Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 28.09.2023 14:44:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735a18bc34

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ /Е.В. Сафонов/
«16» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наноматериалы

Направление подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль
Перспективные материалы и технологии

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н. /А.Г. Сбитнев /

Ст. преподаватель  /М.Ю. Слезко/

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
д.т.н, профессор  /В.В. Овчинников/

Согласовано:

Руководитель образовательной программы по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов». Профиль подготовки «Перспективные материалы и технологии»

к.т.н., доцент  / С.В. Якутина/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 6
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 6
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
   - 4.1. Основная литература ... 8
   - 4.2. Дополнительная литература ... 8
   - 4.3. Электронные образовательные ресурсы ... 8
   - 4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 8
   - 4.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 9
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 9
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 9
7. Фонд оценочных средств ... 11
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 11
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 11
   - 7.3. Оценочные средства ... 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Наноматериалы» является подготовка к деятельности, связанной с реализацией уникальных свойств наноразмерного состояния вещества в потребительских свойствах материалов конструкционного и функционального назначения , формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях применения наноматериалов.

Задачей освоения дисциплины «Наноматериалы» является изучение теоретических основ формирования уникальных свойств наноразмерного состояния вещества и современного арсенала технологических приемов их практического применения. А также, изучение основных законов и концепций нанотехнологии, изучение основных видов наночастиц и наноматериалов и их физико-химических свойств, изучение основных методов получения и исследования наночастиц и наноматериалов, знакомство с важнейшими сферами применения нанотехнологии, изучение экологических рисков, связанных с применением наночастиц.

Обучение по дисциплине «Нанотехнологии» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», утверждённым приказом Минобрнауки России от 02.06.2020 N 701:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. ИУК-1.2. Осуществляет поиск, критически оценивает, обобщает, систематизирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. ИУК-1.3. Рассматривает и предлагает рациональные варианты решения поставленной задачи, используя системный подход, критически оценивает их достоинства и недостатки.
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста ИУК-6.3. Демонстрирует готовность к построению профессиональной карьеры и определению стратегии профессионального развития на основе оценки требований рынка труда, предложений рынка образовательных услуг и с учетом личностных
ПК-1 Способен выполнять комплексные исследования и испытания материалов	ИПК-1.1 Знает: цели и задачи проводимых исследований, методы проведения

(изделий), обрабатывать, анализировать и представлять результаты	экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; ИПК-1.2 Умеет: проводить наблюдения и измерения, составлять отчеты по результатам проведенных экспериментов, обрабатывать и представлять полученные результаты; ИПК-1.3 Имеет навыки проведения измерений и наблюдений, обработки результатов, составления отчетов и представления полученных данных
ПК-2 Способен осуществлять выбор материалов и технологических процессов для получения заданного комплекса свойств	ИПК-2.1 Знает: металлические и неметаллические конструкционные и инструментальные материалы, их свойства, способы упрочнения, технологические возможности термической обработки, методы проведения структурного анализа и определения эксплуатационных свойств деталей и инструментов ИПК-2.2 Умеет: выбирать материалы для деталей машин, приборов и инструментов, вид термической обработки, проводить структурный анализ и измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров; ИПК-2.3 Имеет навыки: выбора материалов для различных изделий, вид термической обработки, проведения структурного анализа, измерения показателей, характеризующих эксплуатационные свойства деталей и инструментов, устанавливать причины их отклонения от заданных параметров

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к элективной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В обязательной части (Б 1.1):

- Химия материалов;

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2):
- Выбор материалов для изготовления изделия;
- Перспективные материалы;
- Порошковые материалы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
	Аудиторные занятия	**72**	**72**
	В том числе:		
1.	Лекции	36	36
2.	Семинарские\практические занятия	36	36
	Самостоятельная работа	**72**	**72**
	В том числе:		
1.	Самостоятельное изучение	72	72
	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф. зачет/экзамен	**зачет**	**зачет**
	Итого	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1 Тематический план по очной форме обучения размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Нанообъекты и наноструктурные материалы.

Основные понятия о наноматериалах используемой терминологии. Рассмотрены основные виды углеродосодержащих наноматериалов. Аллотропные модификации углерода, свойства и структурные несовершенства одной из таких модификаций – графена.

