И.Н., Свавильный Н.Е. | 25 |
| Механизмы и следствия высокочастотной усталости металлических стекол. Бакай А.С., Бакай С.А., Горбатенко В.М., Лазарева М.Б., Петрусенко Ю.Т., Щерецкий А.А | 31 |
| Объемный нанокристаллический титан, полученный криомеханической фрагментацией зеренной структуры. <i>Москаленко В.А.</i> | 37 |
| Фемтооптика твердотельных керровских сред. Блонский И.В., Дмитрук А.Н., Дмитрук И.Н., Зубрилин Н.Г., Кадан В.Н., Коренюк П.И., Домбровский А.Э., Шинкаренко Е.В., Ярусевич А.И. | 43 |
| Упорядочение наночастиц в полимерной матрице пространственно неоднородным лазерным полем. Смирнова $T.H.$, $Koxmuu \ J.M.$, $Eжob \ \Pi.B.$, $Яценко \ Л.\Pi.$ | 52 |
| О возможности создания оптоэлектронных элементов аппаратуры субмиллиметрового диапазона на основе новых дифракционных эффектов. $Гавриков\ B.K.,\ Литвиненко\ Л.H.$ | 58 |
| Бинарная решетка из серебряных и диэлектрических квантовых нанонитей как фотонно-плазмонная лазерная платформа с наноразмерными элементами. <i>Носич А.И.</i> | 64 |
| Исследование спектральных и нелинейно-оптических свойств наноструктурированных пленок золота. <i>Бродин М.С., Томчук П.М., Степкин В.И., Ляховецкий В.Р., Волков В.И., Борщ А.А., Руденко В.И., Воловик Н.В.</i> | 69 |
| Физические основы технологии формирования гетерогенных наноструктур для нужд спинтроники на основе полуметаллических ферромагнетиков. Кудрявцев Ю.В., Уваров В.Н., Ермоленко В.Н. | 75 |
| Наноразмерные структуры одномерных магнитофотонных кристаллов. Баръяхтар В.Г., Шарай И.В., Салюк О.Ю., Голуб В.О., Бержанский В.Н., Каравайников А.В., Михайлова Т.В., Милюкова Е.Т., Прокопов А.Р., Шапошников А.Н., Харченко Н.Ф., Лукиенко И.Н., Милославская О.В., Харченко Ю.Н. | 82 |
| Синтез и свойства тонких пленок диоксида хрома. Погорелый А.Н., Невдача В.В., Мицюк Б.М., Подьяловский Д.И., Криворучко В.Н., Таренков В.Ю. | 88 |

| ных нанотрубок и графена. Скрипник Ю.В., Репецкий С.П., Вышиваная И.Г | 93 |
|--|-------------------|
| Электрон-дырочное спаривание и сверхпроводимость в двухслойных системах на основе графена и топологических изоляторов. Φ <i>иль</i> $\mathcal{A}.B.$ | 99 |
| Нанотехнологические методы улучшения электродинамических характеристик высокотем-пературных сверхпроводящих материалов. Флис В.С., Москалюк В.О., Мацуй В.И., Каленюк А.А., Свечников В.Л., Каминский Г.Г., Касаткин А.Л., Третьяченко К.Г., Скорик Н.А., Ребиков А.И., $\boxed{\Pi ah \ B.M.}$ | 104 |
| Пространственный перенос и нелинейный латеральный электрический транспорт горячих электронов в гетероструктурах n-AlGaAs/GaAs с дельта-слоями примеси в барьерах. Вайнберг В.В., Кочелап В.А., Коротеев В.В., Пилипчук А.С., Порошин В.Н., Сарбей О.Г | 110 |
| Перспективные материалы для электромеханических космических сенсоров на основе частично упорядоченных массивов углеродных нанотрубок и волокон. Клименко Ю.А., Мамуня Е.П., Левченко В.В., Михайлова Г.Ю., Нищенко М.М., Семенив О.В., Яценко В.А | 115 |
| Электронные полевые эмиссионные катоды и резонансно-туннельные структуры на основе нанопроволок кремния. Евтух А.А., Григорьев А.А., Кизяк А.Ю., Стеблова О.В., Дружинин А.А., Островский И.П., Ховерко Ю.Н., Ничкало С.И. | 121 |
