

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

02.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

С.1.1.28 Основы нанотехнологий

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Квалификация выпускника

Специалист

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Специализация

Радиолокационные системы и комплексы

Курс 3  
Семестр 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	48	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	60	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	6	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	КиПР	СОГЛАСОВАНО	В.Е. Филимонов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

(наименование кафедры)			
17.01.2022	протокол №	12	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Баев
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Клепиков Руслан Станиславович, первый заместитель начальника НТЦ  
«Коралл» АО Марийский машиностроительный завод  
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляет ее базовые составляющие и связи между ними	<b>знания:</b> - научно-технических проблем и перспектив развития нанотехнологии, ее связи со смежными областями. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	УК-1.2 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию / варианты решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов, критического анализа источников информации и оценивает последствия возможных решений	<b>знания:</b> <b>умения:</b> - анализировать и прогнозировать работоспособность наноматериалов, устройств и приборов на их основе в различных условиях их эксплуатации. <b>навыки:</b>

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Философия (УК-1), Математика (УК-1), Информационные технологии (УК-1), Начертательная геометрия и инженерная графика (УК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы технологического предпринимательства (УК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (УК-1)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: исследовательские, лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция, проблемная лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Раздел 1.</b>	<b>27</b>	УК-1
Лекция. Введение в индустрию наносистем. Основные понятия	2	

и определения.		
Лекция. Особенности строения наноструктур. Свойства индивидуальных наночастиц и их особенности.	2	
Лабораторная работа. Техника безопасности. Получение виртуального СЗМ изображения и оценка его информативности.	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к опросам на лекциях, выполнение тестовых заданий, подготовка к практическим лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам, подготовка к защите практических лабораторных работ.	15	
<b>Раздел 2.</b>	<b>27</b>	УК-1
Лекция. Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. Свойства нанообъектов и наносред.	2	
Лекция. Методы получения наноразмерных материалов.	2	
Лабораторная работа. Получение первого СЗМ изображения и обработка результатов эксперимента.	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к опросам на лекциях, выполнение тестовых заданий, подготовка к практическим лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам, подготовка к защите практических лабораторных работ.	15	
<b>Раздел 3.</b>	<b>27</b>	УК-1
Лекция. Методы исследования наноматериалов.	2	
Лекция. Методы визуализации поверхности.	2	
Лабораторная работа. Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии.	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к опросам на лекциях, выполнение тестовых заданий, подготовка к практическим лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам, подготовка к защите практических лабораторных работ.	15	
<b>Раздел 4.</b>	<b>27</b>	УК-1
Лекция. Углеродные структуры.	2	
Лекция. Методы формирования нанoeлектронных структур.	2	
Лабораторная работа. Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей атомно-силовой микроскопии	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к опросам на лекциях, выполнение тестовых заданий, подготовка к практическим лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам, подготовка к защите практических лабораторных работ.	15	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных

занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение лабораторных работ. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплины представлены в рабочей программе.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Нанотехнологии в электронике. Выпуск 2 [Текст]. Москва: Техносфера, 2013. - 688 с. ISBN 978-5-94836-353-0.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76156">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76156</a>
2.	Получение первого изображения сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) и обработка результатов эксперимента [Текст] : методические указания к выполнению лабораторной работы / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост. В. Е. Филимонов, Н. И. Сушенцов]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 47 с. Экземпляры: всего 52.	52 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_poluchenie_pervogo_izobrazhenija_skani_rujushej_zondovoj_mikroskopii_2013.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_poluchenie_pervogo_izobrazhenija_skani_rujushej_zondovoj_mikroskopii_2013.pdf</a>
3.	Получение виртуального изображения сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) и оценка его информативности [Текст] : метод. указания к выполнению лаб. работы / ГОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т"; [сост. : В. Е. Филимонов, Н. И. Сушенцов]. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 40 с. Экземпляры: всего 54.	54 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_Poluchenie_virtualnogo_SZM_izobrazhenija.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_Poluchenie_virtualnogo_SZM_izobrazhenija.pdf</a>
4.	Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей туннельной микроскопии [Текст] : методические указания к выполнению лабораторной работы : [для студентов направлений подготовки 201000, 210100, 210400, 210700, 211000, 220400, 221400] / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос.	45 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_issledovanie_poverxnosti_tverdix_tel_2014.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_issledovanie_poverxnosti_tverdix_tel_2014.pdf</a>

