

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 02.11.2023 13:20:30  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« 30 » июня 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИКА И ХИМИЯ НАНОРАЗМЕРНОГО СОСТОЯНИЯ**

**28.03.03 Наноматериалы**

Направленность программы бакалавриата  
**Дизайн, синтез и применение наноматериалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет механический**

**Кафедра теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2020

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Мякин С.В.

Рабочая программа дисциплины «Физика и химия наноразмерного состояния» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения  
протокол от «04» 06 2020 № 10  
Заведующий кафедрой

М.М.Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «30» 06 2020 № 12

Председатель

А.Н.Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Нanomатериалы»		М.М. Сычев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций .....	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	8
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	8
4.4.2. Лабораторные занятия.....	8
4.5. Самостоятельная работа.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	15

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции <sup>1</sup>	Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>
<b>ПК-1</b> Способен использовать на практике знания о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	<b>ПК-1.7</b> Знания фундаментальных свойств твёрдых тел	<b>Знать:</b> - классификацию твердотельных веществ и материалов, в том числе наноматериалов, по особенностям структуры, физическим (электрическим, магнитным, физико-механическим) и химическим свойствам (ЗН-1); - физико-химические особенности наноразмерного состояния вещества (ЗН-2); - основные принципы установления взаимосвязи между составом, кристаллической структурой и свойствами твердотельных материалов (ЗН-3)  <b>Уметь:</b> выдавать рекомендации по оптимальному выбору твердотельных наноматериалов для конкретных применений (У-1);  <b>Владеть:</b> навыками анализа и обработки результатов экспериментального исследования состава, структуры и свойств материалов (Н-1)

<sup>1</sup> Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

<sup>2</sup> Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчиком РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.05), и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Общая и неорганическая химия», «Общее материаловедение и технологии материалов», «Физическая химия», «Особочистые вещества и материалы». Полученные в процессе изучения дисциплины «Наноразмерное состояние вещества» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Химические методы получения наноматериалов и нанопокровтий», «Химическая стойкость наноматериалов», «Методы исследования наноматериалов», «Методы исследования наносистем», при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>5/180</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>90</b>
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>63</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Доклад
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Экзамен (27)</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Основные физико-химические характеристики веществ и материалов	10	8		16	ПК-1
2	Структура твердых веществ	8	10		12	ПК-1
3	Особые свойства веществ и материалов	8	10		23	ПК-1
4	Особенности наноразмерных и наноструктурированных веществ и материалов	10	8		12	ПК-1

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-1.7	Основные физико-химические характеристики веществ и материалов
		Структура твердых веществ
		Особые свойства веществ и материалов
		Особенности наноразмерных и наноструктурированных веществ и материалов

### 4.3. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Введение. Общая классификация твердых веществ и материалов, их свойств и характеристик.	2	Интерактивная лекция Дискуссия
	Особенности различных типов химической связи и их влияние на свойства материалов.	2	
	Электрические свойства материалов. Диэлектрики, полупроводники, проводники. Зонная теория твердого тела.	4	
	Магнитные свойства материалов. Диа-, пара-, ферро-, ферри-, антиферромагнетики.	2	
2	Особенности кристаллического и аморфного состояния веществ.	2	Интерактивные лекции
	Кристаллическая структура веществ. Типы, параметры и дефекты кристаллической структуры. Полиморфизм.	2	
	Исследование кристаллической структуры веществ.	2	
	Механизм роста кристаллов и методы их получения	2	
3	«Интеллектуальные» материалы и их особые характеристики.	1	Дискуссии
	Сегнето-, пьезо- и пирозлектрики.	2	
	Электро- и магнито-стрикционные материалы.	1	
	Электро-, термо- и фотохромные материалы	2	
	Материалы с эффектом «памяти формы».	2	
4	Размерные эффекты в наноматериалах.	2	Интерактивные лекции Дискуссии
	Основные виды наноразмерных и наноструктурированных материалов	2	
	Представление о фрактальных структурах и фрактальных характеристиках материалов	3	
	Особые характеристики поверхности и поверхностного слоя материалов	3	