| Термодинамические и оптические свойства жидкостных систем «вода — одностенные углеродные нанотрубки». Булавин Л.А., Слисенко В.И., Василькевич А.А., Губанов В.А., Королович В.Ф., Белый Н.М., Науменко А.П., Ковальчук В.И. | 127 |
| Жидкокристаллические наноматериалы на основе углеродных нанотрубок: свойства и мето- ды характеризации. Соскин М.С., Лисецкий Л.Н., Лебовка Н.И., Поневчинский В.В | 133 |
| Функциональный макромолекулярный блок на основе интермедиатов фотоцикла генетического мутанта бактериородопсина E204Q BR. Корчемская Е.Я., Степанчиков Д.А., Бурыкин Н.М., Савчук А.В. | 140 |
| | |
| глава 2 ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР | |
| ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ | 149 |
| ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР Генерация терагерцевого излучения в наноразмерных диодных структурах GaN в режиме ограниченного накопления объемного заряда. Соколов В.Н., Кочелап В.А | |
| ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР Генерация терагерцевого излучения в наноразмерных диодных структурах GaN в режиме ограниченного накопления объемного заряда. Соколов В.Н., Кочелап В.А | 149 155 162 |
| ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР Генерация терагерцевого излучения в наноразмерных диодных структурах GaN в режиме ограниченного накопления объемного заряда. Соколов В.Н., Кочелап В.А. Базовые нанотехнологии создания активных элементов СВЧ излучения на частотный диапазон свыше 100 ГГц и твердотельных компонентов терагерцевого диапазона частот. Беляев А.Е., Болтовец Н.С., Зоренко А.В., Иванов В.Н., Конакова Р.В., Кудрик Я.Я., Саченко А.В., Шеремет В.Н. Получение керамики на основе гранатов и кубических оксидов. Космына М.Б., Назарен- | 155 |
| ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР Генерация терагерцевого излучения в наноразмерных диодных структурах GaN в режиме ограниченного накопления объемного заряда. Соколов В.Н., Кочелап В.А. Базовые нанотехнологии создания активных элементов СВЧ излучения на частотный диапазон свыше 100 ГГц и твердотельных компонентов терагерцевого диапазона частот. Беляев А.Е., Болтовец Н.С., Зоренко А.В., Иванов В.Н., Конакова Р.В., Кудрик Я.Я., Саченко А.В., Шеремет В.Н. Получение керамики на основе гранатов и кубических оксидов. Космына М.Б., Назаренко Б.П., Шеховцов А.Н. Композитные плазмонные наноструктуры пористого золота (серебра), сформированные импульсным лазерным осаждением. Каганович Э.Б., Крищенко И.М., Кравченко С.А., Маной- | 155 162 |
| ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР Генерация терагерцевого излучения в наноразмерных диодных структурах GaN в режиме ограниченного накопления объемного заряда. Соколов В.Н., Кочелап В.А. Базовые нанотехнологии создания активных элементов СВЧ излучения на частотный диапазон свыше 100 ГГц и твердотельных компонентов терагерцевого диапазона частот. Беляев А.Е., Болтовец Н.С., Зоренко А.В., Иванов В.Н., Конакова Р.В., Кудрик Я.Я., Саченко А.В., Шеремет В.Н. Получение керамики на основе гранатов и кубических оксидов. Космына М.Б., Назаренко Б.П., Шеховцов А.Н. Композитные плазмонные наноструктуры пористого золота (серебра), сформированные импульсным лазерным осаждением. Каганович Э.Б., Крищенко И.М., Кравченко С.А., Манойлов Э.Г., Болтовец П.Н., Снопок Б.А. Тонкие случайно нанонеоднородные пленки Ge на GaAs: получение, свойства и применение. | 155 162 169 |

