

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

*Институт биохимической технологии и нанотехнологии (ИБХТН)*

Рекомендовано МССН

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

Введение в нанотехнологию

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности**

04.04.01 Химия

**Направленность программы (профиль)**

«Биохимические технологии и нанотехнологии»

Москва, 2021

## 1. Цели и задачи дисциплины:

Целью изучения дисциплины «Введение в нанотехнологию» является знакомство студентов с современными представлениями о нанотехнологиях и нанобъектах.

Также задачами освоения данного курса являются:

Изучение основных этапов развития нанотехнологии,

Изучение нанобъектов и их физико-химических свойств

Приобретение навыков работы на приборе Нанофоксе

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Введение в нанотехнологию» относится к вариативной части и является обязательной дисциплиной.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>			
1	<b>ОПК-1.</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	Физико-химические методы анализа; Биохимические технологии получения БАС; Основы фармацевтической технологии и нанотехнологии	Основы фитохимии и технологии фитопрепаратов
2	<b>ОПК-3.</b> Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.		

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	<b>ОПК-1.</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	<b>ОПК-1.1.</b> Использует существующие и разрабатывает новые методики получения веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук; <b>ОПК-1.2.</b> Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук;
2	<b>ОПК-3.</b> Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты	<b>ОПК-3.1.</b> Использует современные ИТ-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля;

для решения задач профессиональной деятельности.	<b>ОПК-3.2.</b> Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности
--	--

В результате изучения дисциплины студент должен:

- ✓ знать основные понятия и определения нанотехнологии и ознакомиться с примерами нанотехнологических процессов
- ✓ иметь представление о разновидностях наночастиц и их физико-химических свойствах;
- ✓ знать принципы устройства и работы прибора Нанофокс;
- ✓ уметь проводить измерения на приборе Нанофокс.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	1 курс			
		Семестры			
		1	2	3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	45			45	
Лекции	18			18	
Практические занятия (ПЗ)	18			18	
Лабораторные работы (ЛР)	9			9	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	63			63	
<b>Итоговая аттестация</b>	Диф.зачет				
Общая трудоемкость, час	108			108	
зач. ед.	3			3	

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1	Нанотехнологии. Место объектов наномира на общей шкале размеров.	Введение и терминология. Основные этапы развития нанотехнологии. Особенности поведения объектов наномира.
2	Пространственная размерность нанообъектов	Примеры наноматериалов и наноустройств. Примеры нанотехнологических процессов: нанопечатная литография, литографически индуцированная самосборка.
3	Наноконсолидированные материалы	Наноконсолидированные порошковые наноматериалы
4	Особые свойства углерода, обуславливающие формирование из него разнообразных наноструктур	Основные физико-химические свойства углерода, углеродная связь, гибридизация. Аллотропные формы углерода: графит, алмаз, карбин, графен, аморфный углерод, фуллерены, нанотрубки. Структура фуллеренов: геометрия, тип связей, формула Эйлера. Методы синтеза и очистки фуллеренов. Основные физико-химические свойства фуллеренов. Соединения на основе фуллеренов: фуллероиды, фуллериты, фуллериды, интеркаллированные и эндоэдральные структуры. Области применения фуллеренов.

5	Устройство и принцип действия прибора Nanorhox PSS	Изучение устройства и принципа действия прибора Nanorhox PSS. Приобретение навыков работы на приборе Nanorhox PSS. Получение и анализ лекарственных субстанций, содержащих наночастицы, с помощью прибора Nanorhox PSS
---	--	--

### 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1	Нанотехнологии. Место объектов наномира на общей шкале размеров.	3				2	5
2	Пространственная размерность нанообъектов	3			4	6	13
3	Наноконсолидированные материалы	5			6	6	17
4	Особые свойства углерода, обуславливающие формирование из него разнообразных наноструктур	7			8	13	28
5	Устройство и принцип действия прибора Nanorhox PSS			9		18	27
	Итоговая аттестация					18	18
		18		9	18	63	108

### 6. Лабораторный практикум (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	5	Изучение устройства и принципа действия прибора Nanorhox PSS. Приобретение навыков работы на приборе Nanorhox PSS	4
2.	5	Получение и анализ лекарственных субстанций, содержащих наночастицы, с помощью прибора Nanorhox PSS	5

### 7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	2	Пространственная размерность нанообъектов	4
2.	3	Наноконсолидированные материалы	6
3.	4	Особые свойства углерода, обуславливающие формирование из него разнообразных наноструктур	8

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

**Лекции, семинары:** Учебная аудитория 636:

Мультимедийный проектор Everycom

Ноутбук Lenovo Thinkpad L530 Intel Core i3-2370M\_2.4GHz/DDR3 4 GB, 1шт

20 посадочных мест слушателей  
Обеспечен выход в интернет.

### **Лабораторные работы:**

Лаборатория П-8:

Прибор для количественного определения наночастиц Nanophox PSS;  
Спектрофотометр Lambda 950. вкл.

