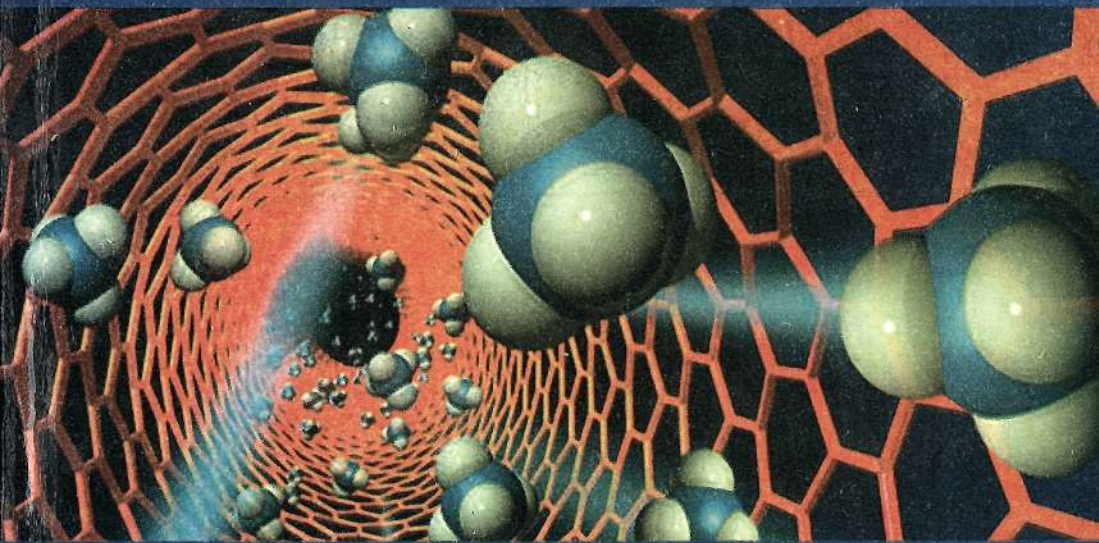


НЕГМАТОВ С.С., КАБУЛОВ Б.Д.,  
ШАРИПОВ Х.Т., АБЕД Н.С.

# НАНОТЕХНОЛОГИИ: ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ, НАНОМАТЕРИАЛОВ



ТАШКЕНТ

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ФАН ВА ТАРАККИЕТ»**

**НЕГМАТОВ С.С., КАБУЛОВ Б.Д.,  
ШАРИПОВ Х.Т., АБЕД Н.С.**

# **НАНОТЕХНОЛОГИИ: ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ, НАНОМАТЕРИАЛОВ**

*Министерством Высшего и среднего специального образования  
Республики Узбекистан рекомендовано как учебное пособие  
для студентов и учащихся всей системы образования*

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**ТАШКЕНТ – 2017**

**Нанотехнологии : получение и применение наночастиц, наноматериалов** : учебное пособие / С. С. Негматов [и др.]. — Ташкент : Fan va texnologiya, 2017. — 725 с. : ил. — Библиогр. : с. 715—720.

УДК 620.3(075.8)

ББК 3

Чит. зал №1 — 1 экз.

Данное учебное пособие является обобщением фундаментальных принципов и технологических подходов к синтезу, изготовлению и обработке наноструктур и наноматериалов. Она предоставляет читателям систематический, широкий обзор материала по нанотехнологии - бурно развивающемуся симбиозу фундаментальных научных исследований и технологии проектирования и изготовления наноструктур и наноматериалов и применению наноматериалов и наноструктур. Подробность подачи материала и сочетание изложения фундаментальных физическо-химических основ процессов с рассмотрением конкретных технологий и технических приложений делает книгу привлекательной как для специалистов, так и для новичков в данном предмете.

Книга написана как учебное пособие для студентов бакалавриатуры и магистратуры технических специальностей, химиков, физиков, биологов, медиков, специалистов, работающих в области нанотехнологии для ознакомления с основами нанотехнологии.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	8

### Раздел I. ВВЕДЕНИЕ В ПОНЯТИЕ НАНОМИРА

Глава 1.1. Понятие наномира.....	21
Глава 1.2. В чем особенности наномира.....	25
Глава 1.3. Терминология и характеристики.....	27
Глава 1.4. Некоторые проблемы нанотехнологий.....	45
Глава 1.5. Размерность «нано».....	48
Глава 1.6. Некоторые аспекты истории нанотехнологий и наноматериалов.....	53
Глава 1.7. Нанонаука и фундаментальные науки.....	58
Глава 1.8. Классификация наноструктур.....	72
Глава 1.9. Наношкала.....	75

