

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лазаренко Виктор Анатольевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.03.2023 13:50:06
Уникальный программный ключ:
45c319b8a032ab3637134215abd1c475334767f4

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Курский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России)**

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры биологической и
химической технологии

протокол № 11 от «28» мая 2018г.
заведующий кафедрой биологической и
химической технологии

профессор  Лазурина Л.П.

УТВЕРЖДЕНО

на заседании методического совета
фармацевтического и биотехнологического
факультетов

протокол № 5 от «29» июня 2018 г.
председатель методического совета
фармацевтического и биотехнологического
факультетов

доцент  Дроздова И.Л.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по применению наноразмерных материалов в биотехнологии

Факультет биотехнологический

Направление подготовки 19.03.01 биотехнология

Направленность биотехнология биологически активных веществ

Курс – 3 Семестр - 6

Трудоемкость (з.е.) - 3

Количество часов: всего - 108

Форма промежуточной аттестации - зачет

Разработчики рабочей программы: зав. каф. биологической и химической технологии,
д.б.н., профессор Лазурина Л.П., доцент кафедры, к.т.н., Джанчатова Н.В.

Курск – 2018

Рабочая программа дисциплины Применение наноразмерных материалов в биотехнологии разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология

1. Цель и задачи дисциплины

Основная цель преподавания дисциплины - приобретение студентами знаний и формирование профессиональных компетенций в строения, свойств, методов получения, анализа, применения наноматериалов и функциональных материалов в химической технологии.

Задачи дисциплины:

- изучение студентами и приобретение знаний о фундаментальных основах процессов синтеза, анализа и функционирования наноматериалов; об основных свойствах наноматериалов: механических, физических и физико-химических; о влиянии размерных эффектов строения на эти свойства.
- формирование у студентов умений анализировать результаты металлографических и физико-химических исследований и использовать полученные знания для объяснения характера возникающих в материале изменений;
- формирование навыков аналитической работы с информацией (учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками), с информационными технологиями.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина применение наноразмерных материалов в биотехнологии относится к вариативной части образовательной программы (дисциплина по выбору).

Процесс изучения дисциплины обеспечивает достижение планируемых результатов освоения образовательной программы и направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция		Логическая связь с дисциплинами учебного плана
код	формулировка	
ПК-1	Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Прикладная механика; Основы биотехнологии; Основы синтеза биологически активных веществ; Технология биологически активных веществ; Биотехнологические производства; Электротехника и промышленная электроника; Приемы получения особо

		<p>чистых субстанций; Тепловые процессы в биотехнологии; Технология выделения и очистки биологически активных веществ; Метрология, стандартизация и сертификация биотехнологической продукции; Управление качеством биотехнологической продукции; Биотехнологические подходы к производству витаминов; Технология биологически активных добавок</p>
--	--	---

Содержание компетенций (этапов формирования компетенций)

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этапы формирования и индикаторы достижения компетенции		
		Знает	Умеет	Владеет (имеет практический опыт)
1	2	3	4	5
ПК-1	Способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	- основные понятия технологического регламента - технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	- применять на практике технологические процессы в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья	- методами проведения стандартных испытаний по определению физико-химических свойств сырья и продукции, а также основными методами разработки технологического регламента

3. Разделы (темы) дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении:

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Код компетенций
Нanomатериалы и наноструктуры	Объекты и методы нанобиотехнологии. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии. Нanomатериалы и их классификация. Неорганические и органические функциональные наноматериалы. Гибридные наноматериалы. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы. Молекулярные сита. Нанокomпозиты и их синергетические свойства. Композитные наноматериалы. Молекулярные наноструктуры – характеристика и классификация. Особенности органических молекул как наноструктур. Супермолекулы. Биомолекулы как наноструктуры: нуклеиновые кислоты, белки. Ферменты и биосенсоры. Биомолекулярные комплексы: тубулярные бионаноструктуры, слоистые бионаноструктуры, гибридные бионаноструктуры, их сборка и самосборка. Мицеллы и липосомы	ПК-1
Методы получения наноматериалов	Основные принципы формирования наносистем. Процессы получения нанообъектов сверху вниз. Механоактивация и механосинтез. Процессы получения нанообъектов снизу вверх. Приемы получения и стабилизации наночастиц.	ПК-1
Детекция наночастиц	Разрушающие и неразрушающие подходы к анализу содержания наночастиц в объектах. Методы обнаружения и выяснения локализации наночастиц в образцах: методы	ПК-1

