

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Щёкина Вера Викторовна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 31.05.2019 10:38:34  
Уникальный программный идентификатор:  
a2232a55157e576551a8999b1191891af58989470470556b0c375a454e57789



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

**«Благовещенский государственный педагогический университет»**

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**Рабочая программа дисциплины**

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. декана физико-математического  
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

**О.А. Днепровская  
«22» мая 2019 г.**

**Рабочая программа дисциплины**

**ФИЗИКА НАНОМАТЕРИАЛОВ**

**Направление подготовки  
44.04.01 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**Профиль  
«ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»**

**Уровень высшего образования  
МАГИСТРАТУРА**

**Принята на заседании кафедры  
физического и математического  
образования  
(протокол № 9 от «15» мая 2019 г.)**

**Благовещенск 2019**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1.ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....</b>	<b>3</b>
<b>2.УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) .....</b>	<b>6</b>
<b>4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>5.ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>9</b>
<b>6. ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ)УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА .....</b>	<b>11</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ .....</b>	<b>16</b>
<b>В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>16</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ ИЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>17</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>17</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>19</b>

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** Физика наноматериалов - формирование комплекса базовых знаний и умений, позволяющих ориентироваться в терминологии и направлениях нанотехнологии как совокупности технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона.

**1.2 Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина «Физика наноматериалов» относится к дисциплинам вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 (Б1.В.ДВ.02.02).

**1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:** ОПК-2, ПК-1, ПК-2:

**ОПК-2.** Способен проектировать основные и дополнительные образовательные программы и разрабатывать научно-методическое обеспечение их реализации., **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-2.1 Знает содержание основных нормативных документов, необходимых для проектирования ОП; сущность и методы педагогической диагностики особенностей обучающихся; сущность педагогического проектирования; структуру образовательной программы и требования к ней.

**ПК-1.** Способен организовывать и реализовывать процесс обучения дисциплинам предметной области профиля магистратуры в образовательных организациях соответствующего уровня образования, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-1.2 Умеет характеризовать процесс обучения дисциплинам предметной области профиля магистратуры как взаимосвязь процессов учения и преподавания; реализовывать взаимосвязь целей обучения и целей образования на соответствующих уровнях; использовать различные информационные ресурсы для отбора содержания образования; проектировать предметную образовательную среду.

**ПК-2.** Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-2.1 Знает источники научной информации, необходимой для обновления содержания образования по дисциплинам предметной области профиля магистратуры и трансформации процесса обучения; методы работы с научной информацией; приемы дидактической обработки научной информации в целях ее трансформации в учебное содержание.

- ПК-2.3 Владеет методами работы с научной информацией и учебными текстами.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения.** В результате изучения дисциплины студент должен

**- знать:**

- современные представления о природе основных физических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи;
- основные понятия и теории, описывающие состояние физических объектов и протекающие в них физические процессы;
- математические методы, позволяющие адекватно описать и объяснить протекание любого конкретного физического процесса или явления;

**уметь:**

- применять физические законы для решения практических задач;
- выделить главное содержание исследуемого физического явления и выбрать адекватную физическую модель его описания, позволяющую рассчитать адекватные характеристики;

- использовать знания фундаментальных основ и методов теоретической физики в освоении уже имеющихся и в создании новых подходов к проблемам профессиональной деятельности.

**владеть:**

- практическими навыками решения конкретных задач профессиональной деятельности;
- методологией проведения теоретических исследований
- методами выполнения исследовательских работ.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Физика наноматериалов» составляет 3 зачетных единиц (далее – ЗЕ)(108 часов):**

### 1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

#### Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 4
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	28	28
Лекции	6	6
Практические занятия	22	22
Самостоятельная работа	80	80
Вид итогового контроля		зачет

#### Объем дисциплины и виды учебной деятельности (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 4
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	18	18
Лекции	4	4
Практические занятия	14	14
Самостоятельная работа	86	86
Вид итогового контроля	4	Зачёт

