

УДК: 66.0  
ББК

**Верещагина, Я.А.**

Инновационные технологии. Введение в нанотехнологии : учебное пособие / Я.А. Верещагина. – Казань : Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2009. – 115 с.

ISBN 978-5-7882-0778-0

Пособие соответствует авторскому курсу дисциплины «Современный инжиниринг химико-технологических процессов» направления подготовки инженеров по специальности 240802.65 «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика».

Рассмотрены основные направления развития нанотехнологий; методы получения и изучения наночастиц и наноматериалов, свойства наноструктур и возможности их применения в различных сферах.

Предназначено для студентов пятого курса факультета нефти и нефтехимии, изучающих дисциплину «Современный инжиниринг химико-технологических процессов» в рамках подготовки инженеров.

Подготовлено на кафедре общей химической технологии.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского государственного технологического университета

Рецензенты: проф. Соломонов Б.Н.  
проф. Захаров А.В.

© Верещагина Я.А., 2009.

© Казанский государственный технологический университет, 2009.

## Содержание

Введение	6
Глава 1. История возникновения и развития нанотехнологии	8
Глава 2. Наночастицы и нанокластеры	15
2.1. Металлические нанокластеры и их свойства	15
2.2. Кластеры атомов редких газов и молекулярные кластеры	17
2.3. Методы производства наночастиц	18
2.3.1. Лазерное испарение	20
2.3.2. Высокочастотный индукционный нагрев	20
2.3.3. Термолиз	22
2.3.4. Импульсный лазерный метод	22
2.3.5. Химические методы	23
Глава 3. Методы изучения наноструктур	24
3.1. Структура наноматериалов	25
3.1.1. Кристаллография	25
3.1.2. Определение размеров частиц	26
3.2. Микроскопические методы	27
3.2.1. Просвечивающая электронная микроскопия	28
3.2.2. Ионно-полевая микроскопия	29
3.2.3. Сканирующая микроскопия	29
3.3. Спектроскопические методы	32
Глава 4. Углеродные наноструктуры	33
4.1. Углеродные кластеры	33
4.2. Фуллерены	35
4.2.1. Открытие фуллеренов	35
4.2.2. Свойства фуллеренов	36
4.2.3. Неуглеродные фуллереноподобные кластеры	37
4.3. Углеродные нанотрубки	38
4.3.1. Строение нанотрубок	38
4.3.2. Методы получения нанотрубок	40
4.3.3. Свойства нанотрубок и их применение	42
4.4. Кристаллические неорганические нановолокна	46
Глава 5. Объемные наноструктурированные наноматериалы	48
5.1. Методы синтеза твердотельных структур	48

5.2. Механические свойства	50
5.3. Наноструктурированные многослойные материалы	50
5.3.1. Электрические свойства	51
5.3.2. Оптические свойства	52
5.4. Пористый кремний	53
5.5. Наноструктурированные кристаллы	53
5.6. Нанокристаллы для фотоники	54
Глава 6. Самосборка и самоорганизация	55
6.1. Процессы самосборки и самоорганизации	55
6.1.1. Образование полупроводниковых островков	57
6.1.2. Самособранные монослои	57
Глава 7. Катализ в нанонауке и нанотехнологии	60
7.1. Наноразмерные катализаторы	61
7.1.1. Пористые материалы	61
7.1.2. Металлические нанокатализаторы	62
7.1.3. Коллоиды металлических наночастиц	63
7.1.4. Катализаторы на основе нанотрубок	64
7.2. Поверхностные явления и катализ	65
7.2.1. Определение и развитие наук, изучающих поверхностные явления	65
7.2.2. Новая эра в изучении поверхностных явлений	68
Глава 8. Органические соединения и полимеры	69
8.1. Полимерные наноструктуры	69
8.1.1. Полимерные нанокристаллы	69
8.1.2. Проводящие полимеры	71
8.1.3. Блок-сополимеры	72
8.2. Супрамолекулярные структуры	73
8.2.1. Макроциклические соединения и их свойства	74
8.2.2. Дендритные молекулы	76
8.2.3. Супрамолекулярные дендримеры	78
Глава 9. Нанотехнологии в биологии и медицине	79
9.1. Биологические материалы	79
9.1.1. Полипептиды и белковые наночастицы	80
9.1.2. Нуклеиновые кислоты. Двойная наноцепь ДНК	80
9.1.3. Биологические наноструктуры	84
9.2. Нанофабрики	87

9.3. Вопросы безопасности нанотехнологий	89
9.3.1. Оценка потенциальных рисков	89
9.3.2. Воздействие наноматериалов на живые организмы	91
9.3.3. Проблемы лицензирования наноматериалов	93
Глава 10. Наномашины и наноприборы	94
10.1. Построение наноструктур методом «сверху-вниз»	94
10.2. Построение наноструктур методом «снизу-вверх»	97
10.3. Микроэлектромеханические системы	97
10.4. Наноэлектромеханические системы	99
10.5. Наноустройства	100
10.6. Молекулярные и супрамолекулярные переключатели	105
Заключение	108
Литература	114