

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 15.09.2023 17:45:06  
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  
«25» июня 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки

**28.04.03 Наноматериалы**

Направленность программы магистратуры  
**Наноматериалы для Промышленности 4.0**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Богданов С.П.

Рабочая программа дисциплины «Структура и свойства наноматериалов» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения  
протокол от «06» июня 2019 № 8  
Заведующий кафедрой

М.М.Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от «21» июня 2019 № 11

Председатель

А.Н.Луцко

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Наноматериалы»		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 в структуре образовательной программы .....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	07
4.3. Занятия лекционного типа .....	08
4.4. Занятия семинарского типа .....	09
4.4.1. Семинары, практические занятия .....	09
4.4.2. Лабораторные занятия .....	10
4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	12
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	14
10.2. Программное обеспечение .....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	16

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 магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-1</b> Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей.</p>	<p><b>ОПК-1.1</b> Владение математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов.</p>	<p><b>Уметь:</b> - выбрать метод математической обработки результатов теоретического и экспериментального исследования (У-1); <b>Владеть:</b> - математическим аппаратом для описания и анализа результатов исследования (Н-1).</p>
	<p><b>ОПК-1.2</b> Использование научного инструментария физики твёрдого тела для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов.</p>	<p><b>Знать:</b> - современные представления о физико-химических явлениях, используемых для исследования материалов и процессов (ЗН-1); <b>Уметь:</b> - исследовать структуру твёрдого тела методами рентгеноструктурного анализа (РСА) (У-2); <b>Владеть:</b> - методами рентгенофазового анализа (РФА) (Н-2); - методами ДТА (Н-3); - методами СЭМ (Н-4); - ИК-спектromетрии (Н-5).</p>
	<p><b>ОПК-1.4</b> Использование прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.</p>	<p><b>Знать:</b> - о программных продуктах для теоретических исследований и моделирования материалов и процессов (ЗН-2); <b>Уметь:</b> - выбрать программный продукт для теоретического и экспериментального исследования (У-3);</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		<b>Владеть:</b> - программными продуктами для описания, анализа и отображения результатов исследования (Н-6).
<b>ОПК-4</b> Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов.	<b>ОПК-4.3</b> Выбор способа и методики выполнения исследований.	<b>Знать:</b> - современные методы химического и физико-химического анализа (ЗН-3); - методы исследования, моделирования и прогнозирования характеристик функциональных материалов (ЗН-4); <b>Уметь:</b> - выбрать методы для анализа структуру и свойств материалов (У-4); - выбрать методику и приборы для анализа структуру и свойств материалов (У-5).
	<b>ОПК-4.4</b> Формулирование выводов по результатам исследования.	<b>Уметь:</b> - расставить приоритеты полученных результатов (У-6); - сделать выводы по результатам исследования (У-7).
	<b>ОПК-4.5</b> Документирование результатов исследований, оформление отчётной документации.	<b>Знать:</b> - о стандартах предприятия на правила оформления отчётной документации (ЗН-5); <b>Уметь:</b> - оформить отчёт о проделанном исследовании (У-8).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.О.06) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов». Полученные в процессе изучения дисциплины «Структура и свойства наноматериалов» знания, умения и навыки могут быть использованы 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>3/108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>52</b>
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия	16
лабораторные работы	16
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>56</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	доклад
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Зачёт</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	Введение	2				ОПК-4
2	Теоретические методы исследования материалов	2	8		20	ОПК-1, ОПК-4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
3	Методы планирования и обработки результатов экспериментов	2	4	4	10	ОПК-1, ОПК-4
4	Инструментальные методы исследования свойств материалов	10	4	12	26	ОПК-1, ОПК-4

#### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-1.1	Теоретические методы исследования материалов. Методы планирования и обработки результатов экспериментов. Инструментальные методы исследования свойств материалов.
2.	ОПК-1.2	Теоретические методы исследования материалов. Инструментальные методы исследования свойств материалов.
3.	ОПК-1.4	Теоретические методы исследования материалов. Методы планирования и обработки результатов экспериментов. Инструментальные методы исследования свойств материалов.
4.	ОПК-4.3.	Введение. Методы планирования и обработки результатов экспериментов. Инструментальные методы исследования свойств материалов.
5.	ОПК-4.4.	Введение. Теоретические методы исследования материалов. Методы планирования и обработки результатов экспериментов. Инструментальные методы исследования свойств материалов.
6.	ОПК-4.5.	Введение. Методы планирования и обработки результатов экспериментов.

### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дис- ципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b>Введение</b></p> <p>1. Особенности, отличие материалов от химических веществ. Стимулирующая роль потребностей техники для создания материалов с заданными свойствами. Научно обоснованный спланированный подход в создании функциональных материалов.</p> <p>2. Прогноз и научные фантазии по возможным свойствам новых материалов и методам их получения.</p>	2	дискуссия
2	<p><b>Теоретические методы исследования материалов</b></p> <p>1. Теории, позволяющие качественно и количественно прогнозировать свойства материалов на основе особенностей их состава и структуры. Термодинамические методы. Подходы квантовой теории твёрдого тела. Теории свойств композиционных материалов. Теоретические основы создания нано материалов.</p> <p>2. Компьютерное моделирование материалов. Программы по моделированию молекул новых соединений. Программы по моделированию кристаллов. Программы по моделированию (композиционных) материалов и изделий. Моделирование полей в материалах.</p> <p>3. Методы ТРИЗ (теории решения изобретательских задач).</p>	2	
3	<p><b>Методы планирования и обработки результатов экспериментов</b></p> <p>1. Подготовка к эксперименту. Методы планирования экспериментов.</p> <p>2. Точность метода и средств измерения.</p> <p>3. Методы статистической обработки экспериментальных данных.</p> <p>4. Методы визуализации и формы представления результатов экспериментов.</p>	2	дискуссия



№ раздела дис- ципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p><b>Инструментальные методы исследования свойств материалов</b></p> <p>1. Получение информации о материале при воздействии на него:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Электромагнитного поля разных частот (рентгеновские методы анализа, УФ-, Оптическая-, Ик-спектроскопия и микроскопия, атомно-абсорбционный спектральный анализ).</li> <li>- Электрического поля (в т.ч. атомно-силовой микроскоп).</li> <li>- Магнитного поля (ЯМР, ЭПР, масс-спектроскопия).</li> <li>- Термического воздействия (в т.ч. ДТА).</li> <li>- Элементарных частиц (в т.ч. электронная микроскопия, нейтронный анализ, ОЖЭ спектроскопия).</li> <li>- Механических колебаний (в т.ч. УЗ дефектоскопия).</li> <li>- Томография.</li> </ul> <p>2. Особенности методов исследования поверхности.</p>	10	

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

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

№ раздела дис- ципли- ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><b>Теоретические методы исследования материалов</b></p> <p>1. Поиск информации о составе, структуре, свойствах и применении веществ и материалов в стандартных базах данных.</p> <p>2. Расчёт термодинамических параметров химической системы.</p> <p>3. Моделирование методом конечных элементов.</p> <p>4. Изучение роста фракталов по механизму «кластер-частица» (компьютерное моделирование).</p>	8	Дискуссия по результатам выступлений с докладами
3	<p><b>Методы планирования и обработки результатов экспериментов</b></p> <p>1. Подготовка к эксперименту. Методы подготовки образца. Выбор метода исследования и средства измерения.</p> <p>2. Сравнение точности средств измерения.</p> <p>3. Статистическая обработка экспериментальных данных.</p>	4	Дискуссия по результатам выступлений с докладами

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	4. Подготовка результатов исследования к публикации.		
4	<b>Инструментальные методы исследования свойств материалов</b> 1. Анализ экспериментальных данных исследования структуры материалов методом малоугловой дифракции нейтронов. 2. Анализ структуры объекта с использованием компьютерных программ. 3. Свойства поверхности нанообъектов, вопросы биосовместимости. 4. Рентгенофазовый анализ. 5. Рентгеноструктурный анализ. 6. Исследование спектральных характеристик и обработка полученных спектров.	4	Дискуссия по результатам выступлений с докладами