### Раздел II. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОЧАСТИЦ И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Глава 2.1. Общая характеристика методов исследования нано- материалов.....	82
Глава 2.2. Микроскопические методы исследования наночастиц и наноматериалов.....	85
Глава 2.3. Микроскопические методы исследования вещества в нанокристаллическом состоянии.....	107
Глава 2.4. Спектроскопические методы.....	115

### Раздел III. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ И НАНОМАТЕРИАЛОВ

Глава 3.1. Проблемы при получении наночастиц и наноматери- алов.....	132
3.1.1. Подходы к получению наноматериалов.....	132
3.1.2. Образование и рост наночастиц.....	134
3.1.3. Поверхность наночастиц.....	153
3.1.4. Агломерация и созревание.....	160
3.1.5. Стабилизация наночастиц.....	166
3.2. Получение наночастиц в растворах – «мягкая химия».....	180
3.2.1. Синтез в микро- и нанореакторах.....	181
3.2.2. Метод обратных мицелл.....	183

3.2.3. Пористые материалы как микро- и нанореакторы.....	191
3.2.4. Синтез наночастиц и наноструктур в микрореакторах.....	216
3.2.5. Синтез наночастиц в растворах.....	220
3.2.6. Метод горячего впрыска – синтез в неводных средах.....	220
3.2.7. Осаждение в водных растворах. ....	227
3.2.8. Наноразмерные катализаторы.....	236
3.2.9. Наночастицы редких и благородных металлов в катализе.	238

## **Раздел IV. ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Глава 4.1. Золь-гель технология – нанотехнология.....	248
Глава 4.2. Термины и определения.....	250
Глава 4.3. Золи. Классификация, методы синтеза. Свойства.....	255
4.3.1. Золь-гель системы как объект коллоидной химии.....	255
4.3.2. Особенности получения химического и физического гелей.....	257
4.3.3. Полимерные золи: определения, примеры.....	263
4.3.4. Классификация золь-гель процессов и продуктов золь-гель синтеза.....	267
4.3.5. Пути формирования органо-неорганических материалов из золь-гелей.....	270
4.3.6. Темплатный синтез.....	273
4.3.7. Синтез наночастиц в микроэмульсиях.....	286
4.3.8. Изготовление монокристаллических образцов.....	293
4.3.9. Металлы полимерные гели и их применение для получения оксидных наноматериалов. ....	296
4.3.10. Золь-гель синтез неоксидных наночастиц и наноматериалов.....	306
4.3.11. Получение пленок золь-гель методом.....	311
Глава 4.4. Получение наночастиц металлов. ....	317
4.4.2. Электрохимические методы получения наночастиц и наноструктур.....	318
4.4.3. Методы получения металлических нанонитей.....	330
Глава 4.5. Золь-гель технологии, применяемые для получения различного вида продукции.....	338
4.5.1. Основные виды продукции, получаемые золь-гель методом.....	338
4.5.2. Получение стекловидных и гибридных органо-неорганических покрытий для микроэлектроники. ....	344
4.5.3. Получение гибридных органо-неорганических электроизоляционных покрытий. ....	365

4.5.4. Получение нанокompозитов для изготовления мембран водородных топливных элементов.....	373
4.5.5. Получение порошков с модифицированной поверхностью. ...	386
4.5.6. Золи, гели и ксерогели - фрактальные объекты.....	391

## **Раздел V. НЕКОТОРЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ**

Глава 5.1. Области применения фуллеренов и нанотрубок.....	404
Глава 5.2. Неорганические наноструктурированные материалы..	481
Глава 5.3. Металлические композиционные материалы.....	483
Глава 5.4. Наноструктурированная керамика. ....	492
Глава 5.5. Полимерно-неорганические нанокompозиты.....	495
Глава 5.6. Компьютеры и запоминающие устройства.....	502
Глава 5.7. Нанотехнологии и проблемы окружающей среды и энергетики.....	531
Глава 5.8. Военные нанотехнологии.....	539
Глава 5.9. Что ждет нанотехнологии. ....	546