Лаборатория П-13:

Роторный испаритель RV8 IKA Werke GmbH. RV 8;  
рН-метр лабораторный АНИОН-4100 «Евростандарт ТП», г. Санкт - Петербург;  
Плазменный комплекс Горыныч ГПЗ7-10. ООО «Аспромт» Россия;  
Ротационный вискозиметр Brookfield DV3TLV с поверкой (Страна происхождения США; Фирма «Brookfield Engineering Laboratories, Inc»);  
Ультразвуковой генератор И100-840;  
Прибор экологического контроля «Биотокс-10М»;  
Бидистиллятор стеклянный БС;  
Весы аналитические РА64С «ОНАУС».

Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.10, корп.2, учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий, лаб. П-36.

Комплект специализированной мебели; Аналитический просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM 2100

Система ионной резки образцов образцов для проведения анализа JEOL ION SLICER EM-09100 IS

### **9. Информационное обеспечение дисциплины**

а) программное обеспечение: • Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic Open No Level, Лицензия № 15988873, дата выдачи 15.01.2003 г.

• Microsoft Office 2007 Russian Academic Open No Level

Лицензия № 43178981, дата выдачи 12.12.2007 г.

(Windows 7, Microsoft Office 2007, Microsoft Security Essentials).

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: ФИПС, Scopus, Elsviver;

в) программное обеспечение для оборудования.

### **10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:**

а) основная литература

1. Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси; Пер. с японск. А.В.Хачояна; Под ред. Л.Н.Патрикеева. - 2-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 134 с. : ил. - (Нанотехнология). - ISBN 978-5-94774-841-3 : 150.00.

2. Жилкина В.Ю. Лабораторный практикум по работе с прибором «Анализатор размеров частиц NANOPHOX» : учебное пособие / В.Ю. Жилкина, А.И. Марахова, Я.М. Станишевский. – Москва : РУДН, 2016. – 65 с.: ил.

б) дополнительная литература

1. Плазменная нанотехнология - II [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Ю.В. Мартыненко, А.А. Сковорода. - М. : Изд-во РУДН, 2014. - 138 с. : ил. -

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) Основные термины и понятия нанотехнологии**

1. Дайте определение понятию “Нанотехнология”

Ответ: междисциплинарная область науки, в которой изучаются закономерности физико-химических процессов в пространственных областях нанометровых размеров с целью управления отдельными атомами, молекулами, молекулярными системами при создании новых молекул, наноструктур, наноустройств и материалов со специальными физическими, химическими и биологическими свойствами

2. Дайте определению понятию “Наноматериалы”

Ответ: это материалы, содержащие структурные элементы (кристаллиты, волокна, слои, поры), геометрические размеры которых хотя бы в одном направлении не превышают нанотехнологической границы – 100 нм (от 1 до 100 нм), обладающие качественно иными по сравнению с традиционными материалами физическими, химическими, механическими и биологическими свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками

3. Дайте определению понятию “Нанокристаллические материалы”

Ответ: материалы, у которых размер отдельных кристаллитов или фаз, составляющих структурную основу, не превышает 100 нм хотя бы в одном измерении

4. Дайте определению понятию “Объемные наноматериалы”

Ответ: наноматериалы, состоящие из большого числа наноразмерных элементов (кристаллитов), т.е. поликристаллические материалы с размером зерна 1...100 нм

5. Дайте определению понятию “Консолидированные наноматериалы”

Ответ: компактные наноматериалы, пленки и покрытия из металлов, сплавов и соединений, получаемые методами порошковой технологии, интенсивной пластической деформации, контролируемой кристаллизации из аморфного состояния и разнообразными приемами нанесения пленок и покрытий

6. Дайте определению понятию “Нанокластеры”

Ответ: низкоразмерные структуры, имеющие характеристические размеры менее 100 нм (1...100 нм), состоящие из десятков, сотен или тысяч атомов

7. Дайте определение понятию “наноструктурные покрытия”

Ответ: покрытия нанометровой толщины (нанослойные покрытия); покрытия с нанометровым размером кристаллитов (нанокристаллические покрытия)

8. Дайте определение понятию “Наноконпозиты”

Ответ: композиционные материалы с металлической, полимерной, керамической матрицей и наполнителем в виде наночастиц, нановолокон, нанослоев, а также композиционные материалы со сложным использованием наноконпонентов

9. Дайте определение понятию “Нанонаука”

Ответ: система знаний, основанная на описании, объяснении и прогнозировании свойств материальных объектов с нанометровыми характеристическими размерами или систем более высокого метрического уровня, упорядоченных или самоупорядоченных на основе наноразмерных элементов

10. Дайте определение понятию “Наносистема”

Ответ: материальный объект в виде упорядоченных или самоупорядоченных, связанных между собой элементов с нанометровыми размерами, кооперация которых обеспечивает возникновение у объекта качественно новых свойств, порождаемых проявлением наномасштабных факторов

11. Дайте определение понятию “Индустрия наносистем”