#### 4.4.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
3	<b>Методы планирования и обработки результатов экспериментов</b> 1. Сравнение твёрдости конструкционных материалов. 2. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных, построение зависимостей.	4	
4	<b>Инструментальные методы исследования свойств материалов</b> 1. Качественный рентгенофазовый анализ. 2. Количественный рентгенофазовый анализ. 3. Рентгеноструктурный анализ. 4. Определение размера частиц порошков. 5. Исследование структуры сплава. 6. Исследование цветовых показателей люминофоров. 7. Определение содержания микропримесей методом атомной адсорбции. 8. Исследование спектров пропускания, поглощения и диффузного отражения. 9. Изучение спектров свечения люминофоров. 10. Исследование материалов в УФ-свете.	12	

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	<b>Теоретические методы исследования материалов</b> - Сложные типы диаграмм равновесия - Оптические свойства композитов и наноструктур. - Фотоэлектрические эффекты в металлах и диэлектриках. - Методы ТРИЗ.	20	Выступление на семинарских занятиях с докладом (1)
3	<b>Методы планирования и обработки результатов экспериментов</b> - Методы оптимизации эксперимента. - Проблемы управления качеством. - Проблемы точности и эталоны. - Новые и традиционные методы поиска научной информации. - Современная техника представления и распространения научной информации.	10	Выступление на семинарских занятиях с докладом (1)
4	<b>Инструментальные методы исследования свойств материалов</b> - Развитие техники и возможностей экспериментальных методов анализа. - Микроскопические и дифракционные методы анализа светотехнических материалов	26	Выступление на семинарских занятиях с докладом (1)

##### 4.5.1 Темы докладов

В качестве тем для доклада по 2 разделу «Теоретические методы исследования материалов», могут быть рекомендованы следующие темы:

1. Применение компьютерного моделирования в создании новых материалов.
2. Теоретические предпосылки создания материалов с экстремальными свойствами.
3. Развитие теоретических методов в современной науке.
4. Роль теоретической науки в развитии цивилизации.
5. Применение методов ТРИЗ в материаловедении.

В качестве тем для доклада по 3 разделу «Методы планирования и обработки результатов экспериментов», могут быть рекомендованы следующие темы:

1. Погрешности, разрешение, шумы, фон и методы улучшения качества эксперимента.
2. Методы управления качеством.
3. Проблемы точности и эталоны.
4. Изучение и оптимизация технологического процесса.
5. Новые и традиционные методы поиска научной информации.

В качестве тем для доклада по 4 разделу «Инструментальные методы исследования свойств материалов», могут быть рекомендованы следующие темы:

1. Роль развитие инструментальных методов анализа в науке.

2. Нанотехнологии - двигатель методов анализа.
3. Центры коллективного пользования.
4. Международная кооперация в научных исследованиях.
5. Пределы изучения материи современными методами.
6. Метод исследования который я использую в своей работе.

### **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 СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется заданиями двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и практическая задача (для проверки умений и навыков), время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта заданий на зачёте:

#### **Вариант № 1**

1. Методы рентгеноструктурного анализа (РФА).
2. Постройте графическую зависимость по заданным результатам измерения и объясните её.

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 – оценка «зачёт».

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

#### **а) печатные издания:**

1. Кожухар, В.М. Основы научных исследований: Учебное пособие / В. М. Кожухар. - М.: Дашков и К, 2012. - 216 с.
2. Основы научных исследований: учебное пособие по спец. "Менеджмент организации" / Б. И. Герасимов, В. В. Дробышева, Н. В. Злобина и др. - М.: Форум, 2011. – 267 с.
3. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 1.: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника». / А.А. Раскин. – М.: Бином, 2010, 164 с.
4. Рощин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 2.: учебное пособие для вузов по направлению подготовки 210100 «Электроника и микроэлектроника». / В.М. Рощин. – М.: Бином, 2010, 180 с.
5. Химическая диагностика материалов./ В.Г. Корсаков, М.М.Сычев, С.В. Мякин и др. – СПб.: ПГУПС, 2010. – 225 с.

6. Русинов, Л.А. Методы и средства измерений параметров качества нанотехнологических процессов и характеристик химических наноматериалов: Учебное пособие / Л. А. Русинов, Л. В. Новиков ; СПбГТИ(ТУ). Каф. автоматизации процессов хим. пром-сти. - СПб.:, 2012. - 102 с.

7. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие для вузов по направлениям подготовки (специальностям) 280400 - "Природоустройство", 280300 - "Водные ресурсы и водопользование" / И. Б. Рыжков. - 2-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2013. - 222 с.