## **Раздел VI. НАНОБИОТЕХНОЛОГИЯ И БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ**

Глава 6.1. Взаимосвязь классической биотехнологии с нанотехнологией.....	561
6.1.1. Современная биотехнология: от производственных процессов до новых методов лечения.....	562
6.1.2. Бионанотехнология: на стыке нанотехнологии и биотехнологии.....	567
6.1.3. Взаимопроникновение биологии и нанотехнологии.....	568
6.1.4. Сочетание бионанотехнологии и нанобиотехнологии.....	570
Глава 6.2. Применение достижений бионанотехнологии в медицине и в других областях.....	570
6.2.1. Совершенствование лекарств за счет нанокристаллов. ....	571
6.2.2. Наноконтейнеры для доставки лекарств.....	572
6.2.3. Применение нанопроводников для биологической детекции.....	574
6.2.4. Сельское хозяйство с приставкой «нано».....	577
6.2.5. Нанотехнологии и водные ресурсы.....	578
6.2.6. Нанокосметика.....	579
6.2.7. Использование солнечной энергии.....	579
6.2.8. Наномашины и нанороботы.....	586



## Раздел VII. РАЗВИТИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ

Глава 7.1. Основные направления исследований по разработке нанокomпозиционных материалов.....	593
Глава 7.2. Приоритетные научные направления развития нанотехнологий в Узбекистане.....	596
Глава 7.3. Ведущие ученые Узбекистана, которые внесли свой вклад в развитие и становление нанотехнологии.....	606
Глава 7.4. Получение наноструктурированных композиционных материалов.....	611
7.4.1. «Безводный» золь-гель процесс получения гибридных нанокomпозиционных материалов.....	613
7.4.2. Установление некоторых закономерностей формирования наноструктурированных частиц в эластомерных композиционных материалах.....	614
7.4.3. Исследование структуры наночастиц и нанокomпозитов с помощью электронной микроскопии и рентгенографии.....	615
7.4.4. Исследование физико-химических свойств разрабатываемых наноструктурированных антикоррозионных полимерных материалов.....	616
7.4.5. Физико-химические исследования синтезированных наноструктурированных частиц силикатных смесей.....	619
7.4.6. Исследование свойств наноструктурированных электрокерамических материалов.....	620
7.4.7. Исследование формирования нанометаллокомплексов в структуре натуральных волокон.....	621
7.4.8. Технология получения антифрикционных нанокomпозитов.....	623
7.4.9. Метод формирования нанопорошков в поле солнечного излучения.....	630
7.4.10. Синтез титан платинового нанокатализатора.....	633
Глава 7.5. Развитие золь-гель технологий в Узбекистане.....	641
7.5.1. Перспективы развития золь-гель технологий при получении гибридных функциональных полимер-кремнеземных нанокomпозиционных материалов.....	641
7.5.2. Пути разработки нового поколения гибридных функциональных нанокomпозитов с применением рационального дизайна в золь-гель синтезе.....	648
7.5.3. Возможности темплатного синтеза при получении гибридных функциональных полимеркремнеземных нанокomпозиционных материалов.....	655

7.5.4. Золь-гель синтез цирконийсодержащих нанокomпозиционных полимеркремнеземных гидролитически стабильных сорбентов.....	659
7.5.5. Золь-гель процесс получения полимеркремнеземных нанокomпозиционных пленок.....	663
7.5.6. Синтез и применение полимеркремнеземных нанокomпозиционных пленок для создания сенсоров.....	669
Глава 7.6. Наноструктуры и нанотехнологии в полимерах.....	678
7.6.1. Создание наноструктурных полимерных композиционных материалов.....	678
7.6.2. Наноструктуры в полимерах – особенности формирования, структура и свойства.....	680
7.6.3. Наноразмерная целлюлоза – получение, структура и свойства.....	683
7.6.4. Наночастицы целлюлозы и хитина.....	685
7.6.5. Наночастицы и наноструктуры на основе металлокомплексов хитозана.....	688
7.6.6. Получение и изучение свойств нанокomпозиционных пленок на основе наноцеллюлозы.....	691
7.6.7. Бактерицидные нанокomпозиции на основе Na-карбоксиметилцеллюлозы, содержащие стабилизированные наночастицы серебра.....	693
7.6.8. Оксиды металлов наноразмерной дисперсности как эффективные катализаторы полимеризации лактамов.....	696
Заключение. Новая промышленная революция? Новые возможности и новые опасности.....	703
Список дополнительных монографий по нанотехнологии на русском языке.....	714
Список дополнительных монографий по нанотехнологии на английском языке.....	716
Международные журналы по нанотехнологии.....	717
Список web-сайтов, содержащих информацию о нанотехнологии, нанобиотехнологии.....	718