Ответ: интегрированный комплекс, включающий следующие элементы: оборудование, материалы, программные средства, систему знаний, технологическую, метрологическую, информационную, организационно-экономическую культуру и кадровый потенциал, обеспечивающие производство наукоемкой продукции, основанной на использовании новых нетрадиционных свойств материалов и систем при переходе к наномасштабам. Индустрия наносистем может быть отнесена к высокотехнологичным направлениям с высокой добавленной стоимостью, которые опираются в значительной степени на инвестиции в «человеческий капитал»

12. Дайте определение понятию “Наномеханика”

Ответ: наука о кинетике нанообъектов, в которой решаются задачи перемещения и транспортировки атомов и молекул; управления атомами, молекулами и их системами; создания новых молекул, наноструктур, наноустройств; бездефектных материалов и материалов с принципиально новым уровнем физико-механических, химических и биологических свойств

13. Дайте определение понятию “Нанотехника”

Ответ: машины, механизмы, приборы, устройства, материалы, созданные с

использованием новых свойств и функциональных возможностей систем при переходе к наномасштабам и обладающие ранее недостижимыми массогабаритными и энергетическими показателями, технико-экономическими параметрами и функциональными возможностями

14. Дайте определение понятию “Нанодиагностика”

Ответ: совокупность методов исследования структурных, физико-химических, механических, биологических и других характеристик наноматериалов и наносистем, измерение метрических параметров с наноточностью

15. Дайте определение понятию “Нанометрология”

Ответ: наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, и способах достижения требуемой точности в нанометровом диапазоне

16. Укажите на основные направления развития нанотехнологий и их функциональные особенности

Ответ:

Направления развития	Функциональные особенности
<p><i>Наноматериалы</i> «0»-мерные: атомные кластеры и частицы, фуллерены, нанопорошки, квантовые точки; «1»-мерные: нанотрубки, нановолокна, квантовые про-волоки; «2»-мерные: нанослойные покрытия, квантовые ямы; «3»-мерные: нанокристаллические покрытия, объем-ные материалы с размером зерна нанометрового диапазона, нанокомпозиты</p>	<p>- легкость, прочность, стойкость, эластичность, биосовместимость, селективность, память, энергоемкость</p>
<p><i>Нанотехнология</i> Атомно-молекулярная сборка и самосборка Атомно-молекулярное наслаивание Атомно-молекулярное модифицирование и удаление Атомно-молекулярная селекция Неравновесный синтез</p>	<p>- наноточность, нанолокализация, наноизбирательность, нанокатализ, самоформирование, самоорганизация</p>
<p><i>Нанодиагностика</i> Электронная микроскопия Сканирующая зондовая</p>	<p>- наноточность, наночувствительность, нанокolicество</p>



микроскопия	Спектроскопия	
Нейтроннография	Хроматография	
Нанотестирование		
<i>Наносистемотехника</i>		- наномасштабирование, квантовые
Кооперативность	Избирательность	размерные эффекты, синергетические
Полиморфизм	Распределенность	эффекты, «гигантские» эффекты,
Интеграция синтеза и функционирования		неравновесные процессы

17. Чем обусловлен интерес к нанотехнологии и к исследованию наноструктур

Ответ:

а) методы нанотехнологии позволяют получить принципиально новые устройства и материалы с характеристиками, значительно превышающими их современный уровень;

б) нанотехнология является весьма широкой междисциплинарной областью деятельности ученых, инженеров, предпринимателей;

в) решение проблем нанотехнологии, в том числе исследовательских, выявило множество пробелов как в фундаментальных, так и в технологических знаниях;

г) нанотехнологии «ломают» многие привычные представления и расширяют границы мировосприятия;

д) благодаря нанотехнологиям может быть осуществлен существенный прогресс во многих отраслях и областях деятельности

18. Какие наиболее важные открытия (для развития нанотехнологий) были сделаны во второй половине 20-го века?

Ответ: создание высокоразрешающей инструментальной техники (сканирующих зондовых микроскопов), открытие новых форм существования углерода, обладающих ярко выраженными «наносвойствами», обнаружение ряда «аномальных» свойств наноструктур и наноустройств, что послужило началом крупномасштабных исследований в области нанотехнологий.

19. Какие науки объединяет нанотехнологии?

Ответ: физика, химия, биология, механика, информатика

20. Какие методы применяются для диагностики наноматериалов:

Ответ: дифракция электронов, методы сканирующей зондовой микроскопии, рентгеновская спектроскопия и дифракция, электронная спектроскопия, оптическая и колебательная спектроскопия, мессбауэровская спектроскопия, методы радиоспектроскопии, нейтроннография

21. На каком принципе базируется метод электронный микроскопии и какие виды излучений являются наиболее информативными

Ответ: Принцип действия электронных микроскопов базируется на взаимодействии потока ускоренных заряженных частиц – электронов с веществом. Наиболее информативные виды излучений: рассеянное излучение электронов, излучение вторичных электронов, излучение отраженных электронов, характеристическое рентгеновское излучение

22. На каком принципе базируется метод ПЭМ и какие преимущества у него перед другими?