	<p>темнопольной оптической, конфокальной лазерной сканирующей и многофотонной микроскопии; интерференционный контраст; дифференциальные интерференционные микроскопы; поляризационная микроскопия; флуоресцентная (люминесцентная) микроскопия; методы зондовой микроскопии; методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии; хроматографические методы.</p> <p>Сравнение аналитических характеристик и эффективности различных методов, применяемых для детекции наночастиц в биообъектах.</p>	
<p>Применение наноматериалов</p>	<p>Сенсоры и биосенсоры. Трансдюсеры. Мультисенсорные системы. Основные аналитические характеристики сенсоров. Нанороботы. Био-нанороботы. Основные принципы создания бионанороботизированных систем. Управление нанороботами. Молекулярные машины. Наноразмерные исполнительные механизмы. АТФ-синтаза. Кинезин, миозин, жгутиковый молекулярный двигатель. Неорганические (химические) молекулярные двигатели. Самосборка нанороботов. «Дорожная карта» развития био-нанороботов. Устройства адресной доставки лекарств</p>	ПК-1

4. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах) и матрица компетенций

Наименование раздела дисциплины	Контактная работа			Внеаудиторная (самостоятельная) работа	Итого часов	Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения		Формы текущего и рубежного контроля успеваемости
	Всего	Из них				Традиционные	Интерактивные	
		Лекции	Практические занятия					
Наноматериалы и наноструктуры	18	6	12	18	36	ЛТ УФ СИ ЛР ПЗ АУН		С ЛР РГ Т
Методы получения наноматериалов	14	4	10	14	28	ЛТ СИ ЛР ПЗ АУН УИРС		С ЛР РГ Т
Детекция наночастиц	10	4	6	10	20	ЛТ СИ ЛР ПЗ АУН УИРС		С ЛР Т
Применение наноматериалов	10	4	6	12	22	ЛТ УФ СИ ЛР ПЗ УИРС НИРС		С ЛР Т
Зачет	2	-	2	-	2			Т, Пр., С
ИТОГО:	54	18	36	54	108			

4.1 Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения

ЛТ	традиционная лекция	АУН	анализ и расшифровка учебных наборов (альбомов)
ЛР	лабораторная работа	УФ	учебный видеофильм
ПЗ	практическое занятие	СИ	самостоятельное изучение тем, отраженных в программе, но не рассмотренных в аудиторных занятиях
УИРС	учебно-исследовательская работа студента (составление информационного обзора литературы по предложенной тематике, подготовка реферата, подготовка эссе, доклада, написание курсовой работы, подготовка учебных схем, таблиц)	НИРС	научно-исследовательская работа студентов

4.2 Формы текущего и рубежного контроля успеваемости

ЛР	защита лабораторных работ	С	оценка по результатам собеседования (устный опрос)
Т	тестирование	РГ	оценка расчетно-графических работ
Пр	оценка освоения практических навыков (умений, владений)		

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Материаловедение : учеб. для студентов учреждений вузов, обучающихся по направлениям подготовки дипломиров. специалистов 190401, 190109 по дисциплине - "Материаловедение", 190300, 140100, 200100 - по дисциплине "Материаловедение и технология конструкцион. материалов", часть "Материаловедение", 190600 - по дисциплине "Материаловедение и новые конструкцион. материалы" / А. А. Воробьев [и др.]. - М. : АРГАМАК-МЕДИА ; М. : Инфра-М, 2014. - 304 с. : ил.
2. Гарифуллин Ф.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Ф.А. Гарифуллин, Р.Ш. Аюпов, В.В. Жилияков. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 248 с. — 978-5-7882-1441-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60379.html>