#### **б) электронные издания:**

1. Бахметьев, В.В. Исследование микроструктуры сплавов с использованием компьютерной программы "ВидеоТест": Методические указания / В. В. Бахметьев, М. М. Сычев ; СПбГТИ(ТУ). - СПб.: 2011. - 17 с.

2. Богданов, С.П. Рентгеноструктурный анализ углеродистых материалов: Методические указания / С. П. Богданов; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электротерм. и плазмохим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: 2013. - 26 с.

3. Исследование наноструктур с применением сканирующей зондовой микроскопии: учебное пособие / К. Л. Васильева, О. М. Ищенко, Е. А. Соснов, А. А. Малыгин ; СПбГТИ(ТУ). Каф. хим. нанотехнологии и материалов электрон. техники. - СПб. : [б. и.], 2010. - 63 с.

4. Макарова, Л.Ф. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: учебное пособие для заочной формы обучения направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» / Л.Ф. Макарова. - СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. автоматизир. Проектирования и управления. - СПб., 2010. – 155 с.

5. Определение цветовых координат люминофоров и их смесей: метод. указания / Н. В. Захарова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения, каф. систем автоматизир. проектирования и упр. - СПб. : [б. и.], 2011. - 23 с.

6. Соснов, Е.А. Основы научных исследований : в 2-х ч.: текст лекций / Е. А. Соснов; СПбГТИ(ТУ). - СПб.:, 2014. Ч. 1. - 2014. - 127 с.

7. Соснов, Е.А. Основы научных исследований : в 2-х ч.: текст лекций / Е. А. Соснов; СПбГТИ(ТУ). - СПб.:, 2014. Ч. 2. - 2014. - 87 с.

8. Старцев, Ю.К. Теория и практика измерения температуры / Ю. К. Старцев ; СПбГТИ(ТУ). Каф. теорет. основ материаловедения. - СПб.:, 2014. - 146 с.

#### **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 ИОР (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 «Структура и свойства наноматериалов» 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 УКДВ. 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 ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice,
- Mathcad.

### **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://worlddofaut.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 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 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,)

4 Установка молекулярного наслаивания,

5. Установка измерения полярной и неполярной составляющих свободной поверхностной энергии;

6. Анализатор размера частиц;

7. Дилатометр кварцевый ДКВ-4,

8. Ротационный вискозиметр «Rheotest»,

9. Пресса CarlZeisse Jena усилением 10 и 30 т.;

10. Две ультразвуковые ванны УЗУ- 0.25;

11. Весы электронные аналитические ALC-210d4, электронные технические ET-300;

12. Весы механические ВНЦ, ВКЛ-500М, ВЛР-200, WA-21;

13. Три бокса 7БП1-ОС;

14. Вакуумные сушильные шкафы SPT-200,

15. Электропечи лабораторные SNOL 6,7/1300, РЭМ 24/87, МП-2УМ и др. с рабочей температурой до 1600<sup>0</sup>С;

16. Термометры, термопары;
17. Бидистилляторы стеклянные БС, дистилляторы ДЭ-4,
18. Магнитные мешалки ММ-5;
19. Стеклянная посуда: колбы, мерные цилиндры, водоструйный насос, холодильник, чашки Петри, колба Бунзена, воронка Бюхнера.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 «Структура и свойства наноматериалов»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
<b>ОПК-1</b>	<b>Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей.</b>	промежуточный
<b>ОПК-4</b>	<b>Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов.</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>ОПК-1.1.</b> Владение математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов.	<b>Уметь:</b> - выбрать метод математической обработки результатов теоретического и экспериментального исследования (У-1);	Ответы на вопросы №1-3 и задания №1-2 к зачёту.	Имеет представление о математической обработке результатов исследований.	Способен выбрать метод обработки результатов исследования.	Умеет грамотно обрабатывать результаты теоретического и экспериментального исследования с помощью программных продуктов.
	<b>Владеть:</b> - математическим аппаратом для описания и анализа результатов исследования (Н-1).	Ответы на вопросы №1-3 и задания №1-2 к зачёту.	Имеет представление о погрешности средств и результатов измерения.	Способен оценить точность средств измерения и результатов исследования.	Владеет методами математической статистики.
<b>ОПК-1.2.</b> Использование научного инструментария физики твёрдого тела для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и исследования наноматериалов.	<b>Знать:</b> - современные представления о физико-химических явлениях, используемых для исследования материалов и процессов (ЗН-1);	Ответы на вопрос №4 к зачёту.	Имеет представление о природе явлений, используемых для анализа свойств материалов.	Способен связать метод исследования материала с происходящими при этом физико-химическими явлениями.	Знает современные методы исследования структуры и свойств наноматериалов. Способен выбрать метод на основе знаний о происходящих при этом физико-химических явлениях.
	<b>Уметь:</b> - исследовать структуру твёрдого тела методами рентгеноструктурного анализа	Ответы на вопрос №5 и задание №3 к зачёту.	Имеет представление о дефектах кристаллической структуры и методах	Способен поставить задачу для РСА.	Умеет обрабатывать информацию о рефлексах с рентгеновских