Ответ: основан на формировании увеличенного изображения объекта потоком электронов, прошедших сквозь объект. Основные преимущества: прямое мгновенное формирование изображения, высокое разрешение, широкий диапазон легко изменяемых увеличений, большая глубина резкости при высоком разрешении, возможность дифракционного исследования, возможность микрорентгеноспектрального (элементного) анализа, фазового анализа

23. Какими особенностями по сравнению с традиционными объектами с микроскопическими характеристическими размерами обладают вещества наносистем?

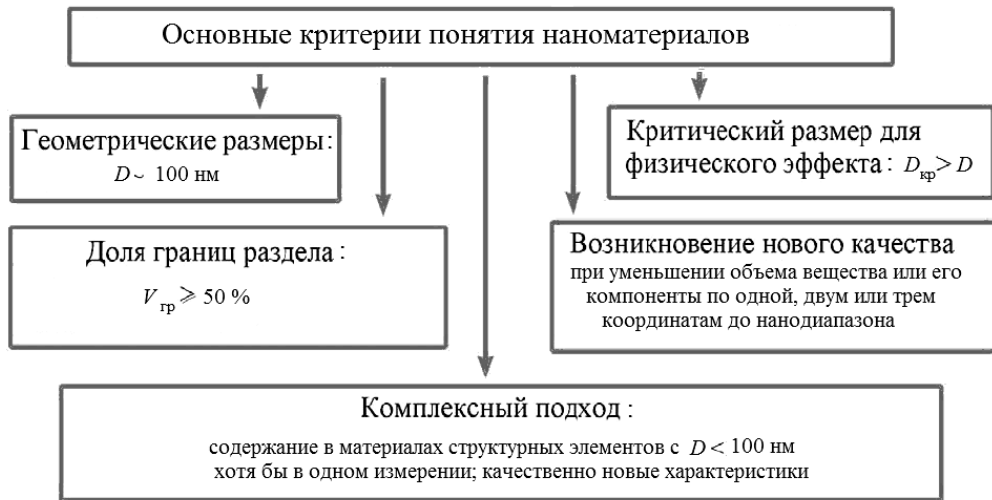
Ответ: нанометровый размер кристаллитов; дискретный характер атомно-молекулярной структуры; высокую долю поверхностных атомов; множество границ раздела; квантовые закономерности поведения; доминирование над процессами искусственного упорядочения явлений самоупорядочения и самоорганизации; увеличение быстродействия протекания разнообразных процессов в наносистеме; потенциальную многофункциональность; предпосылки к минимизации, снижению энергоемкости, материалоемкости изготовления изделий

24. Каковы основные причины проявления особенных свойств у наносистем?

Ответ: дополнение обычных физико-химических представлений, включающих понятия «состав-свойства», понятиями «размер», «самоорганизация»; особая роль размера частиц как активной термодинамической переменной; изменение соотношения вклада поверхности частиц и их объема в различные процессы при переходе к наносистемам; энергетическая, полевая и «вещественная» неравновесность поверхности, охватывающая значительные объемы наночастиц; усиление роли различных видов размерных эффектов из-за значительной площади границ раздела; проявление в условиях больших коллективов энергетически активных наночастиц нетрадиционных механизмов упорядочения, пластичности; энергетическая и пространственная доступность транспорта заряда, энергии, обусловленная малыми характеристическими размерами частиц и особым

характером их упорядочения

25. Каковы основные критерии, определяющие наноструктурное состояние?



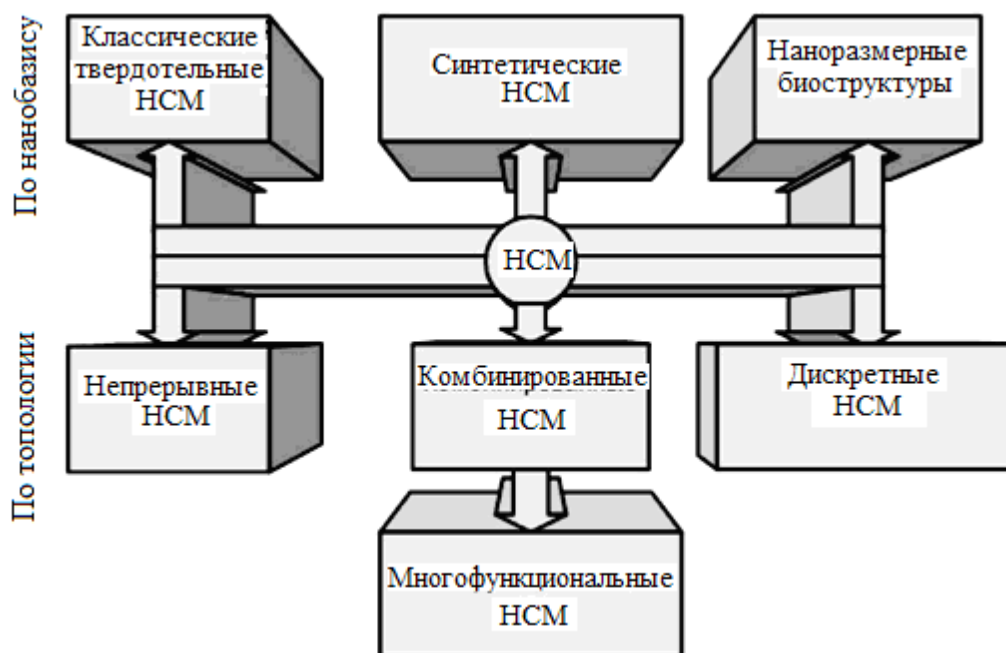
26. Опишите размерную зависимость некоторых характеристик физических свойств материалов