Молекулярное строение фуллеренов, их свойства в среде растворителей, оптические свойства, строение и свойства фуллереноподобных объектов: онионов, эндроэдралов, фуллериты, фуллериды.

Строение и структура нанотрубок, дефекты строения нанотрубок, капиллярные явления, наблюдаемые в нанотрубках, механизмы сорбции нанотрубками различных веществ, а также пути повышения сорбционной способности. Оптические и электрические свойства углеродных нанотрубок, полупроводниковые свойства углеродных нанотрубок.

Механические и прочностные свойства углеродных нанотрубок, а также свойства, связанные с электронной эмиссией. Строение и свойства пиподов, астраленов, неуглеродных наноматериалов.

Структура и свойства нанообъектов, обладающих квантовыми свойствами.

Тема 2. Методы получения нанообъектов и наноструктурных материалов.

Основные методы получения наноматериалов, плазменный метод, Технологический процесс получения фуллеренов С60 и С70. Особенности синтеза эндоэндралов. Получение нанотрубок электродуговым методом.

Метод получения наноматериалов путем лазерной абляции, каталитического разложения углеродов, образование замкнутых и протяженных нанообъектов.

Технологии получения графена, методы для эндоэдральных структур, метод радиационно-стимулированного каталитического выращивания, метод каталитического химического осаждения паров в плазмепостоянного тока, электролитический синтез.

Тема 3. Примеры практического применения нанообъектов и наноструктурных материалов.

Области применения наноматериалов, использование наноматериалов в машиностроении.

Применение наноматериалов в электронике, системы охлаждения на основе нанотрубок, нанопроводники на основе нанотрубок, использование нанаотрубок в качестве источника инфракрасного излучения.

Применение наноматериалов в энергетике, на транспорте, свойства ауксетических материалов.

Применение наноматериалов в приборостроении, механические резонаторы, датчики на основе наноматериалов, оптические фильтры, сверхминиатюрные устройства, наноэлектромеханические системы.

Применение наноматериалов в химическойотрасли, строительстве и медицине, сверхмалые манипуляторы.

Экологические аспекты использования наноматериалов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1 «Промышленные источники поступления наноматериалов в окружающую среду».

Практическое занятие №2 «Потенциальные источники поступления наноматериалов в окружающую среду».

Практическое занятие №3 «Свойства наноматериалов, определяющие их взаимодействие с окружающей средой».

Практическое занятие №4 «Наночастицы в атмосфере».

Практическое занятие №5 «Наночастицы в почве».

Практическое занятие №6 «Миграция наночастиц в окружающей среде».

Практическое занятие №7 «Взаимодействие наночастиц, биологических объектов и окружающей среды».

Практическое занятие №8 «Миграция нанообъектов в организме человека».

Практическое занятие №9. «Токсикологическое исследование наноматериалов».

Практическое занятие №10 «Особенности токсикологических исследований наноматериалов».

Практическое занятие №11 «Особенности токсикологических исследований аэрозолей».

Практическое занятие №12 «Методы определения наночастиц в окружающей среде».

Практическое занятие №13 «Броуновское движение и диффузия».

Практическое занятие №14 «Оптические свойства наночастиц».

Практическое занятие №15 «Адсорбация в мезопористых системах».

Практическое занятие №16 «Адсорбация в микропористых системах».

Практическое занятие №17 «Термодинамические закономерности гомогеного образования и роста нанокластеров».

Практическое занятие №18 «Термодинамические закономерности гетерогенного образования и роста нанокластеров».

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы по данной дисциплине не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Волков Г.М. Нанотехнология в машиностроении: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 307 с.-на сайте Znanium.com

4.2 Дополнительная литература

1.Волков Г.М., Зуев В.М. Материаловедение: учебник, Раздел V, Наноматериалы. - М.: «Академия», 2008. – 400 с.-490экз.