## 2.УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 2.1 Очная форма обучения Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
1.	Введение. Основные понятия наномира	28	2	6	20
2.	Основы физической химии наноструктурированных материалов	28	2	6	20
3.	Формирование наноструктур	27	1	6	20
4.	Эволюция полупроводниковой электроники. Одноэлектронные устройства.	25	1	4	20
<b>ИТОГО</b>		<b>108</b>	<b>6</b>	<b>22</b>	<b>80</b>

### Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем(разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Введение. Основные понятия нанобиомира	лек.	Лекция-дискуссия	1ч.
2.	Основы физической химии наноструктурированных материалов	пр.	Работа в малых группах	1 ч.
3.	Формирование наноструктур	пр.	Работа в малых группах	1 ч.
4.	Эволюция полупроводниковой электроники.	лек.	Лекция с ошибками.	1 ч.
5.	<b>ИТОГО</b>			<b>4</b>

### 2.2 Заочная форма обучения Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
1.	Введение. Основные понятия нанобиомира	25	1	4	20
2.	Основы физической химии наноструктурированных материалов	27	1	4	22
3.	Формирование наноструктур	27	1	4	22
4.	Эволюция полупроводниковой электроники. Одноэлектронные устройства.	25	1	2	22
Зачет		4			
<b>ИТОГО</b>		<b>108</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>86</b>

### Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем(разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Введение. Основные понятия нанобиомира	лек.	Лекция-дискуссия	1ч.
2.	Основы физической химии наноструктурированных материалов	пр.	Работа в малых группах	1 ч.
3.	Формирование наноструктур	пр.	Работа в малых группах	1 ч.
4.	Эволюция полупроводниковой электроники.	лек.	Лекция с ошибками.	1 ч.
5.	<b>ИТОГО</b>			<b>4</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

#### Тема 1. Введение. Основные понятия наномира

Базовые термины и понятия. Основные классы наноразмерных систем. Место наноразмерных объектов в окружающем нас мире. Определение понятий: нанотехнология, наноматериалы, наносистемные устройства, наноструктура. Нанообъекты. Критерии определения наноматериалов: критический размер и функциональные свойства. Квантовые наноструктуры различной размерности: 0D-, 1D-, 2D-структуры. Квантовые точки. Основные типы наноразмерных систем. Углеродные наноструктуры (фуллерены и нанотрубки). Неуглеродные наноструктуры. Нанокompозиты и наножидкости. Степень интеграции и перспективы нанотехнологий.

#### Тема 2. Основы физической химии наноструктурированных материалов.

Физическая химия наносистем - основные понятия и представления. Параметры для описания физико-химии наносистем. Базовые модели нанообъектов. Энергетическое состояние поверхности. Термодинамика поверхности. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях; адсорбция и десорбция; реконструкция и релаксация поверхностей. Основы физической химии наносистем; уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах; особенности поверхностных процессов в наноструктурах: размерные эффекты и фазовые переходы. Устойчивость нанообъектов.

#### Тема 3. Формирование наноструктур.

История развития методов синтеза наноматериалов; два основных технологических подхода: диспергационный («сверху–вниз»), конденсационный («снизу–вверх»). Методы синтеза нанопорошков: физические методы, химические методы. Методы получения наноструктурированных материалов. Понятие об образовании зародышей. Механизмы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования. Формирование кластеров и наночастиц. Формирование сложных наноструктур. Понятие о самоорганизации. Самоорганизация наноразмерных упорядоченных структур. Роль температурного фактора. Типы упорядоченных структур и их параметры. Физико-математические модели нанообъектов.

#### Тема 4. Эволюция полупроводниковой электроники. Одноэлектронные устройства.

Эволюция полупроводниковой электроники. Планарная технология и групповой метод. Приближения размеров твердотельных структур к нанометровой области и проявления квантовых свойства электрона. Одноэлектронно-туннелирование в условиях кулоновской блокады. Реализация одноэлектронного транзистора в полупроводниковой, углеродной, молекулярной электронике.