| гланоразмерные катодолюминофоры красного цвета свечения на основе перовскита Si TiO ₃ , легированного редкоземельными и переходными ионами. Свечников С.В., Беляев А.Е., Моро- зовская А.Н., Свечников Г.С., Снопок Б.А., Завьялова Л.В., Марчило О.Н | 192 |
|---|---|
| Новые гетероструктуры с нанокластерами Ge на поверхности SiO_x высокой плотности: эффект оптической памяти и увеличения фоточувствительности. Козырев Ю.Н., Рубежанская М.Ю., Мельничук Е.Е., Скляр В.К., Кондратенко С.В., Лысенко В.С. | 198 |
| Технология интерференционной нанолитографии с использованием высокоразрешающих халькогенидных фоторезистов. Данько В.А., Индутный И.З., Луканюк М.В., Минько В.И., Шепелявый П.Е. | 203 |
| Формирование поверхностных наноструктур методом сканирующей зондовой микроскопии с алмазным острием. Лысенко О.Г., Дуб С.Н., Грушко В.И., Мицкевич Е.И., Новиков Н.В | 208 |
| Новые подходы к диагностике онкологических заболеваний на основе детекции белков в био- логических жидкостях методом ППР. Болтовец П.Н., Геращенко А.В., Кашуба Е.В., Стро- ковская Л.И., Бобровская М.Т., Кравченко С.А., Снопок Б.А., Кашуба В.И | 214 |
| Формирование наноструктурированных объектов на поверхности полупроводников типа A^2B^6 методами химического травления и коллоидного синтеза. Томашик В.Н., Трищук Л.И., Ка-пуш О.А., Томашик З.Ф., Корбутяк Д.В., Будзуляк С.И., Борковская Л.В., Корсунская Н.Е. | 219 |
| Термическое вакуумное напыление пленок Ge на подложки из GaAs как способ получения наноструктурированных объектов. Борблик В.Л., Корчевой А.А., Николенко А.С., Стрельчук В.В., Фонкич А.М., Шварц Ю.М., Шварц М.М. | 226 |
| Низкотемпературная ионно-плазменная технология формирования наноструктурированных слоев нитрида алюминия. Заяц Н.С., Бойко В.Г., Клюй Н.И., Лозинский В.Б., Заяц С.Н | 232 |
| глава 3 Д иагностика наноструктур | |
| | |
| Атомно-силовая микроскопия в практической диагностике и направленной модификации поверхностей: нанометрология, литография и наноманипуляции. Литвин П.М., Литвин О.С., Ефремов А.А., Корчевой А.А., Прокопенко И.В. | 241 |
| верхностей: нанометрология, литография и наноманипуляции. Литвин П.М., Литвин О.С., | 241253 |
| верхностей: нанометрология, литография и наноманипуляции. Литвин П.М., Литвин О.С., Ефремов А.А., Корчевой А.А., Прокопенко И.В. Новые возможности диффузно-динамической дифрактометрии дефектов в материалах на- ноиндустрии. Молодкин В.Б., Лизунов В.В., Лизунова С.В., Скакунова Е.С., Дмитриев С.В., Шелудченко Б.В., Бровчук С.М., Скапа Л.Н. Неразрушающая селективная по глубине диагностика изделий нанотехнологий. Молод- кин В.Б., Гаевский А.Ю., Олиховский С.И., Кисловский Е.Н., Владимирова Т.П., Белоц- кая А.А., Василик Я.В., Скакунова Е.С., Лизунов В.В., Лизунова С.В., Решетник О.В., За- | 253 |
| верхностей: нанометрология, литография и наноманипуляции. Литвин П.М., Литвин О.С., Ефремов А.А., Корчевой А.А., Прокопенко И.В | |
| верхностей: нанометрология, литография и наноманипуляции. Литвин П.М., Литвин О.С., Ефремов А.А., Корчевой А.А., Прокопенко И.В | 253 260 |
| верхностей: нанометрология, литография и наноманипуляции. Литвин П.М., Литвин О.С., Ефремов А.А., Корчевой А.А., Прокопенко И.В | 2533 2600 2666 272 |
