

УЧЕБНИК ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИИ

Учебник

3-е издание, электронное

Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по образованию в области
радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению 211000
«Конструирование и технология электронных средств»



Москва
Лаборатория знаний
2021

УДК 544-022.532(075.8)
ББК 24+32.844.15я73
К89

Серия основана в 2009 г.

Кузнецов Н. Т.

К89 Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. — 3-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 400 с. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-906828-26-2

В учебнике изложены общие представления о нанотехнологии, ее концептуальные проблемы. Затронуты вопросы самоорганизации и синергетики в наномире, проанализированы возможности нанометрологии. Рассмотрены специфические особенности и проблемы наномира.

Для студентов, изучающих дисциплины, связанные с применением нанотехнологии, магистрантов и аспирантов, инженерно-технических и научных работников, а также интересующихся проблемами современной науки.

УДК 544-022.532(075.8)

ББК 24+32.844.15я73

Деривативное издание на основе печатного аналога: Основы нанотехнологии : учебник / Н. Т. Кузнецов, В. М. Новоторцев, В. А. Жабрев, В. И. Марголин. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 397 с. : ил. — (Учебник для высшей школы). — ISBN 978-5-9963-0853-8.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение	8
Глава 1. Общие представления о нанотехнологии	13
1.1. Научное мировоззрение и наномир	13
1.2. Исторические начала и корни нанотехнологии	18
1.3. Переход от микротехнологии к нанотехнологии. Наномир	31
1.4. Особенности наноразмерного состояния вещества	43
1.5. Терминологическая база нанотехнологии	47
1.6. Доктрина развития работ по нанотехнологии и наноматериалам в России	54
1.7. Магистральные направления развития нанотехнологии. Прогнозы и перспективы	60
Контрольные вопросы к главе 1	85
Глава 2. Концептуальные проблемы нанотехнологии	87
2.1. Проблема размерных эффектов	87
2.2. Роль информации и информационной составляющей в наномире	95
2.3. Проблемы невоспроизводимости в нанотехнологии	102
2.4. Проблема измерений в квантовой механике и наномире	108
2.5. Проблема слабых и сверхслабых воздействий в нанотехнологии	120
2.6. Резонансные взаимодействия в наномире	128
2.6.1. Некоторые резонансные явления, перспективные для нанотехнологии	128
2.6.2. Принцип фрактальности применительно к резонансным процессам и явлениям	132
2.7. Эффекты дальнего действия в наномире	137
2.7.1. Эффекты дальнего действия в наноразмерных структурах	137
2.7.2. Эффект ориентированной кристаллизации через аморфную среду	138
2.7.3. Эффект дальнего действия, возникающий при энергетическом воздействии на систему	144
Контрольные вопросы к главе 2	147
Глава 3. Самоорганизация и синергетика в наномире	149
3.1. Процессы самоорганизации и синергетика	152
3.2. Реализация процессов самоорганизации в различных системах	166
3.3. Некоторые представления о роли самоорганизации в наномире	178
3.3.1. Кластер. Магические числа	179
3.3.2. Структурные скелеты и надмолекулярное состояние вещества. Понятие мезофазы	182

3.4. Применение процессов самоорганизации для технологических целей	184
3.5. Самоорганизация в биологических объектах	193
3.6. Самоорганизация как целенаправленный детерминированный выбор направления эволюционного процесса	203
3.6.1. Особенности химической связи в неорганических, органических и элементоорганических соединениях	204
3.6.2. Химические реакции и процессы самоорганизации	208
3.7. Фрактальные структуры и самоорганизация	215
Контрольные вопросы к главе 3	226
Глава 4. Специфические особенности и проблемы наномира	227
4.1. Основные понятия нелинейной динамики	227
4.2. Диссипативные системы. Бифуркации.	234
4.3. Поверхностные, межфазные и граничные особенности объектов наномира	239
4.4. Проблема чистоты материала, вещества и поверхности	250
4.4.1. Проблема чистоты материала	250
4.4.2. Проблема чистоты поверхности	257
4.4.3. Проблема шероховатости поверхности.	262
4.5. Механические особенности. Закон Холла–Петча	266
4.6. Междисциплинарные области использования наноразмерных материалов и композитов	272
4.7. Фундаментальные и прикладные аспекты наномедицины и нанобиологии.	279
Контрольные вопросы к главе 4	288
Глава 5. Методы исследования вещества в наноразмерном состоянии	289
5.1. Проблемы метрологии в наномире	289
5.2. Автоионный микроскоп	294
5.3. Рентгеновская микроскопия	298
5.4. Просвечивающая электронная микроскопия	304
5.5. Растровая электронная микроскопия. Общие представления.	312
5.6. Механизмы формирования контраста в РЭМ	322
5.7. Электронная оже-спектроскопия	335
5.8. Рентгеновский микроанализ	341
5.9. Рентгеноструктурный анализ	348
5.10. Сканирующая туннельно-зондовая и атомно-силовая микроскопия	353
5.11. Микроскопия ближнего поля	367
Контрольные вопросы к главе 5	375
Цитируемая литература	377
Дополнительная литература	392