	технол. ун-т"; [сост.: В. Е. Филимонов, Н. И. Сушенцов]. Йошкар-Ола: [ПГТУ], 2014. - 42 с. Экземпляры: всего 45.	
5.	Исследование поверхности твердых тел методом сканирующей атомно-силовой микроскопии [Текст] : методические указания к выполнению лабораторной работы : [для студентов направлений подготовки 11.03.01, 11.03.02, 11.03.03, 11.03.04, 12.03.04, 27.03.04, 27.03.02] / М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост. В. Е. Филимонов]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 28 с.	44 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Filiimonov_issledovaniye_poverxnosti_tverdix_tel_2016.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Filiimonov_issledovaniye_poverxnosti_tverdix_tel_2016.pdf</a>
6.	Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 332 с. ISBN 978-5-8114-3986-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/206276">https://e.lanbook.com/book/206276</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	417 (III)	Проектор мультимедийный Hitachi CP-X 5 (1), Учебная лаборатория NanoEducator-8 Basic (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может	Зачтено

допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий
--

---

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

**!SPEC=12.03.04\_01**

**!COMP=УК1, 2**

**!COURSE=2**

**!DISC=Основы нанотехнологии**

**!TYPE=2**

**!Task1**

Кто впервые создал атомистическую картину мира и может считаться прародителем нанотехнологии?

**!TRUE**

Демокрит Абдерский

**!FALSE**

Аристотель

**!FALSE**

Фалес Милетский

**!FALSE**

Аристарх Самосский

**!Task2**

Какой учёный впервые доказал, что с точки зрения фундаментальных законов

физики нет никаких препятствий к тому, чтобы создавать объекты прямо из атомов?

!TRUE

Ричард Филипс Фейнман

!FALSE

Рассел Янг

!FALSE

Норио Танигучи

!FALSE

Хэрольд Кротои

**!Task3**

В каком году администрация США приняла программу «Национальная нанотехнологическая инициатива», что позволило впервые на государственном уровне выделять средства и планировать развитие нанотехнологии?

!TRUE

2000 год

!FALSE

1998 год

!FALSE

2004 год

!FALSE

2001 год

**!Task4**

Какими качествами должны обладать объекты нанотехнологии

!TRUE

Размеры объектов должны быть в диапазоне от 1 до 100 нанометров и при этом должны измениться свойства этих объектов относительно их свойств в массивном состоянии



!FALSE

Размеры объектов должны быть в диапазоне от 1 до 100 нанометров

!FALSE

Должны измениться свойства объектов относительно их свойств в массивном состоянии

!FALSE

Никаких особенных качеств у нанообъектов нет

### **!Task5**

Согласно классификации дисперсных систем по агрегатному состоянию, сколько возможных комбинаций дисперсной фазы и дисперсионной среды существует?

!TRUE

9

!FALSE

6

!FALSE

3

!FALSE

2

### **!Task6**

Какие виды самосборки наноструктурных материалов можно выделить?

!TRUE

Физическая самосборка, химическая самосборка, биологическая самосборка

!FALSE

Механическая самосборка, физическая самосборка, химическая самосборка, биологическая самосборка

!FALSE

Физическая самосборка, химическая самосборка

!FALSE

Механическая самосборка, физическая самосборка, химическая самосборка

### **!Task7**

Какие виды наносистем предполагает классификация по мерности?

!TRUE

Трёхмерные, двумерные, одномерные, нульмерные

!FALSE

Трёхмерные, двумерные, одномерные

!FALSE

Двумерные, одномерные

!FALSE

Двумерные, одномерные, нульмерные

### **!Task8**

Сколько решёток Бравэ возможно в двумерном случае упорядочения кристаллической структуры?

!TRUE

5

!FALSE

6

!FALSE

8

!FALSE

10

### **!Task9**

От каких факторов зависит тип кристаллической решетки?