2.Волков Г.М. Машиностроительные материалы нового поколения: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 319 с.-500 экз.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка на курс
Наноматериалы	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12331

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
2.	WebofScienceCoreCollection – политематическая реферативно-библиографическая инаукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Номер аудитории	Оборудование
1313	Ноутбук, проектор, экран

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к лабораторному занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха) как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить

техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Шкала оценивания	Критерии оценивания
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Незачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельные работы (перечень пактических работ представлен в п. 3.4.1)	Оформленные выполненные задания по темам самостоятельных работ, предусмотренных программой дисциплины, с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Контрольная работа (пример заданий в приложении 2)	Письменные ответы на задания контрольной работы, предусмотренной рабочей программой дисциплины с оценкой преподавателя не ниже «удовлетворительно».
Тесты (примеры тестовых заданий представлены в приложении 2)	Правильные ответы на два вопроса из трех в одном из вариантов теста.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация - (зачет) проводится по билетам в устной форме. Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы не более 40 мин.;
- время на ответ на заданные вопросы не более 10 мин.

Билет состоит из двух теоретических вопросов. Список вопросов приводится в приложении.

Приложение 1

Тематический план дисциплины «Нанотехнологии» по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» (бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	**Тема 1. Нанообъекты и наноструктурные материалы.** Основные понятия о наноматериалах используемой терминологии. Рассмотрены основные виды углеродосодержащих наноматериалов. Аллотропные модификации углерода, свойства и структурные несовершенства одной из таких модификаций – графена. Молекулярное строение фуллеренов, их свойства в среде растворителей, оптические свойства, строение и свойства фуллереноподобных объектов: онионов, эндроэдралов, фуллериты, фуллериды. Строение и структура нанотрубок, дефекты строения нанотрубок,	7	**1-5**	20											

	капиллярные явления, наблюдаемые в нанотрубках, механизмы сорбции нанотрубками различных веществ, а также пути повышения сорбционной способности. Оптические и электрические свойства углеродных нанотрубок, полупроводниковые свойства углеродных нанотрубок. Механические и прочностные свойства углеродных нанотрубок, а также свойства, связанные с электронной эмиссией. Строение и свойства пиподов, астраленов, неуглеродных наноматериалов. Структура и свойства нанообъектов, обладающих квантовыми свойствами.														
2.	**Тема 2. Методы получения нанообъектов и наноструктурных материалов.** Основные методы получения наноматериалов, плазменный метод, Технологический процесс получения фуллеренов С60 и С70. Особенности синтеза эндоэндралов. Получение нанотрубок электродуговым методом. Метод получения наноматериалов путем лазерной абляции, каталитического разложения	7	**6-10**	6	12										

	углеродов, образование замкнутых и протяженных нанообъектов. Технологии получения графена, методы для эндоэдральных структур, метод радиационно-стимулированного каталитического выращивания, метод каталитического химического осаждения паров в плазмепостоянного тока, электролитический синтез														
3.	**Тема 3. Примеры практического применения нанообъектов и наноструктурных материалов.** Области применения наноматериалов, использование наноматериалов в машиностроении. Применение наноматериалов в электронике, системы охлаждения на основе нанотрубок, нанопроводники на основе нанотрубок, использование нанаотрубок в качестве источника инфракрасного излучения. Применение наноматериалов в энергетике, на транспорте, свойства ауксетических материалов. Применение наноматериалов в приборостроении, механические резонаторы, датчики на основе наноматериалов, оптические	7	**10-18**	10	24										

	фильтры, сверхминиатюрные устройства, наноэлектромеханические системы. Применение наноматериалов в химическойотрасли, строительстве и медицине, сверхмалые манипуляторы. Экологические аспекты использования наноматериалов.														
	Всего часов по дисциплине			**36**	**36**		**72**								**3**

Приложение 1.2

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Нанотехнологии»

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Образовательная программа (профиль подготовки)

Оборудование и технологии сварочного производства

Пример контрольной работы

Вариант № 1

1. Какую структуры имеют фулерены?
2. Какую форму имеет молекула фуллерена C_{60}?
3. Какие виды связи присутствуют в молекуле C_{60}?
4. Чем определяются оптические свойства фулеренов?
5. Что такое эффект обратного насыщаемого поглощения света?
6. Чем онионы отличаться от фуллеренов?
7. Как получить из фуллерена эндоэдрал?
8. Что такое фуллерит?
9. Какие кристаллические решетки бывают у фуллеритов?
10. Что такое фуллериды?