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Расчет характеристик активации проводимости собственных и примесных полупроводников	4	Анализ конкретных ситуаций
1	Анализ спектров пропускания, поглощения, зеркального и диффузного отражения.	4	Анализ конкретных ситуаций
2	Анализ данных микроскопического исследования материалов	4	Анализ конкретных ситуаций
2	Обработка данных рентгенофазового анализа	4	Анализ конкретных ситуаций
2	Расчет влияния концентрации дефектов кристаллической структуры на электрические свойства полупроводников с электронным и дырочным типом проводимости	2	Дискуссия
3	Изучение рабочих характеристик люминофоров	4	Анализ конкретных ситуаций
3	Исследование частотных зависимостей диэлектрических характеристик материалов		Анализ конкретных ситуаций
3	Исследование вольт-амперных характеристик проводников	4	Анализ конкретных ситуаций
4	Расчет фрактальных характеристик твердых веществ	4	Анализ конкретных ситуаций
4	Расчет поверхностной энергии материалов	4	Анализ конкретных ситуаций

##### 4.4.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены



#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Методы получения твердотельных материалов.	16	Выступление на семинарских занятиях с докладом
2	Явление полиморфизма. Полиморфные превращения в различных классах твердых веществ	12	Выступление на семинарских занятиях с докладом
3	Физико-механические свойства твердых веществ – прочность, твердость, пластичность, их взаимосвязь с микроскопическими свойствами (типом химической связи, кристалличностью, фазовым составом). Явление сверхпроводимости. Виды сверхпроводников. Механизмы перехода материалов в сверхпроводящее состояние. Высокотемпературная сверхпроводимость.	23	Выступление на семинарских занятиях с докладом
4	Особые свойства наноструктур с размерами менее ~100 нм с точки зрения соотношения увеличения доли поверхностного слоя относительно общего объема частицы.	12	Выступление на семинарских занятиях с докладом

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена и защиты курсовой работы

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Билет № 1

1. Зонная теория твердого тела. Взаимное расположение энергетических уровней электронов для различных классов материалов.
2. Эффект «памяти формы» и обладающие им материалы
3. Классификация наноразмерных и наноструктурированных материалов.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Химическая диагностика материалов / В.Г.Корсаков [и др.]. – Санкт-Петербург, Министерство образования и науки Российской Федерации, Петербургский государственный университет путей сообщения. – Санкт-Петербург: издательство ПГУПС, 2010. – 225 с. – ISBN 978-5-7641-0254-2.

2. Производственные наукоемкие системы: учеб. пособие / Т.В.Лукашова [и др.]; СПбГТИ(ТУ). Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2010. - 152 с.

3. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев [и др.] – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2013. – 161 с.

4. Мясин, С.В. Получение и исследование диэлектрических полимерных пленочных покрытий: практикум / С.В.Мясин, М.М.Сычев, Е.С.Васина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2015. – 16 с.

5. Мясин, С.В. Исследование спектров пропускания, поглощения, зеркального и диффузного отражения: практикум / С.В.Мясин, М.М.Сычев. Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2015. – 34 с.

6. Изучение характеристик электрохромных устройств: практикум / С.В.Мякин [и др.] – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2018. – 20 с.

7. Фахльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологии: учебное пособие / Б.Фахльман. - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 464 с. - ISBN 978-5-91559-029-7.

8. Корсаков, В.Г. Физическая химия твердого тела / В.Г.Корсаков, М.М. Сычев, С.В. Мякин, Министерство образования и науки Российской Федерации, Петербургский государственный университет путей сообщения. – Санкт-Петербург: Издательство ПГУПС, 2008. – 176 с. – ISBN 978-5-7641-0171-2.

9. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии микро- и нанoeлектронных устройств: учебное пособие / Ю.К.Ежовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 143 с.