Дополнительная литература

1. Материаловедение : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по специальностям направления подготовки "Металлургия, машиностроение и материалопереработка" / Г. И. Сильман. - М. : Академия, 2008. - 335 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование)
2. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / под ред. В. С. Чередниченко. - 6-е изд., стер. - М. : Омега-Л, 2010. - 751 с. : ил. - (Высшее техническое образование).
3. Науменко В.С. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Науменко, Т.В. Тришина, В.Г. Козлов. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2017. — 308 с. — 978-5-7267-0958-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72768.html>
4. Сборник задач по курсу «Технология конструкционных материалов» [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Ф. Абакумов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 177 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31551.html>
5. Материаловедение. Сплавы Fe–C [Электронный ресурс] : сборник задач / Р.И. Малинина [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 68 с. — 978-5-87623-678-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56259.html>

Периодические издания (журналы)

1. Химико-фармацевтический журнал

Электронное информационное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <https://elibrary.ru/>
2. Консультант плюс https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus
3. База данных международного индекса научного цитирования «WEB OF SCIENCE» <http://www.webofscience.com/>
4. Полнотекстовой базе данных «Medline Complete» <http://search.ebscohost.com/>
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №209	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель (учебная мебель, доска, трибуна лекторская); технические средства обучения и демонстрационное оборудование (проектор, ноутбук, экран); учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.	1. Программа для создания тестов — Adit Testdesk, договор № 444 от 22.06.2010 2. Программа для организации дистанционного обучения — ISpring Suite 7.1, договор № 652 от 21.09.2015 3. Пакет офисного ПО – Microsoft Win Office Pro Plus 2010 RUS OLP NL, договор № 548 от 16.08.2010 4. Операционная система — Microsoft Win Pro 7, договор № 904 от 24.12.2010 5. Антивирус – Kaspersky Endpoint Security, договор № 832 от 15.10.2018
2.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №211 (лаборатория)	Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием: специализированная мебель (учебная мебель, стол для весов, стол химический, доска аудиторная ДУ-5-2, стол лабораторный, винтовой стул, табурет лабораторный); специализированное оборудование (вытяжной шкаф, весы равноплечные, весы ВЛР-200, плитка электрическая, штатив лабораторный, термостат, баня песочная, КФК, магнитная мешалка МТ-2, центрифуга с пультом, водяная баня, сушильный шкаф, спектрофотометр СФ-26, аптечка, муфельная печь СНОЛ-3.5).	-
3.	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №222 (лаборатория)	Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием: специализированная мебель (учебная мебель, доска ученическая, стол компьютерный); технические средства обучения (компьютеры).	1. Программа для создания тестов — Adit Testdesk, договор № 444 от 22.06.2010 2. Программа для организации дистанционного обучения — ISpring Suite 7.1, договор № 652 от 21.09.2015 3. Пакет офисного ПО – Microsoft Win Office Pro Plus 2010 RUS OLP NL, договор № 548 от 16.08.2010 4. Операционная система — Microsoft Win Pro 7, договор № 904 от 24.12.2010 5. Антивирус – Kaspersky Endpoint Security, договор № 832 от 15.10.2018

7. Оценочные средства

Вопросы для устной части зачёта

1. Объекты и методы нанобиотехнологии.
2. Классификация наноразмерных систем.
3. Принципы и перспективы развития нанобиотехнологии
4. Наноматериалы и их классификация.
5. Неорганические и органические функциональные наноматериалы.
6. Гибридные наноматериалы. Н
7. Наноструктурированные 1D, 2D и 3D материалы.
8. Молекулярные сита.
9. Нанокompозиты и их синергетические свойства.
10. Композитные наноматериалы.
11. Молекулярные наноструктуры – характеристика и классификация.
12. Особенности органических молекул как наноструктур.
13. Супермолекулы.
14. Биомолекулы как наноструктуры: нуклеиновые кислоты, белки.
15. Ферменты и биосенсоры.
16. Биомолекулярные комплексы: тубулярные бионаноструктуры, слоистые бионаноструктуры, гибридные бионаноструктуры, их сборка и самосборка.
17. Мицеллы и липосомы
18. Углеродные наноструктуры. Графен.
19. Углеродные наноструктуры.
20. Нанотрубки, классификация, свойства
21. Фуллерены, классификация, свойства, применение.
22. Супрамолекулярные структуры. Дендримеры.
23. Пористые наноструктуры.
24. Нанокompозиты
25. Квантовые точки.
26. Основные принципы формирования наносистем.
27. Процессы получения нанообъектов сверху вниз.
28. Механоактивация и механосинтез.
29. Процессы получения нанообъектов снизу вверх.
30. Приемы получения и стабилизации наночастиц.
31. Физические методы синтеза нанопорошков.
32. Химические методы синтеза нанопорошков.
33. Химическое осаждение из газовой фазы.
34. Темплатный синтез наноматериалов и наноструктур. Матрицы-темпланты.
35. Физическое осаждение из газовой фазы
36. Пленочные технологии получения наноматериалов
37. Разрушающие и неразрушающие подходы к анализу содержания наночастиц в биообъектах.
38. Методы обнаружения и выяснения локализации наночастиц в биологических образцах: методы темнопольной оптической, конфокальной лазерной сканирующей и многофотонной микроскопии;
39. Интерференционный контраст;
40. Дифференциальные интерференционные микроскопы;
41. Поляризационная микроскопия;
42. Флуоресцентная (люминесцентная) микроскопия;
43. Методы зондовой микроскопии;
44. Принцип работы атомно-силового микроскопа.