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Общие методические рекомендации

Дисциплина предусматривает работу на лекциях и практических занятиях. По окончании каждого занятия студенты получают домашнее задание, которые включают несколько вопросов и/или расчетных задач и/или тестовых заданий.

Для оперативного контроля усвоения учебного материала проводится опрос у доски. Уровень усвоения разделов курса оценивается с помощью тестовых заданий. В конце каждого семестра проводится зачет и/или экзамен.

Для изучения запланированных тем и проведения практических занятий используются учебные пособия, написанные преподавателями кафедры.

Построение курса позволяет использовать в обучении операции мышления: анализ, синтез, сравнение и аналогию, систематизацию и обобщение.

Эффективность изучения курса обеспечивается правильной организацией самостоятельной работы, алгоритм ее вырабатывается в работе с учебной и справочной литературой.

#### **4.2 Методические рекомендации по подготовке к лекциям**

Курс лекций строится на основе четких понятий и формулировок, так как только при таком походе студенты приобретают культуру абстрактного мышления, необходимую для высококвалифицированного специалиста в любой отрасли знаний, а также на разборе типовых задач и алгоритмов их решения. Необходимо избегать механического записывания текста лекции без осмысливания его содержания.

#### **4.3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям студент должен просмотреть конспекты лекций, рекомендованную литературу по данной теме; разобрать решение предлагаемых на лекциях задач.

#### **4.4. Методические указания к самостоятельной работе студентов**

Для успешного усвоения дисциплины необходима правильная организация самостоятельной работы студентов. Эта работа должна содержать:

– проработку теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованной литературе;

– подготовку к практическим занятиям, в том числе выполнение домашних заданий;

– подготовку к решению расчетно-графической работы и ее успешное выполнение.

В качестве образца решения задач следует брать те решения, которые приводились преподавателем на лекциях или выполнялись на практических занятиях. При появлении каких-либо вопросов следует обращаться к преподавателю в часы его консультаций. Критерием качества усвоения знаний могут служить аттестационные оценки по дисциплине и текущие оценки, выставляемые преподавателем в течение семестра. Также при подготовке к решению расчетно-графической работы следует просмотреть конспект практических занятий и выделить в практические задания, относящиеся к данному разделу. Если задания на какие-то темы не были разобраны на занятиях (или решения которых оказались не понятными), следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника сведений. Полезно при подготовке к решению расчетной работы самостоятельно разбирать решения типичных заданий по соответствующему разделу в методической литературе.

#### **4.5. Методические указания к зачету**

Подготовку к зачету наиболее рационально осуществлять путем повторения и систематизации курса с помощью кратких конспектов. При работе с теоретическим материалом студент должен уяснить наиболее важные идеи каждой темы, уметь пользоваться основными понятиями и утверждениями (знать их формулировки, демонстрировать их использование на примерах, понимать условия применения и т.д.). Как правило, каждая тема, изученная в рамках курса, содержит ряд основных задач, приемами и методами решения которых должен владеть студент. Рабочая программа содержит программу зачета, которая позволит наиболее эффективно организовать подготовку к нему. При подготовке к занятиям и зачету студенты могут использовать литературу, приведенную в списке литературы и имеющийся лекционный материал, кроме того по темам лекций дополнительно рекомендуется изучить представленную литературу.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы  
студентов по дисциплине**

**для очного обучения**

<b>№</b>	<b>Наименование раздела (темы)</b>	<b>Формы/виды самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом</b>
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия нанобиомира.	Подготовка к практическим занятиям, экзамену	20
2.	Тема 2. Основы физической химии наноструктурированных материалов. Электрические методы исследования наноматериалов	Подготовка к практическим занятиям, экзамену	20
3.	Тема 3. Формирование наноструктур. ЯМР. Электронная микроскопия. (ПЭМ, РЭ, СЗМ, СТМ, СЭМ). Оже- спектроскопия.	Подготовка к практическим занятиям, экзамену	20
4.	Тема 4. Эволюция полупроводниковой электроники. Одноэлектронные устройства. Влияние размерных эффектов на физические свойства твердых тел	Подготовка к практическим занятиям, экзамену	20
	<b>ИТОГО</b>		<b>80</b>