| верхностей: нанометрология, литография и наноманипуляции. Литвин П.М., Литвин О.С., Ефремов А.А., Корчевой А.А., Прокопенко И.В | 253260266 |
| верхностей: нанометрология, литография и наноманипуляции. Литвин П.М., Литвин О.С., Ефремов А.А., Корчевой А.А., Прокопенко И.В. Новые возможности диффузно-динамической дифрактометрии дефектов в материалах наноиндустрии. Молодкин В.Б., Лизунов В.В., Лизунова С.В., Скакунова Е.С., Дмитриев С.В., Шелудченко Б.В., Бровчук С.М., Скапа Л.Н. Неразрушающая селективная по глубине диагностика изделий нанотехнологий. Молодкин В.Б., Гаевский А.Ю., Олиховский С.И., Кисловский Е.Н., Владимирова Т.П., Белоцкая А.А., Василик Я.В., Скакунова Е.С., Лизунов В.В., Лизунова С.В., Решетник О.В., Заболотный И.Н., Катасонов А.А., Голентус И.Э., Васькевич О.П. Масс-спектрометрический послойный анализ нейтральных частиц для количественного определения элементного состава наноразмерных структур. Романюк Б.Н., Мельник В.П., Попов В.Г., Оберемок А.С., Ефремов А.А. Рамановская микроспектроскопическая диагностика наноструктур. Стрельчук В.В., Николенко А.С., Коломыс А.Ф., Губанов В.А., Авраменко Е.А., Романюк А.С., Стубров Ю.Ю. Эффективные наноструктурированные SERS подложки для диагностики ультрамалых количеств вещества. Валах М.Я., Юхимчук В.А., Грешук А.М., Костюкевич С.А., Матвеевская Н.А. Роль деформационных полей в формировании многослойных структур на основе III-нитридов. | 253 260 266 272 283 |

| Методика люминесцентных измерений с временным разрешением с помощью оптического керровского затвора. Дмитрук И.Н., Алексюк Д.В., Блонский И.В., Зубрилин Н.Г., Дмитрук А.Н., Кадан В.Н., Коренюк П.И., Шинкаренко Е.В | 309 |
|---|-----|
| Источники рентгеновского излучения с ионным и электронным возбуждением. Бугай $A.H.$, Вершинский $C.A.$, Денисенко $B.Л.$, Дрозденко $M.A.$, Захарец $M.И.$, Сторижко $B.E.$ | 314 |
| глава 4 НАНОМАТЕРИАЛЫ | |
| Диэлектрические и нелинейные материалы сверхвысоких частот. Белоус А.Г., Овчар О.В., Дурилин Д.А., Суслов А.Н. | 325 |
| Сцинтилляционные материалы на основе наночастиц. Преимущества и ограничения. $Гек muh\ A.B.$, $Жмурин\ П.Н.$, $Заиченко\ A.C.$, $Митина\ H.E.$, $Вистовский\ B.B.$, $Волошиновский\ A.C.$ | 331 |
| Новый способ создания керамических нанокомпозитов. От наноразмерных порошков к износостойким изделиям. Даниленко И.А., Константинова Т.Е., Бурховецкий В.В., Волкова Г.К., Глазунова В.А | 338 |
| Износостойкие нанокомпозиты на основе нитридных фаз. Згалат-Лозинский О.Б., Волко-гон В.М. | 345 |
| Наноструктурированные сверхпроводящие материалы и устройства для электротехнических применений. Прихна $T.A.$, Шатерник $B.E.$, Шаповалов $A.\Pi.$, Боримский $A.И.$, Мощиль $B.E.$, Козырев $A.B.$, Свердун $B.E.$, Басюк $T.B.$ | 350 |
| Синтез нанопорошков титаната бария из нестабильных прекурсоров. P агуля $A.B.$, K отлярчук $A.B.$, $Л$ обунец $T.\Phi.$, T омила $T.B.$ | 356 |
| Механостимулированный твердофазный синтез нанопорошка твердого раствора ($Mo_{0,9}$, $Cr_{0,1}$)Si $_2$. Кудь И.В., Еременко Л.И., Лиходед Л.С., Зяткевич Д.П., Уварова И.В | 363 |
| Нанотехнологии графеноподобных дихалькогенидов молибдена и вольфрама — твёрдых наносмазок нового поколения. <i>Куликов Л.М., Кёниг-Эттель Н.Б., Гринкевич К.Э., Любинин И.А., Курбатова М.В.</i> | 368 |