Свойства	Отклик материала на уменьшение размера
Термические	Понижение температуры фазовых переходов, в т.ч. температуры плавления
Кинетические	Аномально высокие значения коэффициентов диффузии
Тепловые	Повышение теплоемкости, понижение теплопроводности
Электрические	Более высокое удельное электросопротивление металлов, более высокая электропроводность керамики, возможность сверхпроводимости углеродных нанотрубок
Магнитные	Возрастание магнитной проницаемости, супермагнетизм

27. Как классифицируются наноматериалы по геометрическому принципу?

Характеристики объекта	Мерность материала с точки зрения наноскопических измерений	Мерность материала с точки зрения макроскопических измерений	Примеры материалов
Все три размера менее 100 нм	3-мерный	0-мерный	Атомные кластеры и частицы, фуллерены, нанопорошки, квантовые точки
Два размера менее 100 нм	2-мерный	1-мерный	Нанотрубки, нановолокна, квантовые проволоки
Один размер менее 100 нм	1-мерный	2-мерный	Нанослойные покрытия, квантовые ямы
Все три размера более 100 нм	0-мерный	3-мерный	Нанокристаллические покрытия, объемные материалы с размером зерна нанометрового диапазона, нанокомпозиты

28. Как классифицируются наноматериалы в соответствии с происхождением и топлогией



29. Какие основные аномалии среди химических свойств есть у наноматериалов?

Ответ: высокая химическая активность наночастиц и возможность протекания химических реакций, неосуществимых в материалах с «обычной» структурой, с образованием новых веществ с новыми свойствами; отличная от крупнокристаллических аналогов растворимость, каталитическая и биокаталитическая способность; увеличение адсорбционных и капиллярных свойств; повышенная стойкость к окислению

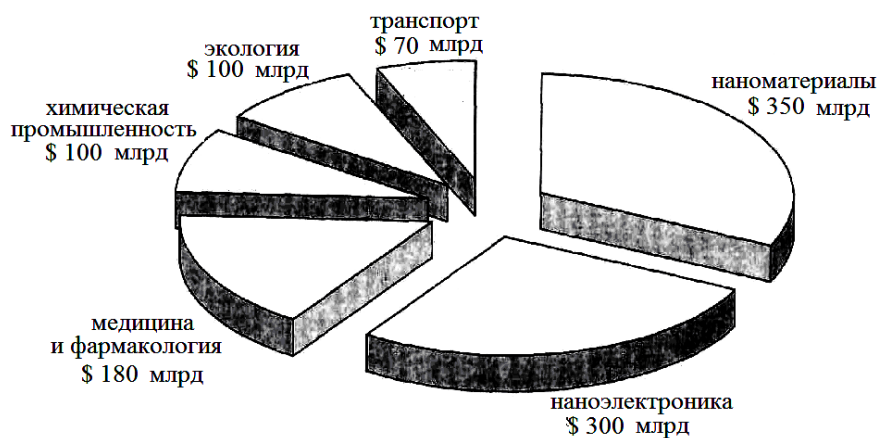
30. Какие особенности структурного состояния наноматериалов определяют их аномальные свойства?

Ответ: существенный вклад поверхности, увеличение общей доли границ раздела (межзеренного вещества) и специфика их строения (наличие высокой плотности дефектов); коллективное поведение и взаимодействие между отдельными зернами; соизмеримость размера наночастиц с «характерными размерами» различных физических процессов и проявление квантовых эффектов.

31. Какая группа наноматериалов наиболее востребована на мировом рынке

Ответ: нанопорошки

32. Перечислите основные секторы рынка продукции нанотехнологий



33. Какова особая роль и практическая значимость нанотехнологий?

Ответ: потенциальной возможностью выработки новых концептуальных изменений в практически всех областях человеческой деятельности – в промышленности, сферах здравоохранения и медицины, в области информационных технологий, в охране окружающей среды и национальной безопасности, в образовании

34. Какая наиболее важная область применения нанотехнологий и наноматериалов?