**для заочного обучения**

<b>№</b>	<b>Наименование раздела (темы)</b>	<b>Формы/виды самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом</b>
5.	Тема 1. Введение. Основные понятия нанобиомира.	Подготовка к практическим занятиям, экзамену	20
6.	Тема 2. Основы физической химии наноструктурированных материалов. Электрические методы исследования наноматериалов	Подготовка к практическим занятиям, экзамену	22
7.	Тема 3. Формирование наноструктур. ЯМР. Электронная микроскопия. (ПЭМ, РЭ, СЗМ, СТМ, СЭМ). Оже- спектроскопия.	Подготовка к практическим занятиям, экзамену	22
8.	Тема 4. Эволюция полупроводниковой электроники. Одноэлектронные устройства. Влияние размерных эффектов на физические свойства твердых тел	Подготовка к практическим занятиям, экзамену	22
	<b>ИТОГО</b>		<b>86</b>



## 5. ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (в условиях очного обучения)

#### **Практическое занятие № 1 Тема 1. Введение. Основные понятия наномира.**

Основные вопросы, рассматриваемые на практическом занятии:

1. Понятийный аппарат.
2. Классификация наноразмерных систем.

#### **Практическое занятие № 2 Тема 1. Введение. Основные понятия наномира.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Критический размер наноматериалов и их функциональные свойства.
2. Квантовые структуры различной размерности: 0D-, 1D-, 2D-структуры.

#### **Практическое занятие № 3 Тема 1. Введение. Основные понятия наномира.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Углеродные наноструктуры (графен, фуллерены, нанотрубки).
2. Нанокompозиты и наножидкости.

#### **Практическое занятие № 4 Тема 2. Основы физической химии наноструктурированных материалов.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Энергетическое состояние поверхности. Термодинамика поверхности.
2. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.

#### **Практическое занятие № 5 Тема 2. Основы физической химии наноструктурированных материалов.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах.
2. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях.

#### **Практическое занятие № 6 Тема 2. Основы физической химии наноструктурированных материалов.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Размерные эффекты и фазовые переходы
2. Устойчивость нанообъектов.

#### **Практическое занятие № 7 Тема 3. Формирование наноструктур.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Технологические подходы к синтезу наноматериалов.
2. Методы синтеза нанопорошков.

#### **Практическое занятие № 8 Тема 3. Формирование наноструктур.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Понятие об образовании зародышей. Механизмы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования.
2. Формирование кластеров и наночастиц.

#### **Практическое занятие № 9 Тема 3. Формирование наноструктур.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Формирование сложных наноструктур.
2. Понятие о самоорганизации.

**Практическое занятие № 10 Тема 4. Эволюция полупроводниковой электроники. Одноэлектронные устройства.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Одноэлектронные устройства.
2. Приближения размеров твердотельных структур к нанометровой области и проявления квантовых свойства электрона.

**Практическое занятие № 11 Тема 4. Эволюция полупроводниковой электроники. Одноэлектронные устройства.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Планарная технология и групповой метод.
2. Реализация одноэлектронного транзистора в полупроводниковой, углеродной, молекулярной электронике.

**Литература:**

1. Андриевский, Р. А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие для студ. вузов / Р. А. Андриевский. - М. : Академия, 2005. - 178 с.
2. Сергеев, Г. Б. Нанохимия : учеб. пособие / Г. Б. Сергеев. - 2 - е изд. - М. : Университет : Книжный Дом, 2007. - 333 с.

**ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ(в условиях заочного обучения)**

**Практическое занятие № 1 Тема 1. Введение. Основные понятия наномира.**

Основные вопросы, рассматриваемые на практическом занятии:

1. Понятийный аппарат.
2. Классификация наноразмерных систем.
3. Критический размер наноматериалов и их функциональные свойства.

**Практическое занятие № 2 Тема 1. Введение. Основные понятия наномира.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Квантовые структуры различной размерности: 0D-, 1D-, 2D-структуры.
2. Углеродные наноструктуры (графен, фуллерены, нанотрубки).
3. Нанокompозиты и наножидкости.

**Практическое занятие № 3 Тема 2. Основы физической химии наноструктурированных материалов.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Энергетическое состояние поверхности. Термодинамика поверхности.
2. Термодинамические функции поверхности. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.
3. Уравнения и характеристики условий термодинамической стабильности межфазных границ в наносистемах.

**Практическое занятие № 4 Тема 2. Основы физической химии наноструктурированных материалов.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях.

2. Размерные эффекты и фазовые переходы
3. Устойчивость нанобъектов.

### **Практическое занятие № 5 Тема 3. Формирование наноструктур.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Технологические подходы к синтезу наноматериалов.
2. Методы синтеза нанопорошков.
3. Понятие об образовании зародышей. Механизмы гомогенного и гетерогенного зародышеобразования.

### **Практическое занятие № 6 Тема 3. Формирование наноструктур.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Формирование кластеров и наночастиц.
2. Формирование сложных наноструктур.
3. Понятие о самоорганизации.

### **Практическое занятие № 7 Тема 4. Эволюция полупроводниковой электроники. Одноэлектронные устройства.**

Основные вопросы, рассматриваемы на практическом занятии:

1. Одноэлектронные устройства.
2. Приближения размеров твердотельных структур к нанометровой области и проявления квантовых свойства электрона.
3. Планарная технология и групповой метод.
4. Реализация одноэлектронного транзистора в полупроводниковой, углеродной, молекулярной электронике.

#### **Литература:**

1. Андриевский, Р. А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие для студ. вузов / Р. А. Андриевский. - М. : Академия, 2005. - 178 с.
2. Сергеев, Г. Б. Нанохимия : учеб.пособие / Г. Б. Сергеев. - 2 - е изд. - М. : Университет : Книжный Дом, 2007. - 333 с.

## **6. ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ)УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА**

### **6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций**

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Оценочное средство</b>	<b>Показатели оценивания</b>	<b>Критерии оценивания сформированности компетенций</b>
ПК-1, ПК-2	Тест	Низкий (неудовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый (удовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый (хорошо)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий (отлично)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
ПК-1, ПК-2	Разноуровневые задачи	Низкий (неудовлетворительно)	Ответ студенту не зачитывается если: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задание выполнено менее, чем на половину;</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.</li> </ul>
		<p>Пороговый (удовлетворительно)</p>	<p>Задание выполнено более, чем на половину. Студент обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;</li> <li>• Не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;</li> </ul> <p>Излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.</p>
		<p>Базовый (хорошо)</p>	<p>Задание в основном выполнено. Ответы правильные, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• В ответе допущены малозначительные ошибки и недостаточно полно раскрыто содержание вопроса;</li> <li>• Не приведены иллюстрирующие примеры, недостаточно чётко выражено обобщающее мнение студента;</li> </ul> <p>Допущено 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.</p>
		<p>Высокий (отлично)</p>	<p>Задание выполнено в максимальном объеме. Ответы полные и правильные.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;</li> <li>• Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры;</li> </ul> <p>Излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.</p>
ОПК-2, ПК-1, ПК-2	Доклад, сообщение	<p>Низкий (неудовлетворительно)</p>	<p>Доклад студенту не зачитывается если:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент не усвоил значительной части проблемы;</li> <li>• Допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее;</li> <li>• Испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>• Не может аргументировать научные положения;</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не формулирует выводов и обобщений;</li> <li>• Не владеет понятийным аппаратом.</li> </ul>
		Пороговый (удовлетворительно)	<p>Задание выполнено более чем на половину. Студент обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>• Допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>• Испытывает затруднения в практическом применении полученных знаний;</li> <li>• Слабо аргументирует научные положения;</li> <li>• Затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>• Частично владеет системой понятий.</li> </ul>
		Базовый (хорошо)	<p>Задание в основном выполнено:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>• Не допускает существенных неточностей;</li> <li>• Увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li> <li>• Аргументирует научные положения;</li> <li>• Делает выводы и обобщения;</li> <li>• Владеет системой основных понятий.</li> </ul>
		Высокий (отлично)	<p>Задание выполнено в максимальном объеме.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li> <li>• Уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>• Опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li> <li>• Умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>• Делает выводы и обобщения;</li> <li>• Свободно владеет понятиями.</li> </ul>