| Аморфные и нанокристаллические сплавы для приборостроения и энергоэффективных технологий. $Hocenko\ B.K.,\ Cemupra\ A.M.$ | 375 |
| Наноструктурные полуфабрикаты титановых сплавов: получение, структура, свойства, применение. Варюхин В.Н., Бейгельзимер Я.Е., Кулагин Р.Ю., Распорня Д.В | 384 |
| Композиционные материалы триботехнического назначения, упрочненные наноразмерными частицами. Затуловский А.С., Щерецкий А.А., Щерецкий В.А | 389 |
| Технология сварки высокопрочных низколегированных сталей с введением титансодержащих инокулянтов. Головко В.В., Степанюк С.Н., Ермоленко Д.Ю | 395 |
| Вакуумно-дуговые наноструктурные покрытия, осажденные при пониженных температурах. Андреев $A.A.$, $Горбань$ $B.\Phi.$, $Соболь$ $O.B.$, $Крышталь$ $A.\Pi.$, $Столбовой$ $B.A.$ | 400 |
| Формирование ультрадисперсных структур на поверхности специальных сплавов плазменным и лазерным излучением. Дурягина $3.A.$, Беспалов $C.A.$, $3убрилин H.Г.$, $Уваров В.Н.$, $Tепла Т.Л.$, $\Pi u d k o b a B.A.$, Ольшевская $C.A.$ | 405 |
| Нанослоистый нефтесорбент на основе терморасширенного графита для ликвидации аварий- | |
| ных разливов нефти и нефтепродуктов на водохранилищах и грунтах. Бондаренко Б.И., Кожан А.П., Дмитриев В.М., Рябчук В.С., Стративнов Е.В., Бондаренко О.Б., Семейко К.В. | 412 |
| Газодетонационные биоактивные композитные покрытия для имплантатов. Клюй Н.И., Дубок В.А., Темченко В.П., Шинкарук А.В., Гришков А.П., Дубок А.В., Северинова И.Д | 419 |
| Наноструктурированные остеотропные биоактивные покрытия на костных имплантатах из новых сплавов титана. Ульянчич Н.В., Кулак Л.Д., Кузьменко Н.Н., Дацкевич О.В | 425 |
| Новые биосовместимые эпоксиполиуретановые нанокомпозиты для изготовления конструкционных деталей для остеосинтеза. <i>Галатенко Н.А., Рожнова Р.А., Кулеш Д.В., Широков А.Д.</i> | 430 |

| Противокоррозионные нанопористые пигменты на основе природного цеолита для лакокрасочных покрытий. Похмурский В.И., Зинь И.Н., Генега Б.Я., Корний С.А., Зинь Я.И | 436 |
|--|-----|
| Биотехнологический синтез наночастиц металлов и полупроводниковых квантовых точек с помощью живых систем и их компонентов. Блюм Я.Б., Пирко Я.В., Бурлака О.Н., Боровая М.Н., Даниленко И.А., Смертенко П.С., Емец А.И. | 441 |
| Нанокомпозиты на основе глинистих материалов и биологически активных клеточных компонентов пробиотических штаммов молочнокислых бактерий. Подгорский В.С., Коваленко Н.К., Гармашева И.Л., Ливинская Е.П., Рагуля А.В., Томила Т.В., Лобунец Т.Ф | 446 |
| глава 5 НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ | |
| Каликс[4]аренметиленбисфосфоновые кислоты — перспективные наноэффекторы биохими- ческих процессов. Комисаренко С.В., Кальченко В.И., Костерин С.А., Луговской Э.В., Ла- бынцева Р.Д., Черенок С.А., Бевза А.В. | 455 |
| Производные каликсаренов и фуллеренов как ингибиторы протеинтирозинфосфатаз. Кобзар А.Л., Труш В.В., Танчук В.Ю., Вовк А.И | 474 |
| Селективное распознавание и мечение клеток животных и человека новыми люминесцентными наночастицами с ковалентно связанными лектинами и антителами. Билый Р.А., Митина Н.Е., Бойко Н.Н., Томин А.Н., Панчук Р.Р., Заиченко А.С., Стойка Р.С. | 481 |
| Противоопухолевые наноразмерные фосфонаты палладия(II) — потенциальные малотоксичные лекарственные субстанции широкого спектра действия с возможностью адресной доставки. Пехньо В.И., Козачкова А.Н., Царик Н.В., Куценко И.П., Шарыкина Н.И., Григорьева Т.И., Лукьянова Н.Ю., Тодор И.Н., Чехун В.Ф | 486 |