	(РСА) (У-2);		их изучения.		дифрактограмм.
	<b>Владеть:</b> - методами рентгенофазового анализа (РФА)(Н-2);	Ответы на вопрос №6 и задание №4 к зачёту.	Имеет представление о назначении рентгенофазового анализа	Способен поставить задачу для РФА	Владеет методами обработки рентгеновских дифрактограмм.
	<b>Владеть:</b> - методами ДТА (Н-3);	Ответы на вопрос №7 и задание №5 к зачёту.	Имеет представление о назначении ДТА	Способен поставить задачу для ДТА	Владеет методами обработки кривых ДТА
	<b>Владеть:</b> - методами СЭМ (Н-4);	Ответы на вопрос №8 и задание №6 к зачёту.	Имеет представление о назначении СЭМ	Способен поставить задачу для СЭМ	Владеет методами обработки результатов, полученных с электронного микроскопа.
	<b>Владеть:</b> - ИК-спектрометрии (Н-5).	Ответы на вопрос №9 и задание №7 к зачёту.	Имеет представление о назначении о ИК-спектрометрии	Способен поставить задачу для ИК-спектрометрии	Владеет методами обработки ИК-спектров.
<b>ОПК-1.4.</b> Использование прикладных программ и средств автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.	<b>Знать:</b> - о программных продуктах для теоретических исследований и моделирования материалов и процессов (ЗН-2);	Ответы на вопросы №10-11 к зачёту.	Имеет представление о теоретических методах исследования.	Может предложить свои варианты теоретического исследования или моделирования предложенного материала или процесса.	Знает программные продукты для теоретических исследований и моделирования материалов и процессов.
	<b>Уметь:</b> - выбрать программный продукт для теоретического и экспериментального исследования (У-3);	Ответы на вопросы №10-11 и задание №8 к зачёту.	Имеет представление о программных продуктах для теоретических и экспериментальных исследованиях.	Способен выбрать программный продукт для своего исследования из списка предложенных продуктов.	Умеет выбирать программные продукты для своего теоретического и экспериментального исследования.

	<b>Владеть:</b> - программными продуктами для описания, анализа и отображения результатов исследования (Н-6).	Ответы на вопросы №10-11. Отчёты о лабораторных работах. Доклад.	Имеет представление о программах для написания текстов, редактирования изображения, обработки графического материала.	Может предложить программные средства для написания текстов, редактирования изображения, обработки графического материала своего исследования.	Владеет программными средствами для обработки и представления результатов научного исследования.
<b>ОПК-4.3.</b> Выбор способа и методики выполнения исследований.	<b>Знать:</b> - современные методы химического и физико-химического анализа (ЗН-3);	Ответы на вопросы №5-9, 17 к зачёту.	Имеет представление о современных методах физико-химического анализа свойств твёрдого тела.	Способен привести примеры методов анализа конкретного материала.	Знает современные методы исследования наноматериалов и может выбрать метод для своего объекта исследования.
	<b>Знать:</b> - методы исследования, моделирования и прогнозирования характеристик функциональных материалов (ЗН-4);	Ответы на вопросы №17-18 к зачёту.	Имеет представление о существующих методах моделирования и прогнозирования свойств функциональных наноматериалов.	Может назвать методы исследования, моделирования и прогнозирования характеристик предложенного материала.	Знает современные программные продукты для моделирования и прогнозирования характеристик материалов и изделий.
	<b>Уметь:</b> - выбрать методы для анализа структуры и свойств материалов (У-4);	Ответы на вопросы №5-9, 17-19 к зачёту и задание №10,12.	Имеет представление о существующих методах анализа структуры и свойств твёрдого тела.	Может предложить из списка методы для анализа структуры и свойств конкретного материала.	Умеет выбирать методы для анализа структуру и свойств материалов, в т.ч. функциональных наноматериалов.
	<b>Уметь:</b> - выбрать методику и приборы для анализа структуру и свойств материалов (У-5).	Ответы на вопросы №5-9, 19 к зачёту и задание №10,12.	Имеет представление об отличии методики анализа от метода.	Может предложить и сравнить между собой несколько	Умеет обосновать выбор методики и приборов для анализа