## 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

### **Критерии оценивания устного ответа на практическом занятии**

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умения применять определения, правила в конкретных случаях.

Критерии оценивания:

1. Полнота и правильность ответа.
2. Степень осознанности, понимания изученного.
3. Языковое оформление ответа.

Оценка *«отлично»* ставится, если студент:

- 1) полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры не только из учебников, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка *«хорошо»* ставится, если студент:

- 1) дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка *«не удовлетворительно»* ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### **Критерии оценивания устного ответа на зачете**

Оценка *«зачтено»* выставляется студенту, если:

- 1) вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
- 2) показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
- 3) продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

Оценка *«незачтено»* выставляется, если:

- 1) не раскрыто основное содержание учебного материала;
- 2) обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

- 3) допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
- 4) не сформированы компетенции, умения и навыки.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

#### **Темы докладов**

1. Полимерные наноконструированные материалы.
2. Атомная структура поверхностей адсорбентами.
3. Кластеры и фазовые переходы.
4. Электронные явления в графене.
5. Эффекты размерного квантования в наноструктурах.
6. Ансамбли квантовых точек.
7. Квантовые нити.
8. Одноэлектронные транзисторы.
9. Ячейки памяти на один электрон.
10. Диэлектрическая спектроскопия.
11. Механические свойства наноматериалов.
12. Тепловые свойства наноматериалов.
13. Магнитные свойства наночастиц.
14. Электрические свойства наноматериалов.
15. Оптические свойства наноструктур.

#### **Разноуровневые задачи**

1. Сколько наночастиц золота теоретически можно получить из 1,0 нг хлорида золота?
2. Чему равна максимально возможная масса углеродных нанотрубок, которые можно получить из 1,0 г графита?
3. Наночастица, содержащая 55 атомов золота, имеет диаметр 1,4 нм. Оцените радиус атома золота, считая, что атомы в наночастице занимают 70% её объёма.
4. Какие элементы из перечисленных (азот, сера, йод, молибден, платина) могут образовывать наночастицы при нормальных условиях.

#### **Тесты**

1. Кому принадлежит обоснование идеи о возможности создания нанотехнологий?  
а) И. Ньютону; б) М. Ломоносову; в) В. Юркову; г) Р. Фейману.
2. Число атомов в наночастице золота диаметром 3 нм равно...  
а) 1; б) 10; в) 100; г) 1000
3. Определить число атомов золота в 6,0 нмоль золота...  
а)  $6 \cdot 10^{20}$ ; б)  $3 \cdot 10^{22}$ ; в)  $3 \cdot 10^{15}$ ; г)  $6 \cdot 10^{24}$ .
4. Первым растровый электронный микроскоп изобрёл...  
а) Р. Руденберг; б) М. Кноль; в) Ч. Отли; г) Г. Рорер.