| Цитотоксические эффекты металлосодержащих наноматериалов в опухолевых клетках в системе <i>in vivo</i> . Чехун В.Ф., Налескина Л.А., Тодор И.Н., Швец Ю.В., Лозовская Ю.В., Демаш Д.В., Лукьянова Н.Ю | 493 |
| Подавление злокачественных свойств клеток глиомы U87MG наноконъюгатами специфичных антисенс-олигонуклеотидов. Балынская Е.В., Арешков П.А., Дмитренко В.В., Рябцева А.А., Дубей Л.В., Заиченко А.С., Кавсан В.М. | 498 |
| Наноконъюгаты противоопухолевых препаратов на основе специфических лигандов квадру- плексной ДНК — ингибиторов теломеразы. Дубей Л.В., Костина В.Г., Негруцкая В.В., Иль- ченко Н.Н., Кузив Я.Б., Дубей И.Я | 503 |
| Иммунолипосомы для направленной доставки биологически активных соединений в клетки опухолевых тканей. Олейник Е.С., Лабынцев А.Ю., Манойлов К.Ю., Колибо Д.В., Комисаренко С.В. | 510 |
| Функционализация N-стеароилэтаноламином (NSE) содержащей доксорубицин мицеллярной системы на основе полимерного носителя снижает общую токсичность доксорубицина. Гудзь Е.А., Панчук Р.Р., Рябцева А.А., Митина Н.Е., Косякова Г.В., Скорохид Н.Р., Легка Л.В., Заиченко А.С., Гулая Н.М., Стойка Р.С. | 515 |
| Наночастицы разного состава как векторы для целевой доставки лекарственных препаратов в опухолевые клетки. Телегеев Г.Д., Дыбков М.В., Телегеева П.Г., Ефременко Д.С., Малюта С.С., Куцевол Н.В., Филипченко С.А., Воронин Е.Ф., Носач Л.В., Глузман Д.Ф., Завелевич М.П. | 519 |
| Индукция апоптической гибели лейкемических клеток с использованием фуллерена C_{60} . Матышевская О.П., Паливода К.О., Прилуцкая С.В., Гринюк И.И., Пасечник А.В., Петухов Д.Н., Дробот Л.Б | 524 |
| Новые функциональные нанокомпозиты на основе наночастиц Ni с конъюгированными антителами для высокочувствительной детекции целевых антигенов. Савинская Л.А., Филоненко В.В., Цыба Л.А., Дергай Н.В., Навроцкий С.Б., Митина Н.Е., Шевчук О.М., Заиченко А.С., | |
| Рындич А.В | 530 |

| Методология оценки негативного влияния углеродных наночастиц на организм и повышения канцерогенного риска. <i>Михайленко В.М.</i> | 536 |
|--|-----|
| Углеродные наноматериалы: исследование характеристик и использование в биосенсорной технологии. Белоиван О.А., Дуда Т.И., Васильев А.А., Гарбуз В.В., Муратов В.Б., Шкотова Л.В., Жибак М.Т., Бойчук Ю.В., Бардаков Б.В., Корпан Я.И. | 541 |
| Наноструктурированные покрытия на базе анодного оксида алюминия для сенсорных применений. <u>Войтович И.Д.</u> , Лебедева Т.С., Рачков А.Э., Горбатюк О.Б., Скорик Н.А., Шпилевой П.Б. | 546 |
| Оптические сенсорные системы на основе наноструктурированных полимерных мембран для мониторинга окружающей среды и медицинской диагностики. Сергеева $T.A.$, $Бровко A.A. \dots$ | 552 |
| Новые наноструктурированные биоактивные керамики, композиты и имплантаты из них. Дубок В.А., Шинкарук А.В., Кищук В.В., Проценко В.В., Бруско А.Т., Тульчинский Г.В., Дубок А.В., Карась А.Ф., Борн Е.Э., Киндрат В.В | 558 |
| Трубчатые чехлы хвостовых отростков дефектных бактериофагов <i>Erwinia carotovora</i> как потенциальные нанодозаторы антимикробных веществ. <i>Товкач Ф.И., Горб Т.Е., Романюк Л.В., Кушкина А.И., Остапчук А.Н., Иваница Т.В., Король Н.А., Файдюк Ю.В.</i> | 569 |