Ответ: создание принципиально нового класса конструкционных материалов – с предельно высокой прочностью, существенно превышающей прочность традиционных конструкционных материалов, сочетающих высокую прочность и пластичность, обладающих высокой удельной прочностью, способных изменять свою структуру и свойства в зависимости от внешних воздействий

35. Какие особые свойства наноматериалов позволят создать новый класс инструментальных материалов – свободные абразивы?

Ответ: высокие значения механических свойств, износостойкости, термостойкости наноматериалов

36. В чем преимущества наноструктурной керамики по сравнению с традиционной?

Ответ: повышенная пластичность, технологичность, может быть применена как перспективный конструкционный материал в авиастроении, машиностроении, медицине, бытовой технике и т.д., а также как инструментальный материал с высоким уровнем механических и эксплуатационных свойств

37. Какое применение может быть у нанопористых материалов?

Ответ: в качестве фильтров, сепараторов и контейнеров для хранения газообразных продуктов, топлива, лекарственных препаратов; молекулярных сит для изотопного разделения элементов; в пищевой и фармацевтической промышленности

38. Какие тенденции позволяют внедрять нанотехнологии в производство

электромеханических систем?

Ответ: миниатюризация, уменьшение энергопотребления и увеличение числа функций

39. В каких областях применение нанотехнологий достигло значительных успехов?

Ответ: биотехнология и медицина

40. Каковы перспективы применения нанотехнологий в энергетике?

Ответ: синтез новых материалов для создания устройств, предназначенных для транспортировки и хранения энергии; разработка новых источников энергии, топливных элементов, в том числе для атомных электростанций; создание «умных» глобальных энергосетей, повышение эффективности преобразователей солнечной энергии.

## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Работа в семестре

Максимальное число баллов, набранных в семестре – 100

Вид задания	Число заданий	Кол-во баллов	Сумма баллов
Выполнение лабораторных работ	5	10	50
Доклад с презентацией	1	20	20
Работа на семинарах (посещение)	10	1	10
СУРС	1	20	20
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>

Соответствие систем оценок (используемых ранее оценок итоговой академической успеваемости, оценок ECTS и балльно-рейтинговой системы (БРС) оценок текущей успеваемости):

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки ECTS
86 - 100	5	95 - 100	5+	A
		86 - 94	5	B
69 - 85	4	69 - 85	4	C
51 - 68	3	61 - 68	3+	D
		51 - 60	3	E
0 - 50	2	31 - 50	2+	FX
		0 - 30	2	F

График проведения экзамена формируется в соответствии с календарным планом

Контроль знаний и компетенций студента обеспечивается посещением лекций и семинаров, обсуждением тем лекций и вопросов для самостоятельной работы студента на семинарских занятиях, написанием реферата по теме, сдачей зачета по перечню вопросов.

График проведения письменных контрольных работ формируется в соответствии с календарным планом курса.

Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.

Разрешается однократно переписать контрольную работу, если по ней получено менее половины планируемых баллов, при этом аннулируются ранее полученные по этой контрольной работе баллы. Срок переписывания устанавливает преподаватель. Итоговая контрольная работа не переписывается.

Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных занятий) во время выполнения письменной контрольной работы возможно только с разрешения преподавателя.

Время, которое отводится студенту на выполнение письменной работы (контрольной тестовой работы), устанавливается преподавателем. По завершении отведённого времени студент должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.

Отсрочка в переписывании контрольных работ и сдачи домашнего задания считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки. В этом случае выполнение контрольных работ осуществляется в сроки, указанные преподавателем.

Студент допускается к итоговой контрольной работе с любым количеством



баллов, набранном в семестре, но при условии, что у студента имеется теоретическая возможность получить не менее 31 балла.

Если в итоге за семестр студент получил менее 31 балла, то ему выставляется оценка F и студент должен повторить эту дисциплину в установленном порядке. Если же в итоге студент получил не менее 31 балла, т. е. FX, то студенту разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов. Добор баллов осуществляется путем повторного однократного выполнения предусмотренных контрольных мероприятий, при этом аннулируются соответствующие предыдущие результаты. Ликвидация задолженностей проводится по согласованию с деканатом.

Экзамен содержит 3 вопроса. На подготовку к ответу отводится 1 час, после чего может производиться устный опрос студента.

**Разработчики:**

Ассистент ИБХТН      Жилкина В.Ю.