!TRUE

координационного числа, внешних воздействий, объёма материала

!FALSE

координационного числа, внешних воздействий

!FALSE

координационного числа, объёма материала

!FALSE

внешних воздействий, объёма материала

### **!Task10**

Что позволяют задавать индексы Миллера?

!TRUE

Положения узлов, направления и плоскости в кристалле

!FALSE

Направления и плоскости в кристалле

!FALSE

Положения узлов и плоскости в кристалле

!FALSE

Положения узлов и направления в кристалле

### **!Task11**

Сколько атомов содержит наименьшая из возможных наночастица с гранецентрированной кубической решёткой?

!TRUE

13

!FALSE

12

!FALSE

9

!FALSE

14

### **!Task12**

Какие магические числа определяют на основе ионизационного потенциала?

!TRUE

Электронные магические числа

!FALSE

Структурные магические числа

!FALSE

Электронные и структурные магические числа

!FALSE

Никакие

**!Task13**

Какие виды дефектов всегда будут присутствовать в наноматериале?

!TRUE

Точечные

!FALSE

Точечные, линейные, поверхностные

!FALSE

Точечные и линейные

!FALSE

Никакие

**!Task14**

Каким частицам присущи волновые свойства?

!TRUE

Любым частицам вещества

!FALSE

Фотонам

!FALSE

Электронам

!FALSE

Электронам и фотонам

**!Task15**

Какой вид химической связи является приоритетным в области нанотехнологии?

!TRUE

Связь силами Ван-Дер-Ваальса

!FALSE

Ковалентная связь

!FALSE

Ионная связь

!FALSE

Металлическая связь

### **!Task16**

На величину коэффициента прозрачности потенциального барьера влияют ...

!TRUE

Масса частицы, дефицит её энергии и ширина потенциального барьера

!FALSE

Масса частицы и дефицит её энергии

!FALSE

Дефицит энергии частицы и ширина потенциального барьера

!FALSE

Масса частицы и ширина потенциального барьера

### **!Task17**

Энергетическая модель кристалла содержит ...

!TRUE

Дискретные энергетические уровни и энергетические зоны

!FALSE

Дискретные энергетические уровни

!FALSE

Энергетические зоны

!FALSE

Нет ни дискретных энергетических уровней ни энергетических зон

### !Task18

Каким образом изменяются гравитационное и электромагнитное взаимодействия при переходе на наномасштабы?

!TRUE

С уменьшением размера частиц гравитационное взаимодействие становится слабее, а электромагнитное взаимодействие сильнее

!FALSE

С уменьшением размера частиц гравитационное взаимодействие становится сильнее, а электромагнитное взаимодействие слабее

!FALSE

С уменьшением размера частиц гравитационное и электромагнитное взаимодействия становятся слабее

!FALSE

С уменьшением размера частиц гравитационное и электромагнитное взаимодействия становятся сильнее

### !Task19

Чем будет определяться величина силы трения при переходе на наномасштабы?

!TRUE

Площадью соприкасающихся поверхностей

!FALSE

Массой объекта

!FALSE

Расположением объекта и плоскости, на которой он расположен

!FALSE

Площадью соприкасающихся поверхностей, массой объекта и расположением объекта и плоскости, на которой он расположен

### !Task20

Какой моделью или моделями можно адекватно описать механические колебания и резонансы в наноразмерных системах?

!TRUE

Модель груза на пружинке, помещённого в электростатическое поле

!FALSE

Модель математического маятника

!FALSE

Модель груза на пружинке

!FALSE

Модель математического маятника, модель груза на пружинке и модель груза на пружинке, помещённого в электростатическое поле

**!Task21**

Каким образом изменяются термодинамические свойства наносред?

!TRUE

Граница фазового равновесия смещается в сторону меньших температур, температура плавления уменьшается, граница стабильности структуры смещается в сторону меньших температур, растворимость веществ друг в друге увеличивается

!FALSE

Граница фазового равновесия смещается в сторону больших температур, температура плавления увеличивается, граница стабильности структуры смещается в сторону больших температур, растворимость веществ друг в друге уменьшается

!FALSE

Граница фазового равновесия смещается в сторону меньших температур, температура плавления уменьшается, граница стабильности структуры смещается в сторону больших температур, растворимость веществ друг в друге увеличивается

!FALSE

Граница фазового равновесия смещается в сторону меньших температур, температура плавления уменьшается, граница стабильности структуры смещается в сторону меньших температур, растворимость веществ друг в

друге уменьшается

### **!Task22**

Теплоёмкость веществ при переходе на наномасштабы ...

