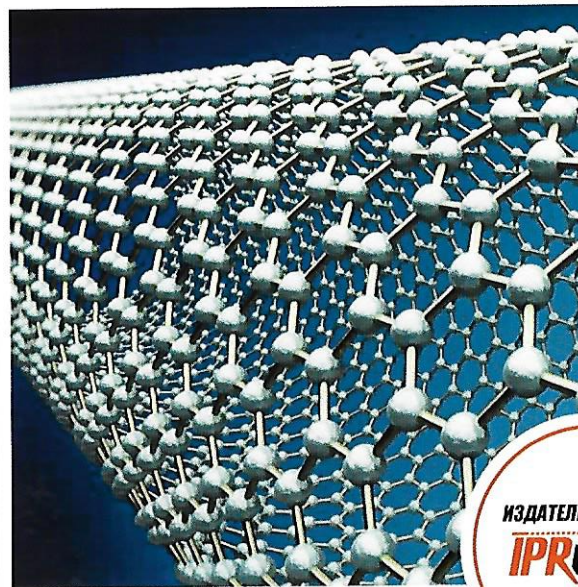


УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК

**М. Нажипкызы, Р. Е. Бейсенов,
З. А. Мансуров**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ
И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

УЧЕБНОЕ
ПОСОБИЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
IPRmedia

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. АЛЬ-ФАРАБИ

М. Нажипкызы, Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Учебное пособие

*Призёр I конкурса публикаций
«Университетский учебник - 2017»*

**Ай Пи Эр Медиа
Саратов · 2018**

Авторы:

- Нажипкызы М.* — к.х.н., и. о. доцента кафедры «Химической физики и материаловедения» КазНУ им. аль-Фараби;
Бейсенов Р.Е. — PhD по специальности «Наноматериалы и нанотехнологии», старший преподаватель кафедры «Химической физики и материаловедения» факультета химии и химической технологии КазНУ им. аль-Фараби, заведующий лабораторией ЭПР спектроскопии им. Ю.В. Горелкинского Физико-технического института г. Алматы;
Мансуров З.А. — генеральный директор РГП «Институт проблем горения», д. х. н., профессор кафедры «Химической физики и материаловедения» КазНУ им. аль-Фараби

Рецензенты:

- Кудайбергенов С.Е.* — д. х. н., проф., руководитель лаборатории инженерного профиля КазНТУ им. К. И. Сатпаева;
Искаков Р. — д. х. н., проф., руководитель Научно-образовательного центра Химической инженерии КБТУ

Ф50 Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов: учебное пособие / [Нажипкызы М. и др.]. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 с.
ISBN 978-5-4486-0164-4

Учебное пособие посвящено современным углеродным материалам и их свойствам, технологиям получения и областям применения наноматериалов. Представлены результаты исследования и разработки института проблем горения в области наноматериалов и нанотехнологии.

Нанотехнологии — одно из ключевых направлений развития промышленности и прогресса общества. Поэтому развитие данной отрасли науки обеспечивает получение объектов любого назначения. Данное пособие предназначено для инженеров, студентов специальности «Химия», а также для магистрантов специальности «Нанотехнологии и наноматериалы», кроме того, может быть полезно широкому кругу специалистов и преподавателей.

ISBN 978-5-4486-0164-4

© РГП на ПХВ «Казахский национальный университет имени аль-Фараби» МОН РК, 2017
© ООО «Ай Пи Эр Медиа», 2017