#### **Вопросы к зачету «Физика наноматериалов»**

1. История представлений о наноматериалах и нанотехнологиях, основные причины интереса к новому классу материалов. Состояние вопроса у нас в стране и за рубежом.
2. Приоритетные направления нанотехнологий. Основы классификации наноматериалов.
3. Основные сведения о нанотехнологиях порошковой металлургии.
4. Методы получения наноразмерных материалов, основанных на химических процессах.
5. Основы технологий пленок и покрытий.
6. Основы технологий полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов.
7. Методы механического диспергирования для получения нанопорошков.
8. Синтез нанопорошков методами химического диспергирования.
9. Получение наноматериалов внутри нанопористых матриц.
10. Квантовые точки, нанопроволоки.
11. Фуллерены, фуллериты, нанотрубки.
12. Методы исследования структуры наноматериалов. Электронная микроскопия.
13. Методы исследования структуры наноматериалов. Зондовая микроскопия.
14. Методы исследования структуры наноматериалов. Спектральные методы (оме-, диэлектрическая спектроскопия).
15. Основные особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах. Измерения фононного и электронного спектров. Квантовые эффекты.
16. Влияние размерных эффектов на тепловые свойства твердых тел.
17. Механические свойства наноматериалов.
18. Электрические свойства наноматериалов.
19. Оптические свойства наноструктур.
20. Размерные эффекты в сегнетоэлектриках.
21. Магнитные свойства наноматериалов.
22. Наноматериалы со специальными физическими свойствами (магнитные, проводящие, изоляторы, полупроводники). Наноматериалы для ядерной энергетики, для медицины и биологии.

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

**Информационные технологии**—обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Корпоративная сеть и корпоративная электронная почта БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования [www.i-exam.ru](http://www.i-exam.ru)»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий;



## 8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ ИЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в раздел «Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т.п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

## 9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

### 9.1 Литература

3. Рогов, В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии : учебник для вузов / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00528-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537668> (дата обращения: 03.04.2024).
4. Доломатов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов / М. Ю. Доломатов, Р. З. Бахтизин, М. М. Доломатова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 285 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13077-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/543012> (дата обращения: 03.04.2024).
5. Андриевский, Р. А. Наноструктурные материалы: учеб. пособие для студ. вузов / Р. А. Андриевский. - М. : Академия, 2005. - 178 с. (5 шт.)
6. Сергеев, Г. Б. Нанохимия : учеб.пособие / Г. Б. Сергеев. - 2 - е изд. - М. : Университет : Книжный Дом, 2007. - 333 с. (15 шт.)

### 9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - Режим доступа: <http://www.window.edu.ru/>
2. Портал научной электронной библиотеки. - Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Сайт Российской академии наук. - Режим доступа: <http://www.ras.ru/>
4. Сайт Института научной информации по общественным наукам РАН. - Режим доступа: <http://www.inion.ru>
5. Сайт Министерства науки и высшего образования РФ. - Режим доступа: <https://minobrnauki.gov.ru>
6. Сайт Министерства просвещения РФ. - Режим доступа: <https://edu.gov.ru/>

### 9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. ЭБС «Юрайт». - Режим доступа: <https://urait.ru>
2. Полпред (обзор СМИ). - Режим доступа: <https://polpred.com/news>

## 10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером с установленным лицензионным специализированным программным

обеспечением, с выходом в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами.

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.п.

Разработчик: профессор кафедры физического и математического образования, д.ф.-м.н. А.Ю. Милинский.

## 11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

### Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2020/2021 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020/2021 уч. г. на заседании кафедры (протокол № 10 от «16» июня 2020 г.).

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1 № страницы с изменением: Титульный лист	
Исключить:	Включить:
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ	МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

### Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2021/2022 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 уч. г. на заседании кафедры (протокол № 8 от «21» апреля 2021 г.).

### Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2023/2024 уч. г.

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2023/2024 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 10 от «21» июня 2023 г.).

### Утверждение изменений в рабочей программе дисциплины для реализации в 2024/2025 уч. г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 уч. г. на заседании кафедры (протокол № 9 от «24» мая 2024 г.).