

Н. Г. Рамбиди
А.В. Берёзкин

**ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
НАНОТЕХНОЛОГИЙ**



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2008

УДК 681.3; 547
ББК 22.36; 24.7
Р 21

Рамбиди Н.Г., Берёзкин А.В. **Физические и химические основы нанотехнологий.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 456 с. — ISBN 978-5-9221-0988-8.

В доступной для широкого круга читателей форме рассматриваются история возникновения, основные направления и физико-химические принципы современных нанотехнологий, включая планарную технологию, супрамолекулярную химию, молекулярную электронику, получение наночастиц и наноструктурированных материалов. Подробно обсуждаются два основных пути создания наноматериалов: «снизу–вверх» и «сверху–вниз», а также методы изучения наноструктур и влияния размерных эффектов на их свойства. В основу книги положен курс лекций, которые в течение нескольких лет читаются одним из авторов на кафедре физики полимеров и кристаллов физического факультета Московского государственного университета.

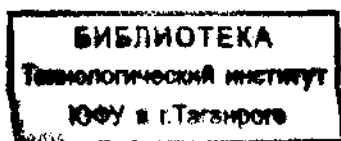
Книга адресована студентам, аспирантам и специалистам, интересующимся вопросами нанотехнологий.

523.483

ISBN 978-5-9221-0988-8

© ФИЗМАТЛИТ, 2008

© Н.Г. Рамбиди, А.В. Берёзкин, 2008



ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Введение. Давние корни современного нанотехнологического бума	
Несколько слов авторов о проблеме и книге	6
Глава 1. Нанотехнология: истоки, особенности становления и исходные принципы	9
1.1. Миниатюризация в окружающем нас мире — исторические и психологические корни	9
1.2. Первые попытки создать теоретическую основу нового междисциплинарного подхода — нанотехнологии	12
1.3. Нанотехнология выходит на государственный уровень	23
II. «Есть еще много места в самом низу». Возможности и следствия предельной миниатюризации	
Глава 2. Пути в нанотехнологию	28
2.1. Вакуумные электронные лампы, транзисторы, планарные чипы в вычислительной технике	28
2.2. Биомолекулярные векторы, переносящие генетическую информацию, для производства трансгенных организмов	50
Глава 3. Молекулы и молекулярные ансамбли — естественный предел миниатюризации.	63
3.1. Конформационные переходы в молекулах — перспективная элементная база вычислительных устройств	63
3.2. Каркасные аллотропные формы углерода — области применения фуллеренов и нанотрубок	109
3.3. Размерное квантование в полупроводниках	114
3.4. Биологические принципы обработки информации на молекулярном уровне	145
3.5. Биочипы, наномоторы — неожиданные возможности нанобиологии	154
III. Перспективные материалы и среды: управление свойствами материала направленным изменением микроструктуры	
Глава 4. Самосборка и самоорганизация: их роль в нанотехнологии и не только	166
4.1. Процессы самоорганизации и их особенности	167
4.2. Синергетические принципы процессов самоорганизации	171
Глава 5. Неорганические наноструктурированные материалы	179
5.1. Методы получения наночастиц	181
5.2. Металлические композиционные материалы	192
5.3. Наноструктурированная керамика	197
5.4. Углеродные материалы.	199
5.5. Особенности механического поведения наноструктурированных материалов	203
5.6. Только один из многочисленных примеров	205
Глава 6. Полимерные наноструктурированные материалы. Блок-сополимеризация.	206
6.1. Синтез полимеров контролируемой структуры	210
6.2. Микрофазное расслоение блок-сополимеров	213
6.3. Мицеллообразование в блок-сополимерах	219
6.4. Агрегатные и фазовые состояния полимеров	220
6.5. Термоэластопласты	221
6.6. Блок-сополимерная литография	223
6.7. Фотонные кристаллы.	225

6.8. Нанопористые полимерные материалы	226
6.9. Сополимеры с жесткими фрагментами	227
6.10. Полимерно-неорганические нанокompозиты	235
Глава 7. Полимерные макромолекулярные системы сложной топологии	243
7.1. Дендримеры	243
7.2. Полимерные щетки	252
IV. Структура и динамика сложных молекулярных систем	
Глава 8. Супермолекулы и супрамолекулярные ансамбли. Моно- и мультимолекулярные пленки, мембраны	262
8.1. Направления супрамолекулярной химии	263
8.2. Самосборка: понятия и определения	263
8.3. Типы межмолекулярных взаимодействий	264
8.4. Молекулярные рецепторы: самосборка как функция	271
8.5. Супрамолекулярные ансамбли	280
8.6. Супермолекулы в реакционных системах	319
8.7. Супермолекулы в трансмембранном транспорте веществ	332
Глава 9. Макроскопическое управление динамикой молекулярной системы: обработка информации химическими средами Белоусова–Жаботинского	355
9.1. Информационные потребности постиндустриального общества и парадигма фон Неймана	355
9.2. Вычислительная техника и задачи искусственного интеллекта	359
9.3. Биологически инспирированные средства обработки информации: нейронные сети и нейрокомпьютеры	361
9.4. Обработка информации в биологических нейронных сетях и полупроводниковыми цифровыми компьютерами	366
9.5. Распределенные реакционно-диффузионные системы	368
9.6. Химические реакционно-диффузионные среды типа Белоусова–Жаботинского	371
9.7. «Возникающие» информационные механизмы	377
9.8. Принципы обработки информации реакционно-диффузионными устройствами	378
9.9. Реакционно-диффузионный процессор: основные принципы	378
9.10. Обработка изображений средами типа Белоусова–Жаботинского	386
9.11. Реакционно-диффузионный процессор: определение кратчайшего пути в лабиринте	400
9.12. Системы взаимосвязанных реакционно-диффузионных реакторов: распознающие устройства	408
9.13. Полупроводниковые реакционно-диффузионные устройства — первые попытки	412
9.14. Биологические принципы обработки информации и их роль в развитии информационных технологий	416
V. Предвидимое будущее нанотехнологии	
Глава 10. Новая промышленная революция? Новые возможности и новые опасности	425
10.1. Что же, в сущности, представляет собой нанотехнология?	425
10.2. США — роль нанотехнологии в совершенствовании военной и гражданской продукции	428
10.3. Нанотехнологические исследования в европейских странах, Японии, Китае	431
10.4. Нанотехнология в России	433
Приложение. Развитие в России работ в области нанотехнологий. С.М. Алфимов, В.А. Быков, Е.П. Гребенников, С.И. Желудева, П.П. Мальцев, В.Ф. Петрунин, Ю.А. Чаплыгин	436
Список литературы	448