Вопросы к зачету

1. Понятие нанообъекта.
2. Понятие наноструктурированных материалов.
3. Фуллереноподобные объекты. Виды. Отличительные черты.
5. Строение и свойства пиподов.
6. Аллотропные модификации углерода.
7. Графен и его структура.
8. Параметры графеновых слоев.
9. Получение графена с полупроводниковыми свойствами.
10. Структурные несовершенства графена.
11. Структура молекул фуллерена.
12. Форма молекулы фуллерена C_{60}.
13. Виды связи в молекуле фуллерена C_{60}.
14. Оптические свойства фуллеренов.
15. Эффект обратного насыщаемого поглощения света.
16. Отличительные черты онионов.
17. Получение эндоэдрала из фуллерена.
18. Отличительные черты фуллерита.

19. Отличительные черты фуллерида.
20. Виды кристаллических решеток фуллеритов.
21. Отличительные черты нанотрубок.
22. Понятие о хиральности нанотрубок.
23. Структура однослойных нанотрубок.
24. Дефекты строения нанотрубок.
25. Накопители механической энергии на основе нанотрубок.
26. Механизмы сорбции в нанотрубках.
27. Способы повышения сорбционных способностей нанотрубок.
28. Металлический и полупроводниковый тип проводимости нанотрубок.
29. Униполярная и биполярная люминесценция.
30. Уравнение Фаулера – Норгейма.
31. Ток эмиссии в углеродных нанотрубках.
32. Механические свойства нанотрубок.
33. Схлопывание нанотрубок.
34. Факторы, влияющие на свойства пиподов.
35. Понятие об астраленах.
36. Физические характеристики астраленов.
37. Понятие о квантовых объектах.
38. Уравнение описания стоячих волн электронного состояния в квантовой яме.
39. Механизмы образования квантовых ям.
40. Понятие о квантовых нитях и точках.
41. Формула проводимости квантовой нити.
42. Технологии получения нанообъектов.
43. Плазменный метод получения нанообъектов.
44. Разделение фуллеренов C_{60} и C_{70} при плазменном методе получения нанообъектов.
45. Измельчение частиц. Степень дисперсности. Ультрадисперсные системы.
46. Определите степень дисперсности наночастиц.
47. Основные понятия и термины нанотехнологии.
48. Сравните объекты нанотехнологии с размерами планет.
49. Классификация целевых продуктов нанотехнологии.
50. Чем отличаются нанопорошки и наноматериалы.
51. Выделение эндоэдралов в чистом виде.
52. Методы введения металлических частиц катализатора в электроразрядную плазму, при синтезе нанотрубок.
53. Метода лазерной абляции.
54. Наноматериалы получаемые методом лазерной абляции.
55. Метод каталитического разложения углеводородов.
56. Достоинства метода газофазного каталитического разложения углеводородов.
57. «Сборка» молекулы фуллерена.
58. Методы получения пиподов.
59. Сущность сольватационного синтеза.

60. Метод оксидированного расслоения—восстановления.
61. Метода каталитического химического осаждения паров в плазме постоянного тока.
62. Метод электролитического синтеза.
63. Явление снижения трения и абразивного износа в присутствии фуллеренов в смазочном материале.
64. Влияние фуллеренов на жидкую фазу смазочного материала.
65. Особенности использования наноматериалов в электронике.
66. Нанопроводники на основе нанотрубок. Транзистор на основе нанотрубок.
67. Перспективы применения нанотрубок в энергетике и не транспорте.
68. Асетичские материалы и свойства.
69. Механические резонаторы на основе нанотрубок.
70. Классы нанобетонов.
71. Модификация наносимых покрытий фуллероидами.

Примеры тестовых заданий

1. Бакминсгерфуллереном называют молекулу:
а) C_{60}
б) C_{70}
в) C_{120}
г) C_{180}

2. Верно ли утверждение: "В отличие от фуллереновых молекул, онионы содержат не один, а несколько замкнутых слоев
а) Да
б) Нет
в) Утверждение не имеет смысла

3. Если к атомам углерода, образующим C_n дополнительные атомы примыкают с внешней стороны полиэдра (каркаса фуллерена), получаются:
а) Экзоэдралы
б) Эндоэдралы
в) Онионы
г) Гетерофуллерены