| Биомодулирующие свойства синтезированных и природных магнитных наночастиц, их ис- пользование в нанонейротехнологии и оценка нейротоксичного риска применения. <i>Борисо-</i> ва Т.А | 575 |
| Наночастицы благородных металлов в коллоидах и на поверхности дисперсного кремне- зема как перспективные антимикробные и противоопухолевые препараты. Еременко А.М., Муха Ю.П., Петрик И.С., Смирнова Н.П., Шмараков И.А., Михиенкова А.И., Корчак Г.И. | 582 |
| Биосовместимые нанокомпозиты на основе магнетита и благородных металлов. $Лавринен KOE.H., Долинский Г.А., Прокопенко В.А $ | 589 |
| Синтез нанокомпозита серебра в матрице биополимеров морских водорослей для применения в медицине. Еремеев В.Н., Рябушко В.И., Юркова И.Н. | 595 |
| Получение гибридных вирус-неорганических конструкций на основе вируса табачной мозаи- ки и наночастиц золота. <i>Карбовский В.Л., Коваленко А.Г., Курган Н.А.</i> | 600 |
| Получение функциональных бионаноматериалов на основе апатита кальция с использованием биогенного источника кальция. $Карбовский В.Л., \overline{Mnak A.\Pi}, Kypeah H.A.$ | 605 |
| Создание сыпучего комплексного бактериального препарата для зерновых культур. Курдиш И.К., Рой А.А., Скороход И.А., Чеботарев А.Ю., Герасименко И.А | 610 |
| Разработка промышленных технологий получения липидных наноструктур и функциональных материалов на основе принципа дискретно-импульсного введения энергии. Долинский А.А., Авдеева Л.Ю., Чунихин А.Ю., Цвилиховский Н.И., Шлончак А.В. | 615 |
| глава б НАНОХИМИЯ | |
| Электропроводящие полимеры и нанокомпозиты на их основе для создания новых электронных устройств различного функционального назначения. Посудиевский О.Ю., Коношук Н.В., Курысь Я.И., Кошечко В.Г., Походенко В.Д. | 625 |
| Новые ионпроводящие наноматериалы на основе оксидов переходных металлов для сенсорных и энергопреобразующих систем. Волков С.В., Белоус А.Г., Колбасов Г.Я., Мирная Т.А., Вьюнов О.И., Болдырев Е.И., Русецкий И.А., Краснов Ю.С., Данилов М.О., Яремчук Г.Г., | (21 |
| Асаула В.М., Кобилянская С.Д | 631 |
| ческого применения в литий-ионных аккумуляторах. $К$ уксенко $C.\Pi$., T арасенко W . A ., K ар- W | 638 |
| Нанопористые углеродные материалы для систем энергонакопления. Малетин Ю.А., Стрел-ко В.В., Стрижакова Н.Г., Пузий А.М., Гоженко О.В., Лысенко А.А., Гоба В.Е., Трофимен-ко С.И., Сыч Н.В., Цыба Н.Н. | 645 |

| Нанокомпозитные катализаторы нового поколения для процессов защиты окружающей среды и водородной энергетики. Орлик С.Н., Соловьев С.А., Кириенко П.И., Канцерова М.Р., Губарени Е.В. | 650 |
|--|-----|
| Наноразмерные металлокомплексные катализаторы асимметрического синтеза. Костюк $A.H.$, Марченко $A.\Pi.$, Матвеев $Ю.И.$, Койдан $\Gamma.H.$, Бойко $B.И.$, Кальченко $B.H.$ | 657 |
| Фотолюминесценция нанокристаллов CdS на структурированных кремниевых подложках. Карачевцева Л.А., Кучмий С.Я., Строюк А.Л., Литвиненко О.А., Раевская А.Е., Гродзюк Г.Я., Сапельникова Е.Ю., Стронская Е.И. | 662 |
| Новые типы нанокомпозитных систем полифункционального действия на основе лантанид- содержащих излучателей. <i>Ефрюшина Н.П., Трунова Е.К., Русакова Н.В., Смола С.С., Береж-</i> ницкая А.С., Фадеев Е.Н. | 668 |
| Органо-неорганические нанокомпозиты для извлечения токсичных ионов из промышленных стоков. Беляков В.Н., Дзязько Ю.С., Пономарева Л.Н., Рождественская Л.М | 674 |