!TRUE

Увеличивается

!FALSE

Уменьшается

!FALSE

Не изменяется

!FALSE

Вначале увеличивается, а затем уменьшается

### **!Task23**

Каким образом изменяются энергия связи и межатомные расстояния в кристаллической решётке при переходе на наномасштабы?

!TRUE

Энергия связи и межатомные расстояния уменьшаются

!FALSE

Энергия связи и межатомные расстояния увеличиваются

!FALSE

Энергия связи увеличивается, а межатомные расстояния уменьшаются

!FALSE

Никак не изменяются

### **!Task24**

Каким образом изменяются химические свойства наносред?

!TRUE

Температура протекания химических реакций уменьшается, возникают неосуществимые ранее химические реакции

!FALSE



Температура протекания химических реакций увеличивается

!FALSE

Температура протекания химических реакций не изменяется

!FALSE

Температура протекания химических реакций уменьшается, неосуществимые ранее химические реакции не происходят

### **!Task25**

Каким образом изменяются механические свойства наносред?

!TRUE

Возможно одновременное увеличение твёрдости и пластичности

!FALSE

Твёрдость увеличивается, а пластичность уменьшается

!FALSE

Твёрдость и пластичность одновременно уменьшаются

!FALSE

Твёрдость и пластичность никак не изменяются

### **!Task26**

Каким образом изменяется электронная структура наночастицы?

!TRUE

При уменьшении размера наночастицы ширина запрещённой зоны в ней увеличивается

!FALSE

При уменьшении размера наночастицы ширина запрещённой зоны в ней вначале увеличивается, а потом уменьшается

!FALSE

При уменьшении размера наночастицы ширина запрещённой зоны в ней уменьшается

!FALSE

При уменьшении размера наночастицы ширина запрещённой зоны в ней не

изменяется

### **!Task27**

Удельное сопротивление наноструктурных металлов по сравнению с обычными ...

!TRUE

Увеличивается

!FALSE

Уменьшается

!FALSE

Не изменяется

!FALSE

Сначала увеличивается, а затем уменьшается

### **!Task28**

Если частицу магнитного материала поместить во внешнее однородное магнитное поле и при этом её однодоменная структура не нарушится, то размер этой частицы будет определяться ...

!TRUE

Радиусом абсолютной однодоменности

!FALSE

Критическим радиусом однодоменности

!FALSE

Критическим радиусом суперпарамагнетизма

!FALSE

Любым из радиусов: радиусом абсолютной однодоменности, либо критическим радиусом однодоменности, либо критическим радиусом суперпарамагнетизма

### **!Task29**

От каких факторов зависят положение и интенсивность поверхностного плазмонного резонанса?

!TRUE

От размера, формы наночастиц и локального диэлектрического окружения

!FALSE

От размера и формы наночастиц

!FALSE

От размера наночастиц

!FALSE

Не зависят ни от каких факторов

### **!Task30**

Ослабление электромагнитной волны малыми частицами ...

!TRUE

Происходит за счёт большего рассеяния излучения

!FALSE

Происходит за счёт большего поглощения излучения

!FALSE

Происходит за счёт рассеяния и поглощения излучения в равной степени

!FALSE

Не происходит

### **!Task31**

Наноструктурированная неоднородность вещества при взаимодействии с электромагнитным излучением ...

!TRUE

Может привести к созданию веществ с отрицательным показателем преломления и веществ, обладающих структурными цветами

!FALSE

Может привести к созданию веществ с отрицательным показателем преломления

!FALSE

Может привести к созданию веществ, обладающих структурными цветами

!FALSE

Ни к чему не может привести

**!Task32**

Механические методы получения наноматериалов могут основываться на ...