**Руководитель программы/  
Директор ИБХТН**



**Я.М. Станишевский**

**ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»  
Институт биохимической технологии и нанотехнологии (ИБХТН)**

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Введение в нанотехнологию**

(наименование дисциплины)

**04.04.01 Химия**

(код и наименование направления подготовки)

**«Биохимические технологии и нанотехнологии»**

(наименование профиля подготовки)

**Магистр**

Квалификация (степень) выпускника

## Вопросы для допуска и защиты лабораторных работ

### Вопросы для допуска и защиты лабораторных работ «Анализатор размеров частиц NANOPHOX»

#### *Лабораторная работа №1-2.*

1. Что такое спектроскопия кросс-корреляции фотонов (PCCS)?
2. Принцип работы PCCS.
3. Схема устройства прибора NANOPHOX.
4. В каком диапазоне прибор осуществляет измерение размера частиц?
5. При какой длине волны осуществляется измерение?
6. Что является источником лазерного луча?
7. Требуется ли пробоподготовка образца (разбавление)?
8. Что необходимо сделать для приведения прибора в эксплуатацию?
9. Извлечение держателя кювет.
10. Заполнение ванны термостата.
11. Какие кюветы используют для водных растворов, а какие для органических растворителей?
12. Расположение кюветы в приборе?
13. Как определить откалиброван ли прибор?
14. Какое программное обеспечение контролирует измерения на приборе?
15. Для анализа каких систем применяется прибор?
16. Какие устанавливаются параметры измерения в программе?
17. Структура отчетов WINDOX 5 при выводе информации о результатах измерения.
18. Какую информацию содержит окно программы NANOPHOX Sensor Control?
19. Как вызвать базу данных измерений?
20. Запуск окна Signal test.
21. Как установить параметры измерений?
22. Какую информацию можно получить из окна Signal test?
23. Что дает нам возможность говорить о воспроизводимости результатов?

#### *Лабораторная работа №3-4.*

1. Значения каких параметров необходимо знать для установления размера частиц методом динамического светорассеяния?
2. Какие параметры при расчетах учитывает метод динамического светорассеяния?
3. Что представляет собой уравнения Стокса-Эйнштейна?
4. Какие режимы оценки измерений устанавливает прибор?
5. Как осуществить автоматическую настройку наилучшего положения кюветы?
6. В чем различие при использовании методов NNLS и 2<sup>ND</sup> Kumulant?
7. Как устранить влияние крупной фракции на конечный результат измерения?

8. Что может служить причиной низкой скорости счета кросс-корреляции фотонов?
9. Что такое корреляционная функция, от чего она зависит?

***Лабораторная работа №5.***

1. Что представляет собой суспензия как система?
2. Что представляет собой эмульсия как система?
3. Какие виды деградации системы свойственны суспензиям?
4. Что такое корреляционная функция, от чего она зависит?
5. Зависимость экспоненциальной временной корреляционной функции рассеянного света от коэффициент диффузии?
6. Как можно измерить стабильность исследуемой суспензии или эмульсии?
7. Как выглядят кривые если: а. образец стабилен, б. частицы агрегируют, с. частицы седиментируют?
8. О чем свидетельствует увеличение времени затухания корреляционной функции рассеянного света?
9. Каким образом можно повысить седиментационную устойчивость суспензии?

## Темы для доклада

1. Нанокompозиты, наноплѐнки, консолидированные порошковые наноматериалы.
2. Нанопечатная литография, литографически индуцированная самосборка.
3. Основные физико-химические свойства углерода, углеродная связь, гибридизация.
4. Аллотропные формы углерода: графит, алмаз, карбин, графен.
5. Аллотропные формы углерода: аморфный углерод, фуллерены, нанотрубки.
6. Однослойные и двухслойные нанотрубки.
7. Структура фуллеренов: геометрия, тип связей, формула Эйлера.
8. Методы синтеза и очистки фуллеренов. Основные физико-химические свойства фуллеренов.
9. Соединения на основе фуллеренов: фуллероиды, фуллериты, фуллериды, интеркаллированные и эндоэдральные структуры.
10. Области применения фуллеренов.
11. Квантовые точки.
12. Наночастицы металлов.
13. Дендримеры.

### Критерии оценки докладов:

Раскрытие темы	5б
Уровень и качество презентация	5б
Выступление и ответы на вопросы	5б
Тест к докладу	5б
Итого максимально за доклад	20б

**ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»  
Институт биохимической технологии и нанотехнологии (ИБХТН)**

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ  
РАБОТА СТУДЕНТА  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Введение в нанотехнологию**  
(наименование дисциплины)

**04.04.01 Химия**  
(код и наименование направления подготовки)

**«Биохимические технологии и нанотехнологии»**  
(наименование профиля подготовки)

**Магистр**  
Квалификация (степень) выпускника

Дайте определение:

Что такое «нано»? -

---

---

---

---

---

Нанотехнология-

---

---

---

---

---

2. В каком году термин нанотехнология (nanotechnology) был впервые предложен профессором Университета Токио Norio Taniguchi для обозначения процессов управления свойствами материалов на нанометровом масштабе?

- А) 1954;
- Б) 1974;
- В) 1981;
- Г) 1975.

### Краткая история нанотехнологий

Отцом нанотехнологии можно считать греческого философа Демокрита. Примерно в 400 г. до н.э. он впервые использовал слово «атом», что в переводе с греческого означает «неделимый».

