

УДК 57
ББК 28.081
Г 695

Рецензенты:

Г. А. Севастьянова – профессор кафедры органической и биологической химии биолого-химического факультета Московского педагогического государственного университета, доктор биологических наук;

И. Г. Горичев – профессор кафедры общей и аналитической химии биолого-химического факультета Московского педагогического государственного университета, доктор химических наук.

Горленко В. А., Кутузова Н. М., Пятунина С. К. Научные основы биотехнологии. Часть I. Нанотехнологии в биологии : Учебное пособие. – М.: Прометей, 2013. – 262 с.

Данное издание вводит читателя в удивительный мир нанотехнологий – многопрофильную и междисциплинарную область научных знаний и технологий, составляющую основную современную тенденцию в развитии науки и производства. Целью издания является ознакомление будущих учителей с существенными элементами нанотехнологий и, с учетом биологической направленности обучаемых, со спецификой нанобио- и бионанотехнологий, основанных на использовании живых организмов (фагов, вирусов) и биомолекул, их составляющих (белков, липидов, нуклеиновых кислот и т.п.), в качестве объектов нанотехнологических разработок, а также с проявлениями, открытиями и внедрениями нанобиотехнологических процессов в разнообразные отрасли науки и производства, медицины, фармакологии, мониторинга, безопасности, социальной сферы и т.п.

Издание предназначено в качестве учебного пособия в первую очередь для студентов биологических специальностей педагогических вузов (биологи с дополнительными специальностями: химия, экология, иностранный язык и другие). Но может вызвать интерес у широкого круга изучающих биологию и химию: учителей школ, учащихся школ с углубленным изучением биологии и химии, студентов нехимических вузов.

ISBN 978-5-7042-2445-7

© В. А. Горленко, Н. М. Кутузова, С. К. Пятунина, 2013

© Издательство «Прометей», 2013



СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений.....	6
Предисловие.....	8

I. Введение. Основные понятия нанотехнологии.

История становления и развития	11
1. Нанотехнологии – что это?	11
2. История возникновения и развития нанотехнологий	15
2.1. Проблемы развития нанотехнологий	24
2.1.1. Проблемы образования и выращивания	
квалифицированных кадров	24
2.1.2. Динамика нанотехнологий в Российской Федерации	25
2.1.3. Достижения в развитии нанотехнологий в РФ	28
2.2. Биобезопасность.....	30
3. Зачем нужны нанотехнологии.....	33
4. Принципиальные схемы получения наноматериалов	39
5. Инструментарий в нанотехнологиях: атомно-силовой	
и сканирующий туннельный микроскопы	41
5.1. Сканирующий туннельный микроскоп.....	43
5.2. Атомно-силовой микроскоп.....	46
6. Возникновение нанобио- и бионанотехнологий.....	54

II. Классификация нанообъектов.....50

7. Основные виды нанообъектов и перспективы	
их использования в нанотехнологиях	50
7.1. Кластеры	52
7.2. Фуллерены	54
7.3. Графен	58
7.4. Нанотрубки.....	61
7.4.1. Углеродные нанотрубки	61
7.4.2. Неуглеродные нанотрубки	64
7.5. Карбин	65
7.5.1. Предполагаемые области применения.....	68
7.5.2. Углерод с гранецентрированной кубической решеткой.....	70
7.6. Нанонити, или вискеры.....	71
7.7. Наноремешки	72
7.8. Дендримеры.....	74
7.9. Фракталы	75



7.10. Наноккомпозиты.....	79
7.11. Нанокристаллы	82
7.12. Наномембраны.....	83
7.13. Гибридные наноматериалы	85
7.14. Фотонные кристаллы	87

III. Зонная структура макрообъектов.

Квантовые точки.....91

8. Начала квантовой механики.....	91
8.1. Описание состояния электрона в атоме	91
8.2. Энергетические зоны.....	97
8.3. Экситон и экситонные переходы	100
8.4. Квантово-размерные эффекты	102
8.5. Квантовые точки.....	104
8.6. Полупроводниковые нанокристаллы – флуоресцирующие материалы нового поколения.....	105
8.7. Энергетические зоны гетероструктур.....	106
8.8. Получение квантовых точек.....	109
8.9. Модификации квантовых точек и конъюгация с биологически активными молекулами.....	112
8.10. Пути использования конъюгатов квантовых точек с биологически активными молекулами	115
8.10.1. Визуализация биологических объектов	115
8.10.2. Диагностика раковых заболеваний	117

IV. Супрамолекулярные системы..... 119

9. Супрамолекулярные системы как мост от неживой материи к живой.....	119
9.1. Супрамолекулярные структуры в природе.....	119
9.2. Самосборка. Амфифильные соединения	121
9.2.1. Липиды – природные амфифильные соединения.....	122
9.2.2. Жидкие кристаллы.....	124
9.2.3. Поверхностно-активные вещества и самосборка	128
9.3. Полимеры в нанотехнологиях.....	130
9.3.1. Самосборка полимеров	134
9.3.2. Блок-сополимеры	135
9.3.3. «Умные» полимеры	138
9.4. Супрамолекулярные матричные структуры.....	141



V. Нанобиотехнологии	147
10. Взаимопроникновение нанотехнологий и биологии.....	147
10.1. Биоматериалы.....	147
10.2. Белки, иерархическая структура.....	148
10.2.1. Первичная структура белков	149
10.2.2. Вторичная структура.....	155
10.2.3. Надвторичные структуры.....	159
10.2.4. Третичная структура	163
10.2.5. Четвертичная структура	165
10.2.6. Конформационная подвижность белков.....	168
10.2.7. Проблемы узнавания и реагирования	168
10.3. Иммуноглобулины. Молекулярное конструирование на основе иммуноглобулинов	175
10.3.1. Структура и функции иммуноглобулинов.....	175
10.3.2. Иммуноглобулины. Подходы к наноконструированию. Моноклональные антитела.....	179
10.3.3. Наноконструирование на основе иммуноглобулинов. Гуманизирование моноклональных антител	181
10.3.4. Наноконструирование на основе мини-антител. Создание молекулярного «лего».....	184
10.4. Белки – размножаемые «кирпичики».....	193
10.5. Каталитически активные белки – ферменты	196
10.5.1. Начальные представления о ферментативном катализе	197
10.5.2. Теории ферментативного катализа.....	202
10.5.3. Идентификация каталитических групп ферментов.....	207
10.5.4. Факторы, оказывающие влияние на ферментативные реакции.....	209
10.6. Перспективы использования белков-ферментов в био- и нанотехнологиях	214
10.6.1. Инженерная энзимология	214
10.6.2. Мицеллярная энзимология	220
10.6.3. Химические и генетические модификация ферментов с целью придания новых свойств	222
11. Биомиметика. «Молекулярные моторы».....	232
11.1. Аденозинтрифосфатсинтаза	235
11.2. Флагеллярный мотор бактерий.....	241
11.3. Миозин – молекулярная машина	243
Литература.....	257