!TRUE

Кавитационных процессах

!FALSE

Испарении и конденсации

!FALSE

Электролизе

!FALSE

Использовании ферритинов

**!Task33**

Физические методы получения наноматериалов могут основываться на ...

!TRUE

Термоциклировании

!FALSE

Вибрации

!FALSE

Термическом разложении

!FALSE

Использовании ферритинов

**!Task34**

Химические методы получения наноматериалов могут основываться на ...

!TRUE

Восстановлении

!FALSE

Использовании силы трения

!FALSE

Возгонке

!FALSE

Использовании ферритинов

**!Task35**

К методам механического диспергирования относится метод ...

!TRUE

Измельчения с помощью атритора

!FALSE

Измельчения распылением струи расплава

!FALSE

Измельчения с помощью электрофлотации

!FALSE

Измельчение взрывом проводника

**!Task36**

К методам физического диспергирования относится метод ...

!TRUE

Контролируемой кристаллизации из аморфного состояния

!FALSE

Кавитационно-гидродинамический

!FALSE

Измельчения ультразвуком

!FALSE

Песочных часов

**!Task37**

К методам химического диспергирования относится метод ...

!TRUE

Металлотермии

!FALSE

Циклических превращений

!FALSE

Вакуум-сублимационный

!FALSE

Спиннингования

### **!Task38**

К методам консолидации наноразмерных порошков относится метод ...

!TRUE

Прокатки

!FALSE

Спиннингования

!FALSE

Равноканального углового прессования

!FALSE

Всестороннейковки

### **!Task39**

С увеличением дисперсности удельная поверхность порошков ...

!TRUE

Увеличивается

!FALSE

Уменьшается

!FALSE

Не изменяется

!FALSE

Вначале увеличивается, а затем уменьшается

### **!Task40**

Какой формой частиц определяется минимальная удельная поверхность

порошка?

!TRUE

Шарообразной

!FALSE

Чешуйчатой

!FALSE

Игольчатой

!FALSE

Любой

#### **!Task41**

При образовании оксидной плёнки на поверхности нанопорошков металлов величина их удельной поверхности ...

!TRUE

Увеличивается

!FALSE

Уменьшается

!FALSE

Не изменяется

!FALSE

Вначале увеличивается, а затем не изменяется

#### **!Task42**

Распределение наночастиц по размерам в порошке носит характер нормального закона, если ...

!TRUE

Образование частиц протекает по бездиффузионному и диффузионному механизмам роста

!FALSE

Образование частиц протекает по коагуляционному механизму роста

!FALSE

Образование частиц протекает по бездиффузионному и коагуляционному механизмам роста

!FALSE

Образование частиц протекает по бездиффузионному, диффузионному и коагуляционному механизмам роста

#### **!Task43**

Распределение наночастиц по размерам в порошке с увеличением их роста ...

!TRUE

Смещается от нормального закона к логарифмически-нормальному

!FALSE

Смещается от логарифмически-нормального закона к нормальному

!FALSE

Определяется нормальным законом и не меняется

!FALSE

Определяется логарифмически-нормальным законом и не меняется

#### **!Task44**

Какие методы применяют для практического определения удельной поверхности нанопорошков?

!TRUE

Динамические и статические методы адсорбции

!FALSE

Методы газопроницаемости

!FALSE

Методы газопроницаемости и динамические методы адсорбции

!FALSE

Методы газопроницаемости и статические методы адсорбции

#### **!Task45**

Какие методы применяют для практического определения среднего размера наночастиц?



!TRUE

Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей

!FALSE

Метод нейтронографии

!FALSE

Метод газопроницаемости

!FALSE

Метод электронной микроскопии

#### **!Task46**

Какие методы применяют для практического определения среднего размера областей когерентного рассеяния (кристаллитов)?

!TRUE

Метод рентгенографии и нейтронографии

!FALSE

Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей

!FALSE

Метод газовой хроматографии

!FALSE

Метод электронной микроскопии

#### **!Task47**

Какие методы применяют для практического определения распределения наночастиц по размерам?

!TRUE

Методы электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа

!FALSE

Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей

!FALSE

Метод газовой хроматографии

!FALSE

Метод нейтронографии

**!Task48**

Какой вид спектроскопии основан на изменении состояния валентных электронов?