СОДЕЖАНИЕ

Предисловие	6
Введение	8
Глава 1. Введение в химию и физику наноматериалов	10
1.1. Введение в наномир	10
1.2. Зависимость размеров от свойств	11
1.3. Основы квантовой физики в наносистемах	11
1.3.1. Электрон	14
1.3.2. Фотон	15
1.3.3. Экситоны	16
1.3.4. Связи в атомах	16
1.4. Классификации кристаллических структур	17
1.5. Модели образования и роста наночастиц	18
1.5.1. Дислокационная модель Сирса	19
1.5.2. Пар-жидкость-кристаллический (ПЖК) механизм Вагнера — Элиса	21
1.6. Самоорганизация в наноматериалах	26
1.7. Закон Мура	29
1.8. Квантовые точки	29
1.9. Полупроводниковые гетероструктуры и наноструктуры	31
1.10. Методы синтеза наноразмерных наногетероструктур	34
1.11. Нанокластеры	36
1.12. Наноструктурированные топливные элементы в водородной энергетике	37
1.13. 2D-материалы и их свойства	39
ГЛАВА 2. Спектральные методы измерения размеров и свойств малых частиц	43
2.1. Малоугловое рентгеновское рассеяние	43
2.2. Инфракрасная и Рамановская спектроскопия	44
2.3. Оже-электронная спектроскопия	48
2.4. Рентгенофотоэлектронная спектроскопия	50
ГЛАВА 3. Углеродные наноструктуры	56
3.1. Графеновые и графеноподобные материалы	56
3.1.1. Структура графена	60
3.1.2. Характеристика свойств графена посредством Рамановской спектроскопии	61
3.1.3. Возможное применение графена	63
3.1.4. Супергидрофобность графена	64
3.2. Углеродные нанотрубки	67

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ

Учебное издание

Нажипкызы Меруерт
Бейсенов Ренат Елемесович
Мансуров Зулхаир Аймухаметович

Редактор *Ю.Б. Захарова*
Технический редактор *А.Д. Матлахова*
Корректор *Е. Янсон*
Компьютерная верстка *И.А. Панфилова*
Обложка *С.С. Сизиумова*

Электронная версия издания представлена
в электронно-библиотечных системах
IPRbooks (www.iprbookshop.ru),
Библиокомплектатор (www.bibliocomplectator.ru)

Бесплатный звонок по России: **8-800-555-22-35**
Тел.: 8 (8452) 24-77-97, 8 (8452) 24-77-96

Отдел продаж и внедрения ЭБС:
доб. 206, 213, 144, 145
E-mail: sale@iprmedia.ru

Отдел комплектования ЭБС:
доб. 224, 227, 208
E-mail: mail@iprbookshop.ru

По вопросам приобретения экземпляров издания обращаться:
доб. 208, 201, 222, 224
E-mail: izdat@iprmedia.ru, author@iprmedia.ru

Подписано в печать 27.11.2017. Бумага офсетная.
Формат 60x90/16. Гарнитура «JournalC».
Печать офсетная. Печ. л. 12,12.
Тираж 1000 экз. (1-й завод 1–100 экз.). Заказ № 124476.

Отпечатано в АО «Т 8 Издательские Технологии» (АО «Т 8»)
г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корп. 5

Уважаемые авторы!

Приглашаем Вас к сотрудничеству и предлагаем издание (переиздание) ваших работ (учебников, учебных пособий, монографий) в печатном и электронном виде любым тиражом, при этом обеспечиваем:

- ✓ профессиональную редакционно-издательскую обработку в соответствии с требованиями ГОСТов, верстку;
- ✓ дизайн обложки, присвоение ISBN, качественную печать тиража;
- ✓ передачу метаданных и списков литературы каждого издания в базу РИНЦ;
- ✓ присвоение DOI изданиям;
- ✓ обязательную публикацию работ в электронном виде в крупных ЭБС IPRbooks, Библиокомплектатор с выдачей сертификата о публикации, а также защиту изданий от незаконного использования и распространения;
- ✓ продвижение изданий, в том числе их участие в различных международных, всероссийских и межрегиональных конкурсах.



Приглашаем авторов принять участие в ежегодном конкурсе публикаций «Университетский учебник»

Всем участникам обеспечивается электронная публикация работ с выдачей сертификатов, а победителям — печать тиража в твёрдом или мягком переплёте с выдачей дипломов.

Более подробная информация об условиях и порядке проведения конкурса представлена на сайте <http://www.iprbookshop.ru>.

По вопросам издания звоните по телефону 8 800 555 22 35, доб. 208, 224
(звонок из всех регионов России бесплатный)
e-mail: officeneo@iprbooks.ru; izdat@iprmedia.ru



IPRbooks

**ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА
НОВОГО
ПОКОЛЕНИЯ**



Электронно-библиотечная система IPRbooks полностью соответствует требованиям ФГОС

СВЯЖИТЕСЬ С НАМИ, ЧТОБЫ УЗНАТЬ ПОДРОБНЕЕ

8 800 555 22 35
БЕСПЛАТНАЯ ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ

sale@iprmedia.ru
adm@iprmedia.ru
pr@iprmedia.ru