**1905** **год**

---

---

---

(Альберт Эйнштейн)

**1931** **год**

---

---

---

(Макс Кнолл и Эрнст Руска)

**1959 год**

---

---

---

---

(Ричард Фейнман)

**1968 год**

---

---

---

---

---

---

(Альфред Чо и Джон Артур)

**1974 год**

---

---

---

---

---

---

(Норио Танигучи)

**1981 год**

---

---

---

---

---

---

(Герд Бинниг и Генрих Рорер)

**1985**

**год**

---

---

---

---

---

---

(Роберт Керл, Хэрольд Крото и Ричард Смэйли)

**1998 год**

---

---

---

---

---

---

(Сез Деккер)

**1999 год**

---

---

---

---

---

---

(Джеймс Тур и Марк Рид).



## Даты важнейших открытий

Наиболее выдающиеся достижения в области нанотехнологий отмечены Нобелевскими премиями.

По физике:

1985

---

---

\_\_\_\_\_;

1986

---

---

\_\_\_\_\_;

1998

---

---

\_\_\_\_\_;

2000

---

---

\_\_\_\_\_;

2010

---

---

\_\_\_\_\_;

По химии:

1996

---

---

\_\_\_\_\_;

1998

---

---

\_\_\_\_\_;

2000

---

---

\_\_\_\_\_;

2008

---

---

\_\_\_\_\_.

## Наблюдение нанообъектов

СТМ -

---

---

---

---

---

---

АСМ -

---

---

---

---

---

---

ПЭМ –

---

---

---

---

---

---

### **Основные методы получения наноструктур**

Все методы получения наноструктур можно разделить на две большие группы:

- **диспергационные методы**, или методы получения наночастиц путем измельчения вещества;
- **конденсационные методы**, или методы «выращивания» наночастиц из отдельных атомов.

### **Принципы (типы) нанотехнологий**

1. Нанотехнологии типа «снизу–вверх» (англ. «bottom–up»)
2. Нанотехнологии типа «сверху–вниз» (англ. «top–down»)

Опишите            суть            принципа            «снизу–вверх»            -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Какие методы относятся к технологиям данного типа:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Опишите суть принципа «сверху–вниз» -

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Какие методы относятся к технологиям данного типа:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Химические методы получения наноструктур**

Одним из методов получения наночастиц является осаждение их из газовой фазы. С этой целью твёрдое вещество нагревают. При этом оно испаряется, переходя в газообразное состояние. Это газообразное вещество при охлаждении осаждают на одной из поверхностей. При



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **Квантовые точки**

Квантовые точки -это

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **Виды углеродных наноматериалов**

**Графен**

Что такое графен?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Как получают графен?

---

---



\_\_\_\_\_.

Какие методы используют для получения углеродных нанотрубок?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

Какими электронными свойствами обладают одностенные и многостенные углеродные нанотрубки?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.

### **Фуллерены.**

Что такое фуллерены?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





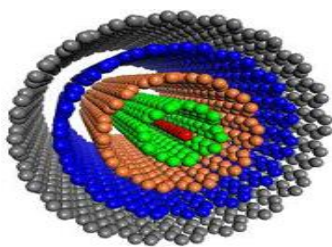
## Наноматериалы и перспективы их применения

### Углеродные нанотрубки.

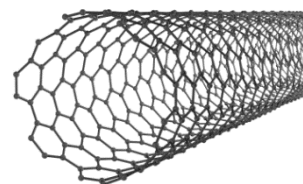
Многие перспективные направления в нанотехнологиях связывают с углеродными нанотрубками.

Углеродные нанотрубки — это гигантские молекулы, состоящие только из атомов углерода. Нанотрубки образуются на поверхности угольных электродов при дуговом разряде, в результате испарения атомов углерода с поверхности электродов и последующей конденсацией. Происходит так называемая самосборка углеродных нанотрубок из атомов углерода. Диаметр однослойных нанотрубок около 1 нм, а их длина может быть в миллионы раз больше. Свёрнутый в трубочку листок гораздо труднее согнуть и разорвать, чем обычный лист. Поэтому углеродные нанотрубки такие прочные. Нить, сделанная из углеродных нанотрубок, толщиной всего в человеческий волос способна удерживать груз в сотни килограмм. Протяженные цилиндрические структуры диаметром от одного до нескольких десятков нанометров и длиной до нескольких сантиметров состоят из одной или нескольких свернутых в трубку гексагональных графитовых плоскостей (графенов) и заканчиваются обычно полусферической головкой.

Углеродные нанотрубки разнообразны по строению. Они могут быть одностенными или многостенными (однослойными или многослойными), прямыми или спиральными, длинными или короткими, и т.д. Различают также проводниковые и полупроводниковые нанотрубки. Модели углеродных нанотрубок одностенная (слева), многостенная (справа) Нанотрубки необыкновенно прочны на растяжение и на изгиб. Под действием больших механических напряжений нанотрубки не рвутся, не ломаются, а просто перестраивается их структура.



А)



Б)

Модели углеродных нанотрубок А) многослойная Б) однослойная

Чем объясняется прочность нанотрубок?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Как вы думаете, в чём состоит причина уникальных свойств наноматериалов?

---

---

---

---

---

---

---

---