!TRUE

Ультрафиолетовая и оптическая спектроскопия

!FALSE

Рентгеноскопия

!FALSE

Инфракрасная спектроскопия

!FALSE

Радиоспектроскопия

**!Task49**

Какой вид спектроскопии обладает самой высокой чувствительностью?

!TRUE

Атомно-абсорбционная спектроскопия

!FALSE

Атомно-эмиссионная спектроскопия

!FALSE

Масс-спектрометрия

!FALSE

Ядерный магнитный резонанс

**!Task50**

Какие методы оптической микроскопии можно использовать при исследовании прозрачных и бесцветных объектов?

!TRUE

Метод тёмного поля в проходящем свете, метод фазового контраста, метод интерференциального контраста

!FALSE

Метод светлого поля в отражённом свете, метод наблюдения в инфракрасных лучах, метод светлого поля в проходящем свете

!FALSE

Метод ультрамикроскопии, метод тёмного поля в отражённом свете, метод наблюдения в поляризованном свете

!FALSE

Метод наблюдения в ультрафиолетовых лучах, метод исследования в свете люминесценции, метод наблюдения в инфракрасных лучах

### **!Task51**

Для того чтобы определить химический состав материала с помощью электронного микроскопа, какой детектор в нём нужно задействовать?

!TRUE

Детектор рентгеновского излучения

!FALSE

Детектор вторичных электронов

!FALSE

Детектор отразившихся электронов

!FALSE

Детектор потерь энергии электронов

### **!Task52**

Длина волны электронов в падающем пучке электронного микроскопа ...

!TRUE

Уменьшается с увеличением ускоряющего напряжения электронного пучка

!FALSE

Увеличивается с увеличением ускоряющего напряжения электронного пучка

!FALSE

Не изменяется при изменении ускоряющего напряжения электронного пучка

!FALSE

Вначале уменьшается, а затем не изменяется при увеличении ускоряющего напряжения электронного пучка

### **!Task53**

Какой сигнал визуализируется в сканирующем зондовом микроскопе?

!TRUE

Сигнал, передаваемый на исполнительный элемент, управляющий зондом

!FALSE

Сигнал измеренного взаимодействия зонда с поверхностью образца

!FALSE

Сигнал, поступающий в систему обратной связи

!FALSE

Сигнал, задаваемый пользователем в системе обратной связи

### **!Task54**

Какие силы используются при детектировании взаимодействия в атомно-силовой микроскопии?

!TRUE

Силы Ван-Дер-Ваальса

!FALSE

Силы ионного взаимодействия

!FALSE

Силы взаимодействия по типу ковалентной связи

!FALSE

Силы взаимодействия по типу металлической связи

### **!Task55**

Каким углеродным структурам соответствует  $sp^2$ -гибридизация?

!TRUE

Графиту

!FALSE

Алмазу

!FALSE

Карбину

!FALSE

Карбину и графиту

**!Task56**

Молекулярный кристалл фуллерена ...

!TRUE

Это полупроводник

!FALSE

Это проводник

!FALSE

Это диэлектрик

!FALSE

Может обладать любым типом проводимости

**!Task57**

Какие индексы хиральности определяют углеродную нанотрубку с винтовой осью симметрии?

!TRUE

(n, m)

!FALSE

(n, 0)

!FALSE

(n, n)

!FALSE

(0, 0)

**!Task58**

К методу формирования наноэлектронных структур, основанному на

использовании сканирующих зондов относится ...

!TRUE

Метод локального окисления

!FALSE

Молекулярно-лучевая эпитаксия

!FALSE

Химическое осаждение из газовой фазы

!FALSE

Магнетронное распыление

### **!Task59**

Какой вид литографии в настоящее время широко используют для получения микроэлектронных объектов?

!TRUE

Фотолитография

!FALSE

Электронолитография

!FALSE

Ионолитография

!FALSE

Рентгенолитография

### **!Task60**

Какой вид литографии в нанометровом диапазоне более простой и дешёвый, по сравнению с традиционной литографией?