				методик для анализа одного и того же свойства.	конкретного материала.
<b>ОПК-4.4.</b> Формулирование выводов по результатам исследования.	<b>Уметь:</b> - расставить приоритеты полученных результатов (У-6).	Отчёты о лабораторных работах.	Имеет представление о значимости научных результатов.	Способен сформулировать несколько результатов научного исследования.	Умеет расставлять приоритеты полученных результатов.
	<b>Уметь:</b> - сделать выводы по результатам исследования (У-7).	Отчёты о лабораторных работах.	Имеет представление о структуре отчёта о научном исследовании.	Способен сформулировать выводы по работе и связать их с целью работы.	Умеет делать грамотные выводы по результатам своих исследований.
<b>ОПК-4.5.</b> Документирование результатов исследований, оформление отчётной документации.	<b>Знать:</b> - о стандартах предприятия на правила оформления отчётной документации (ЗН-5);	Отчёты о лабораторных работах.	Имеет представление о стандартах предприятия на правила оформления отчётной документации.	Знает стандарты СПбГТИ(ТУ) на правила оформления отчётной документации.	Использует стандарты СПбГТИ(ТУ) при оформлении своей отчётной документации.
	<b>Уметь:</b> - оформить отчёт о проделанном исследовании (У-8).	Отчёты о лабораторных работах.	Имеет представление о правилах оформления отчёта о НИР.	Способен составить план отчёта о проделанном исследовании и сформулировать выводы.	Способен подготовить отчёт о проделанном исследовании.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Для получения зачёта должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

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

**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:**

**Теоретический вопрос:**

1. Виды погрешности экспериментальных результатов.
2. Погрешность метода и средства измерения.
3. Методы статистической обработки экспериментальных данных.
4. Физико-химические явления, используемые для исследования материалов и процессов
5. Методы рентгенофазового анализа (РСА).
6. Методы рентгеноструктурного анализа (РФА).
7. Дифференциальный термический анализ (ДТА).
8. Методы сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).
9. ИК-спектроскопия.
10. Теоретические исследования.
11. Программные продукты для моделирования материалов и процессов.

**Практическое задание:**

1. Постройте графическую зависимость по заданным результатам измерения и объясните её.
2. Рассчитать среднеквадратичное отклонение для массива данных.
3. Сравнить и обосновать степень дефектности материалов по данным РСА.
4. Определить фазовый состав материала по дифрактограмме образца и набору эталонных дифрактограмм.
5. Описать результаты ДТА по полученным кривым.
6. Проанализировать изображение со СЭМ.
7. Расшифровать предложенный ИК-спектр, используя данные картотеки.
8. Выбрать программные продукты для теоретических исследований по предложенной теме.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-4:**

**Теоретический вопрос:**

12. Цели и задачи прикладных и фундаментальных исследований.
13. Методы и ресурсы для получения научной информации.
14. Этапы проведения НИР.
15. Методы планирования эксперимента.
16. Ресурсы для проведения НИР и их подготовка.
17. Современные методы физико-химического анализа.
18. Методы компьютерного моделирования свойств веществ и материалов.
19. Метод измерения, методика анализа и средства измерения.
20. Структура научной публикации и порядок её опубликования.

**Практическое задание:**

9. Предложить набор задач, которые необходимо решить при заданной цели исследования.
10. Предложить методы и приборы для исследования заданных свойств объекта.
11. Определить потребности в ресурсах для проведения заданного исследования.
12. Описать порядок подготовки пробы для заданного анализа.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, 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.