10. Ежовский, Ю.К. Практикум по технологии и свойствам материалов электронной техники: учебное пособие / Ю.К.Ежовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2007. – 102 с.

11. Мартинес-Дуарт, Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф.Агулло-Руеда. – Москва: Техносфера, 2007. – 367 с. – ISBN 978-5-94836-126-0, 0-080-44553-5.

12. Определение цветовых координат люминофоров и их смесей - методические указания / Н.В.Захарова, М.М.Сычев, В.Г.Корсаков [и др.] Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 23 с.

13. Мякин, С.В. Никель, титан и сплавы на их основе: Учебное пособие / С.В. Мякин, Т.В.Лукашова Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 39 с.

14. Алюминий, магний и легкие сплавы на их основе: Учебное пособие / С.В.Мякин, Т.В.Лукашова, Н.А.Христюк, М.М.Сычев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 32 с.

#### **б) электронные издания:**

1. Производственные наукоемкие системы: учеб. пособие / Т.В.Лукашова [и др.]; СПбГТИ(ТУ). Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2010. - 152 с. - ISBN 5-7641-0155-7. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов: лабораторный практикум / М.М.Сычев [и др.] – Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический

институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2013. – 161 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: [https:// technolog.bibliotech.ru](https://technolog.bibliotech.ru) (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Мякин, С.В. Получение и исследование диэлектрических полимерных пленочных покрытий: практикум / С.В.Мякин, М.М.Сычев, Е.С.Васина; Министерство образования и науки Российской федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2015. – 16 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https:// technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

4. Мякин, С.В. Исследование спектров пропускания, поглощения, зеркального и диффузного отражения: практикум / С.В.Мякин, М.М.Сычев. Министерство образования и науки Российской федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2015. – 34 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https:// technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

5. Изучение характеристик электрохромных устройств: практикум / С.В.Мякин [и др.] – Министерство образования и науки Российской федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ). 2018. – 20 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https:// technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

6. Малыгин, А.А. Свойства и применение функциональных наноматериалов : текст лекций / А. А. Малыгин, А. А. Малков , Министерство образования и науки Российской федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 71 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https:// technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7. Определение цветовых координат люминофоров и их смесей - методические указания / Н.В.Захарова, М.М.Сычев, В.Г.Корсаков [и др.] Министерство образования и науки Российской федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 23 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https:// technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Мякин, С.В. Никель, титан и сплавы на их основе: Учебное пособие / С.В. Мякин, Т.В.Лукашова; Министерство образования и науки Российской федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 39 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https:// technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

9. Алюминий, магний и легкие сплавы на их основе: Учебное пособие / С.В.Мякин, Т.В.Лукашова, Н.А.Христюк, М.М.Сычев; Министерство образования и науки Российской федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2019. – 32 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: <https:// technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2020) - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство IOP (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Физика и химия наноразмерного состояния» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;

серьезное отношение к изучению материала;

постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;

взаимодействие с обучающимися посредством электронной информационно-образовательной среды.

### **10.2. Программное обеспечение<sup>4</sup>.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- StarOffice, OpenOffice.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. [http://patika.ru/Epasenet\\_patentnie\\_poisk.html](http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html) - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Комплекс электрических измерений наноструктур (RLC метр E7-20, вольтметр универсальный электрометрический В7Э-42, комплекс измерительный К505, источник калиброванных напряжений, электрометр Keithley, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123, мегомметр ПС-1, источник питания постоянного тока Б5-44);

2. Комплекс спектральных измерений (Атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915, сканирующий электронный микроскоп Tescan Vega 3 SBH, дифрактометр

---

<sup>4</sup> В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

рентгеновский Rigaku Smartlab, спектрофотометры СФ-46, СФ-56, спектроколориметр ТКА-ВД, яркомер ФПЧ-УХЛ4, лазерный микроанализатор LMA -10, ИК-микроскоп со спектрофотометром Nicolet FT-IR, спектрофлуориметр AvaSpec-3648, исследовательский радиометр IL1700, микроскоп люминесцентный ЛЮМАМ);

3. Комплекс оптических измерений (15 металлографических микроскопов МИМ-4, МИМ-6, МИМ-8, универсальный измерительный микроскоп УИМ-21, рефрактометр ИРФ-23, 2 минералогических микроскопа МИН-8, 2 микротвердомера ПМТ-3).