45. Методы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии;
46. Принцип работы сканирующего туннельного микроскопа.
47. Хроматографические методы.
48. Методы, облегчающие идентификацию наночастиц в биологических образцах: метод дифракции электронов.
49. Сравнение аналитических характеристик и эффективности различных методов, применяемых для детекции наночастиц в биообъектах.
50. Особенности отбора биологического материала для детекции наночастиц в биологических жидкостях, клетках, срезах тканей животных и растений различными физико-химическими методами.
51. Способы подготовки биологического материала к измерениям с применением различных методов, обеспечивающие улучшения предела детекции и надежности идентификации наночастиц.
52. Сенсоры и биосенсоры.
53. Трансдюсеры.
54. Мультисенсорные системы.
55. Основные аналитические характеристики сенсоров.
56. Каталитические и аффинные биосенсоры.
57. Иммобилизация биологического материала.
58. Использование наноматериалов для адресной доставки лекарственных препаратов и терапевтических генов, визуализации патоморфологических структур, преодоления барьеров несовместимости, создания медицинских биороботов.
59. Нанороботы. Био-нанороботы.
60. Основные принципы создания бионанороботизированных систем.
61. Управление нанороботами. Молекулярные машины.
62. Наноразмерные исполнительные механизмы АТФ-синтаза.
63. Кинезин, миозин, жгутиковый молекулярный двигатель.
64. Неорганические (химические) молекулярные двигатели.
65. Самосборка нанороботов.
66. Дорожная карта» развития био-нанороботов.
67. Устройства адресной доставки лекарств

Банк профессионально-ориентированных ситуационных задач для зачета

Задача 1

1. Изобразите гранецентрированную кубическую ячейку.
2. Определите координационное число данной ячейки.
3. Найдите количество атомов, приходящихся на данную ячейку
4. Найдите и обозначьте направления [100],[010],[001]
5. Найдите и запишите самую плотноупакованную плоскость.

Задача 2

Получение и исследование наночастиц золота в настоящее время является актуальной задачей. Метод Брюста–Шифрина позволяет легко получать термически стабильные и устойчивые на воздухе наночастицы золота с небольшим разбросом по размерам и контролируемым диаметром в интервале от 1,5 до 5,2 нм. Методика их получения сводится к следующему:

Водный раствор HAuCl_4 смешивают с раствором бромида тетра-*n*-октиламмония в толуоле. Полученную смесь обрабатывают додекантиолом, а затем прибавляют избыток NaBH_4 . Об образовании наночастиц золота свидетельствует мгновенное отчетливое потемнение толуольной фазы смеси. Примерно через 24 ч толуол удаляют на роторном испарителе, а полученный твердый продукт промывают на фильтре этанолом и гексаном

для удаления избытка додекантиола. Полученные наночастицы золота могут быть многократно выделены и повторно переведены в раствор с помощью органических растворителей без необратимой агрегации или разрушения.

1. Является ли описанный способ получения наночастиц золота диспергированием («сверху вниз») или агрегацией («снизу вверх»)?
2. Для межфазного переноса также может использоваться бромид триметил-*n*-октиламмония. Он переносит AuCl_4^- из водной фазы в органическую. Какое свойство бромида триметил-*n*-октил-аммония обуславливает его использование для межфазного переноса?
3. В чем заключается роль NaBH_4 в описанном выше синтезе?