!TRUE

Импринт-литография

!FALSE

Нанолитография на основе использования сканирующих зондов

!FALSE

Перьевая нанолитография

!FALSE

Термонанолитография

!END

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Приведите классификацию дисперсных систем по агрегатному состоянию.
2. Приведите классификацию дисперсных систем по размерам, принятую в научных кругах.
3. Приведите классификацию дисперсных систем по мерности.
4. Приведите примеры нанообъектов в обычной жизни.
5. Приведите классификацию возможных трехмерных решеток Бравэ.
6. Опишите суть задания координат узлов, направлений и плоскостей в кристалле с помощью индексов Миллера.
7. Опишите виды возможных точечных дефектов в кристалле.
8. В чём состоит суть структурных магических чисел?
9. В чём состоит суть электронных магических чисел?
10. Объясните сущность уравнения Шрёдингера.
11. Объясните сущность пространственной модели атома.
12. Объясните сущность энергетической модели атома.
13. Объясните сущность связи силами Ван-Дер-Ваальса.
14. Проведите сравнительный анализ химических связей: ионной, ковалентной, металлической и связи силами Ван-Дер-Ваальса.
15. В чём состоит суть туннельного эффекта?
16. Объясните, в чём отличие энергетических моделей атома и кристалла?
17. Опишите особенности физических взаимодействий на наномасштабах.
18. Опишите изменение основных свойств в наноматериалах.
19. В чём заключаются основные требования, предъявляемые к методам получения наноматериалов?
20. Приведите классификацию методов получения наноматериалов, в основе которой лежит природа основного процесса.
21. Опишите суть методов, относящихся к механическому измельчению.
22. Опишите суть методов, относящихся к интенсивной пластической деформации.
23. Опишите суть методов, относящихся к механическому воздействию различных сред.

24. Как осуществляются методы распыления расплавов?
25. Опишите суть методов испарения-конденсации.
26. Как осуществляется вакуум-сублимационная технология?
27. В чём заключается суть методов твердофазных превращений?
28. Опишите электрохимические методы получения наноматериалов.
29. В чём заключается суть методов получения наноматериалов, основанных на сочетании физических и химических превращений?
30. Опишите методы биологического подхода для получения наноматериалов.
31. Опишите методы консолидации наноразмерных порошков.
32. Опишите методы определения удельной поверхности нанопорошков.
33. В чём заключается суть метода газовой хроматографии?
34. Опишите принципы работы детекторов, которые используются в газовой хроматографии.
35. Опишите работу методов определения среднего размера наночастиц.
36. Опишите работу методов измерения областей когерентного рассеяния (кристаллитов).
37. Опишите работу химических методов определения элементного состава.
38. Опишите, каким образом проводят атомно-абсорбционный анализ.
39. Опишите, каким образом проводят атомно-эмиссионный анализ.
40. Опишите работу масс-спектро스코пического анализа.
41. Опишите работу оптического микроскопа.
42. Опишите работу просвечивающего электронного микроскопа.
43. Опишите работу растрового электронного микроскопа.
44. Опишите работу сканирующего зондового микроскопа.
45. В чём заключается суть искажений, которые возникают в сканирующей зондовой микроскопии?
46. Опишите основные методы атомно-силовой микроскопии.
47. Опишите работу электросиловой микроскопии.
48. Опишите работу оптической микроскопии ближнего поля.
49. Опишите свойства такой формы углерода, как фуллерены.
50. Опишите свойства углеродных нанотрубок. От чего они зависят?
51. Опишите традиционные методы осаждения пленок, используемые в нанотехнологии.
52. Почему молекулярно-лучевая эпитаксия является самым качественным традиционным методом получения сверхрешеток?
53. Опишите методы получения пленок в нанотехнологии, основанные на использовании сканирующих зондов



54. Опишите виды процессов перемещения атомов в атомной инженерии.
55. На каких принципах основаны процессы локального окисления металлов и полупроводников?
56. На каких принципах основаны процессы локального химического осаждения из газовой фазы?
57. Опишите виды литографии, используемой для получения нанообъектов.
58. На каких принципах основана электронно-лучевая литография?
59. На каких принципах основана импринт-литография?
60. На каких принципах основана перьевая литография?