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Физика и химия наноразмерного состояния»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	<b>Способен использовать на практике знания о влиянии структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.</b>	промежуточный



## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-1.7</b> Знания фундаментальных свойств твёрдых тел.	Знает классификацию твердотельных веществ и материалов, в том числе наноматериалов, по особенностям структуры, физическим (электрическим, магнитным, физико-механическим) и химическим свойствам (ЗН-1)	Ответы на вопросы №1-14, 21-25 к экзамену. Выступления на семинарских занятиях	Знает общую классификацию веществ и материалов по особенностям электронной структуры и физическим свойствам	Способен привести конкретные примеры веществ и материалов, включая наноматериалы, иллюстрирующие их классификацию по особенностям электронной структуры и физическим свойствам.	Способен самостоятельно выбирать типы материалов для конкретных применений исходя из их классификации по особенностям электронной структуры и физическим свойствам.
	Знает физико-химические особенности наноразмерного состояния вещества (ЗН-2)	Ответы на вопросы №16-30 к экзамену. Выступления на семинарских занятиях	Имеет представление об основных особенностях наноразмерного состояния вещества.	Знает основные отличительные особенности наноматериалов и способен проиллюстрировать их на конкретных примерах	Способен проанализировать особенности структуры и свойств наноматериалов для применения в конкретных технологиях.

	<p>Знает основные принципы установления взаимосвязи между составом, кристаллической структурой и свойствами твердотельных материалов (ЗН-3)</p>	<p>Ответы на вопросы № 15-20 к экзамену. Выступления на семинарских занятиях</p>	<p>Имеет представление об основных принципах установления взаимосвязи между составом, структурой и свойствами твердых веществ, а также особенностях их кристаллической структуры</p>	<p>Способен самостоятельно привести или рассмотреть в соответствии с заданием конкретные примеры, наглядно иллюстрирующие взаимосвязи между составом, структурой и свойствами твердых веществ</p>	<p>Способен самостоятельно анализировать взаимосвязь между составом, структурой и свойствами твердых веществ, анализировать характеристики их кристаллической структуры на конкретных примерах</p>
	<p>Умеет выдавать рекомендации по оптимальному выбору твердотельных наноматериалов для конкретных применений (У-1)</p>	<p>Ответы на вопросы №1,2, 5-12, 21-25, 27 к экзамену. Выступления на семинарских занятиях, практические задания</p>	<p>Имеет представление о принципах выбора наноматериалов для различных применений</p>	<p>Способен выбирать материалы для конкретных применений в соответствии с заданием</p>	<p>Способен самостоятельно формулировать цели и решать задачи по оптимальному выбору наноматериалов для конкретных применений</p>
	<p>Владеет навыками анализа и обработки результатов экспериментального исследования состава, структуры и свойств материалов (Н-1)</p>	<p>Ответы на вопросы № 18-20, 29, 30 к экзамену. Выступления на семинарских занятиях, практические задания</p>	<p>Имеет представление об основных подходах к установлению взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов</p>	<p>Способен анализировать взаимосвязь между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов на конкретных примерах</p>	<p>Способен самостоятельно формулировать цели и решать задачи по анализу взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками материалов</p>

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Критерии оценивания («удовлетворительно», «хорошо», «отлично» приведены в таблице 2)

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме выступлений на семинарских занятиях с докладом на выбранную студентами тему как индивидуально, так и в составе малых групп, проверки индивидуальных заданий на практических занятиях.