Задача 3

Пиролизом метана в присутствии водорода на оксидном катализаторе при 950 °С получены нанотрубки диаметром 3–6 нм, состоящие из двух-трех слоев. Полученный продукт очищали от примеси катализатора, обрабатывая его кислотой, а затем высушивали в вакууме. Комплекс палладия с дибензилиденацетоном (DBA) состава $\text{Pd}_2(\text{DBA})_3$ растворили в толуоле, раствор профильтровали и внесли в него в атмосфере аргона полученные ранее нанотрубки. Выделившийся при охлаждении черный осадок нанокатализатора отделили от желтого раствора фильтрованием, промыли и высушили. Испарением фильтрата можно регенерировать весь дибензилиденацетон, использованный для синтеза комплекса.

1. Что собой представляет полученный катализатор?
2. В какой степени окисления находится палладий в исходном комплексе?
3. Полученный катализатор можно использовать для гидрирования непредельных соединений. Назовите два вещества, не являющиеся изомерами, которые можно получить гидрированием дифенилацетилена.
4. Какие модификации углерода способны образовывать комплексы с палладием? Приведите примеры подобных соединений.
5. Какова природа связи металл–углерод в этих соединениях?

База типовых тестовых заданий для зачета (полная база тестовых заданий хранится на кафедре)

1. Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?
 - a) Дуговой
 - b) Лазерно-термический
 - c) Пиролитический
 - d) Биотехнологический
2. Образование супермолекулы в супрамолекулярной химии можно описать как:
 - a) Рецептор + субстрат(ы)
 - b) Рецептор + рецептор
 - c) Субстрат + субстрат(ы)
 - d) Рецептор + мономеры
3. Какими обязательными свойствами должен обладать кантилевер?
 - a) Должен проводить электрический ток
 - b) Должен быть выполнен из магнитного материала
 - c) Должен быть выполнен из закалённой стали
 - d) должен быть гибким с известной жесткостью

4. Какой из микроскопов изобретён позже остальных?
- a) Сканирующий силовой микроскоп
 - b) Сканирующий туннельный микроскоп
 - c) Растровый микроскоп
 - d) Просвечивающий электронный микроскоп
5. Кто ввел в научную литературу термин наноматериалы?
- a) Г. Глейтер
 - b) Ж. И. Алферов
 - c) Р. Фейнман
 - d) Э. Дрекслер
6. Если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной то получится:
- a) Квантовая точка
 - b) Квантовая яма
 - c) Квантовый барьер
 - d) Квантовая игла
7. Как называется самая высокая энергетическая зона в энергетическом спектре полупроводников?
- a) Зона проводимости
 - b) Запретная зона
 - c) Валентная зона
 - d) Квантовая зона
8. Что такое везикулы?
- a) Субклеточные частицы
 - b) Наноразмерные вирусы
 - c) Замкнутые бислойные мембранные оболочки
 - d) Белковые молекулы, содержащие ферменты
9. Какая величина не входит в уравнение Гиббса-Томсона?
- a) Температура плавления
 - b) Свободная поверхностная энергия
 - c) Изменение теплосодержания
 - d) Вязкость кристаллита
10. Что такое молекулярный ассемблер?
- a) Мельчайшая частица атома
 - b) Молекулярная машина, которая запрограммирована строить молекулярную структуру из более простых химических блоков
 - c) Субклеточная частица
 - d) Коллоидный ансамбль ПАВ
11. Какое свойство характерно для микроэмульсии?
- a) Микроэмульсии прозрачные жидкости
 - b) Микроэмульсии имеют тёмно-серый цвет
 - c) Микроэмульсии непрозрачные жидкости
 - d) Микроэмульсии являются хорошими проводниками электричества