| Нанопористые сорбенты с комплексообразующим поверхностным слоем: синтез, строение, применение. Зуб Ю.Л., Мельник И.В., Дударко О.А., Назарчук Г.И., Столярчук Н.В., Слесаренко В.В., Томина В.В. | 680 |
| Сорбент на основе природного клиноптилолита, модифицированного нанокластерами диоксида марганца. Тарасевич Ю.И., Кулишенко А.Е., Поляков В.Е., Кравченко Т.Б., Остапенко Р.В., Аксененко Е.В. | 686 |
| Гибридные органо-неорганические термостойкие наноматериалы, пригодные для работы в экстремальных условиях. Григорьева О.П., Файнлейб А.М., Бардаш Л.В., Старостенко О.Н., Гусакова К.Г., Даниленко И.Ю. | 693 |
| Наноструктурированные гибридные органо-неорганические покрытия для временной анти-коррозионной защиты металлопроката. Плюто Ю.В., Давиденко Л.А., Гребенюк А.Г., Наседкин Д.Б., Назарчук Н.А., Архипов С.А. | 699 |
| Пленочные электропроводные гибридные нанокомпозиты на основе полианилина. $\Pi y \partial A.A.$, Огурцов Н.А., Носков Ю.В., Сидоров Д.А., Дуборез Е.П., $\Pi y \partial$ С.А., Петричук М.В., Ковален-ко В.Ф. | 705 |
| Наноструктурированные фотополимеризационноспособные композиции для технологий записи информации, отделки печатной и упаковочной продукции. $Гранчак\ B.M.,\ Cысюк\ B.\Gamma.,\ Давискиба\ \Pi.M.$ | 711 |
| Дисперсии магнитных наночастиц в жидкокристаллических средах для новых магнитооптических материалов. Проданов М.Ф., Булуй А.Г., Попова Е.В., Гамзаева С.А., Резников Ю.А., Ващенко В.В. | 711 |
| Наноструктурированные полимерные материалы и нанокомпозиты на основе взаимопрони- кающих полимерных сеток для биомедицинского применения. Карабанова Л.В., Гомза Ю.П., Несин С.Д., Бондарук О.Н., Геращенко И.И., Воронин Е.Ф., Носач Л.В., Зарко В.И., Пах- лов Е.М. | 724 |
| Функционально-ориентированные наноразмерные системы на основе оксидов и поверхностно- активных полимеров для медицины: аспекты дизайна. Горбань О.А., Шевчук О.М., Данилен- ко И.А., Букартик Н.Н., Мягкота О.С., Годована О.И., Заиченко А.С., Константинова Т.Е. | 731 |
| Наноразмерные липидные конъюгаты на основе антагонистов ASIC — новые перспективы в терапии ишемического инсульта. Сукач В.А., Бута А.З., Максимюк А.П., Ковальский Д.Б., Вовк М.В., Крышталь О.А. | 737 |

Коротко викладено результати досліджень і розробок, виконаних інститутами НАН України у рамках Державної цільової науково-технічної програми "Нанотехнології та наноматеріали" (2010—2014). 115 підрозділів монографії згруповано у шість тематичних розділів: фізика наноструктур, технології напівпровідникових структур, діагностика наноструктур, наноматеріали, нанобіотехнології та нанохімія. Показано, що за наявності подальшої державної підтримки та завдяки створенню сприятливого інноваційного клімату Україна зможе налагодити власне конкурентоздатне нанотехнологічне виробництво.

Наукове електронне видання на CD-ROM

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

НАНОРОЗМІРНІ СИСТЕМИ І НАНОМАТЕРІАЛИ: ДОСЛІДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Російською мовою

Один електронний оптичний диск (CD-ROM) Об'єм даних 150 Мб

Видавець Видавничий дім «Академперіодика» НАН України 01004, Київ-4, вул. Терещенківська, 4 Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 544 від 27.07.2001 р.