#### **Примерные темы докладов**

1. Использование программных комплексов для квантово-химических расчетов молекул.
2. Сопоставление различных методов определения ширины запрещенной зоны полупроводников.
3. Прецизионное определение параметров кристаллических решеток.
4. Роль дефектов кристаллической структуры и их изучение методами РФА.
5. Расчет концентрации носителей заряда в полупроводниках с собственным и примесным типом проводимости (n- и p-типа).
6. Расчет влияния концентрации дефектов кристаллической структуры на электрические свойства полупроводников и проводников.
7. Практические трудности при измерении объемного и поверхностного электрического сопротивления полупроводников.
8. Современные области практического применения сверхпроводников.
9. Размерные эффекты в твердых телах. Практическое применение нанотехнологий для полупроводниковой промышленности.
10. Моделирование и расчеты плазмонных частиц, нанокристаллов, квантовых точек.

#### **Теоретические вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Общая классификация твердых веществ и материалов
2. Общая классификация свойств и характеристик веществ и материалов.
3. Особенности различных типов химической связи и их влияние на свойства материалов.
4. Зонная теория твердого тела. Взаимное расположение энергетических уровней электронов для различных классов материалов.
5. Диэлектрики – основные характеристики, важнейшие представители, применение. Пассивные и активные диэлектрики.
6. Полупроводники - основные характеристики, важнейшие представители, применение.
7. Влияние температуры и примесей на характеристики полупроводниковых материалов.
8. Проводники - основные характеристики, важнейшие представители, применение. Влияние температуры и примесей на характеристики полупроводниковых материалов.
9. Явление сверхпроводимости. Виды, характеристики и перспективные области применения сверхпроводников.
10. Характеристики взаимодействия материалов с магнитным полем.
11. Диа- и парамагнетики – особенности электронного строения, важнейшие представители.
12. Ферро-, ферри-, антиферромагнетики – особенности электронного строения, важнейшие представители, области применения.
13. Особенности аморфного состояния вещества.

14. Особенности кристаллического состояния веществ. Основные параметры кристаллической структуры. Типы элементарных ячеек.
15. Виды дефектов кристаллической структуры и их влияние на свойства материалов.
16. Полиморфизм. Примеры полиморфных модификаций и превращений.
17. Механизм роста кристаллов. Критический размер зародышей. Факторы, влияющие на размеры получаемых кристаллов.
18. Методы получения твердых веществ.
19. Методы исследования кристаллической структуры веществ.
20. Основные принципы и методы спектроскопии.
21. Виды и особые свойства «интеллектуальных» материалов.
22. Сегнето-, пьезо- и пирозлектрики.
23. Электро- и магнитострикционные материалы.
24. Электро-, термо- и фотохромные материалы.
25. Эффект «памяти формы» и обладающие им материалы.
26. Размерные эффекты в наноматериалах.
27. Классификация наноразмерных и наноструктурированных материалов.
28. Фрактальные характеристики материалов
29. Особенности поверхностного слоя материалов и его отличия от объемных слоев.
30. Поверхностная энергия твердых веществ, ее составляющие и методы определения.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

#### **Практические задания:**

1. Определение ширины запрещенной зоны и энергии активации примесной проводимости полупроводника на основании температурной зависимости его электропроводности.
2. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника на основании анализа спектроскопического исследования.
3. Расшифровка данных рентгенофазового анализа
4. Расчет полярной, дисперсионной и полной поверхностной энергии твердых веществ на основе результатов измерения краевых углов смачивания.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

#### **5. Курсовая работа**

Задание на курсовую работу включает подготовку аналитического обзора, включающего описание особых свойств, основных характеристик и перспективных применений различных классов наноматериалов.

Примерные темы курсовой работы:

- Квантовые точки
- Фуллерены
- Нанотрубки

- Металлические наночастицы
- Наноразмерные носители для «адресной доставки» лекарственных препаратов
- Нанопористые материалы
- Высокопрочные наноструктурированные конструкционные материалы
- Наноструктурированные поверхности и покрытия
- Нанокерамика
- Нанокompозиты