12. Какая из наноструктур является термодинамически неустойчивой?
- Микроэмульсия
 - Мицеллы
 - Углеродные нанотрубки
 - Наноструктуры, формирующиеся интенсивной пластической деформацией
13. Что означает уравнение Гиббса-Томсона?
- Взаимосвязь поверхности объекта и его объема
 - Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и вязкости
 - Взаимосвязь изменения теплосодержания кристаллита и его состава
 - Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и кривизны ограничивающей его поверхности
14. В каком микроскопе используется кантилевер?
- Сканирующий силовой микроскоп
 - Сканирующий туннельный микроскоп
 - Растровый микроскоп
 - Просвечивающий электронный микроскоп
15. Работа сканирующего туннельного микроскопа основана на:
- Дифракции рентгеновских лучей
 - Эффекте туннелирования электронов через тонкий диэлектрический промежуток между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой
 - Просвечивании образца рентгеновскими лучами
 - Просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении 200-400 кВ
16. Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?
- Изменение свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры
 - Изменение размера нанобъектов в зависимости от внешних условий
 - Изменение свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий
 - Изменение размера нанобъектов в зависимости от состава
17. Помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещенной зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещенной зоной, получают:
- Квантовую точку
 - Квантовую яму
 - Квантовый барьер
 - Квантовую иглу
18. Почему квантовые точки называют искусственными атомами?
- Квантовая точка, как и атом, имеет ядро
 - Квантовая точка может вступать в химические реакции подобно атомам
 - Квантовая точка имеет размеры атома
 - В квантовой точке движение ограничено в трёх направлениях и энергетический спектр полностью дискретный, как в атоме
19. Что такое фуллерен?
- Железосодержащая наноструктура, используемая в медицине
 - Углеродная нанотрубка
 - Семейство шарообразных полых молекул общей формулы C_n
 - Плоский лист графита мономолекулярной толщины
20. Что такое кантилевер?

- a) Компьютерный блок в силовом микроскопе
 - b) Компьютерная программа обработки данных сканирующего микроскопа
 - c) Подложка для образцов в растровом микроскопе
 - d) Зонд в сканирующем силовом микроскопе
21. Как величина туннельного тока при работе туннельного микроскопа зависит от расстояния между острием иглы и исследуемым образцом?
- a) Линейно возрастает с уменьшением расстояния
 - b) Линейно уменьшается с уменьшением расстояния
 - c) Экспоненциально возрастает с уменьшением расстояния
 - d) Экспоненциально уменьшается с уменьшением расстояния
22. По номенклатуре ИЮПАК фуллерен C70 обозначается символом (C70-I5h)[5,6]. Что означают цифры в квадратных скобках?
- a) Группу симметрии
 - b) Литературные ссылки
 - c) Диаметр фуллерена в нанометрах
 - d) Число атомов в кольцах
23. Соединения фуллеренов, в которых присоединённые атомы, ионы или молекулы находятся снаружи углеродной оболочки, называются:
- a) Экзодральные соединения
 - b) Эндодральные соединения
 - c) Супрадральные соединения
 - d) Парадральные соединения
24. Какие наноструктуры обнаружены в шунгитовых породах?
- a) Однослойные нанотрубки
 - b) Фуллерены
 - c) Липосомы
 - d) Магнитные жидкости
25. Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?
- a) При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта уменьшается
 - b) При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта увеличивается
 - c) При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через максимум при 100 нм
 - d) При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через минимум при 100 нм
26. Что означает относящийся к созданию нанообъектов термин "Bottom up"?
- a) Создание наноструктурированного слоя на поверхности объекта
 - b) Структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул
 - c) Диспергирование, уменьшение размера нанообъектов
 - d) Создание наноструктурированного слоя методом сублимации вещества
27. Что такое квантовая точка?
- a) Квантовая точка представляет собой нанообъект одного материала находящийся на матрице из другого материала

- b) Элементарная структура квантового излучения
- c) Наноразмерный разрыв в электромагнитном излучении
- d) Квант, находящийся в электромагнитном поле

28. Что такое нанотрубки?

- a) Протяженные структуры, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах
- b) Семейство шарообразных полых молекул общей формулой C_n
- c) Протяженные структуры из углеродных переплетённых цепей
- d) Металлоорганические витые полимеры

29. Что такое CVD?

- a) Испарение и осаждение в инертной среде
- b) Испарение и осаждение в реакционной среде с получением новых соединений
- c) Самораспространяющийся высокотемпературный синтез
- d) Электронный чип на основе квантовой точки

30. Что означает относящийся к созданию нанообъектов термин "Top down"?

- a) Диспергирование, уменьшение размера объекта
- b) Структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул
- c) Создание наноструктурированного слоя на нижней поверхности объекта
- d) Создание наноструктурированного слоя осадительными методами