

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 19.12.2024 15:35:26
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
« ____ » _____ 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Направление подготовки
16.03.01 Техническая физика
Направленность программы бакалавриата
Цифровая физика материалов

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет механический

Кафедра теоретических основ материаловедения

Санкт-Петербург

2024

Б1.В.14

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	6
4.3. Занятия лекционного типа.....	6
4.4. Занятия семинарского типа.....	8
4.4.1. Семинары, практические занятия.....	8
4.4.2. Лабораторные работы.....	9
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	11
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	13
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	15
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	16

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	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 Способен использовать на практике знания о влиянии состава, структуры, размеров на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.</p>	<p>ПК-1.1. Способен использовать на практике знания об особенностях свойств наночастиц, нанопленок и нанокompозитов, наноструктурированных материалов.</p>	<p>Знать: Основные свойства наночастиц, нанопленок и нанокompозитов, наноструктурированных материалов и методы их исследования (ЗН-1); Уметь: выбирать и использовать различные методы исследования наноматериалов (У-1); Владеть: навыками применения различных методов исследования наноматериалов (Н-1).</p>
<p>ПК-3 Способен строить адекватные физические и математические модели материалов и изделий, с учетом результатов моделирования правильно выбирать методы и технологические приёмы изготовления, обработки и модифицирования материалов и изделий с целью придания им нужных свойств.</p>	<p>ПК-3.1. Способен использовать на практике знания о технологиях изготовления и модифицирования наночастиц, нанопленок и нанокompозитов, наноструктурированных материалов.</p>	<p>Знать: методы получения и модифицирования наночастиц, нанопленок и нанокompозитов, наноструктурированных материалов (ЗН-2); Уметь: выбирать и использовать различные методы синтеза и модифицирования наноматериалов (У-2); Владеть: навыками применения различных методов синтеза и модифицирования наноматериалов (Н-2).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.14) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Изучение дисциплины «Основы наноматериалов и нанотехнологий» опирается на курс лекций «Общая и неорганическая химия», «Физика», «Физико-химические методы анализа». Полученные в процессе изучения дисциплины «Основы наноматериалов и нанотехнологий» 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
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	64
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	16(2)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	16
курсовое проектирование (КР или КП)	16
КСР	
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	80
Форма текущего контроля	-
Форма промежуточной аттестации	КР, Зачёт

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ 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		
1	Введение в предмет	2		-	14	ПК-1
2	Виды и особенности наноматериалов, методы их получения и перспективы применения	6	8	8	22	ПК-1, ПК-3
3	Исследование и моделирование наноматериалов	6	8	8	22	ПК-3
4	Перспективы развития нанотехнологий	2		-	22	ПК-3
	ИТОГО	16	16	16	80	

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-1.1	Введение в предмет; Виды и особенности наноматериалов. Исследование и моделирование наноматериалов.
	ПК-3.1	Методы получения наноматериалов и перспективы применения; перспективы развития нанотехнологий.

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение в предмет 1. Общее представление о наноматериалах, нанотехнологии и nanoиндустрии. 2. Предмет, цели и основные направления в нанотехнологии. Возникновение и развитие нанотехнологий. Современный уровень развития нанотехнологий. Связь нанотехнологий с проблемами окружающей среды и энергетики.	2	лекция-визуализация (ЛВ)
2	Виды и особенности наноматериалов, методы их получения и перспективы применения. 1. Размерные эффекты в химии и физической	6	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>химии. Структура поверхностного слоя как фактор, определяющий наноразмерные эффекты. Поверхностные состояния и активные центры – функциональные группы на поверхности твердых тел. Реакционная способность наночастиц.</p> <p>2. Классификация наноматериалов и общие подходы к их получению.</p> <p>3. Нанопорошки. Электродуговое распыление графита. Лазерное испарение графита. Метод химического осаждения из пара. Ультрадисперсные алмазы.</p> <p>4. Аэрогели. Аэрозоли. Коллоидные наносистемы. Пленки Лэнгмюра-Блоджетт.</p> <p>5. Получение наноструктур методами молекулярной химической сборки. Молекулярное наслаивание.</p> <p>6. Нанопластины, наностержни, нановолокна, нанотрубки, фуллерены.</p> <p>7. Наноматериалы для применения в области электроники, средств отображения информации, светотехники и оптоэлектроники. Светодиоды как элементы нанотехнологии, их устройство, параметры и перспективы использования в светотехнике.</p>		
3	<p>Исследование и моделирование наноматериалов.</p> <p>1. Теория квантово-размерных наногетероструктур. Квантовые точки.</p> <p>2. Теория фракталов. Фрактальные свойства наноматериалов.</p> <p>3. Методы исследования поверхности и поверхностного слоя. Взаимодействие между компонентами в нанокompозитах.</p> <p>4. История развития микроскопии. Электронный микроскоп. Растровая электронная, ионная и ОЖЕ-микроскопия. Туннельный эффект и его использование в нанотехнологии. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующий туннельный микроскоп; принцип работы, устройство и возможности использования.</p> <p>5. Атомно-силовой микроскоп; принцип работы, устройство и возможности использования. Типы кантилеверов. Сканирующий оптический микроскоп ближнего поля. Наноиндентор. Сканирующие зондовые лаборатории. Нановесы.</p> <p>6. Спектроскопические методы анализа наноматериалов. Оптическая Фурье-спектроскопия. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса и электронного</p>	6	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	парамагнитного резонанса. 7. Метод дифракции рентгеновских лучей. Методы малоуглового рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов. 8. Исследование электрических свойств наноматериалов. Емкостная спектроскопия. Контроль характеристик нанослоев и нанопокровов. Эллипсометрия. 9. Моделирование наноструктур.		
4	Перспективы развития нанотехнологий. Перспективные направления развития нанотехнологий в технике, промышленности, медицине. Отношение общества к нанотехнологиям. Связь нанотехнологий с проблемами окружающей среды и энергетики. Будущее нанотехнологий: проблемы и перспективы.	2	ЛВ

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Виды и особенности наноматериалов, методы их получения и перспективы применения. 1. Ознакомление с информационными ресурсами по нанотехнологии. Разработка предложений по использованию нанотехнологий в НИР студента по основной специальности. Исследование профиля и функционального состава поверхности наноструктурированных материалов и материалов с нанопокровками.	8	1	регламентированная дискуссия (РД)
3	Исследование и моделирование наноматериалов. 1. Анализ размера наночастиц по данным рентгенофазового анализа. 2. Анализ морфологии и	8	1	мастер-класс (МК)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
	размера наночастиц по данным электронной микроскопии. 3. Изучение эмиссионно-полевых характеристик эмиттеров на основе углеродных нанотрубок. 4. Анализ и расчет фрактальных структур. Моделирование наноструктур (квантовых точек, нанокмполитов).			

4.4.2. Лабораторные работы.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, Акад. часы	Примечания
2	Виды и особенности наноматериалов, методы их получения и перспективы применения. Исследование оптических свойств нанокристаллов. Спектры поглощения нанокристаллов и их коллоидных растворов. Исследование люминесцентных свойств нанокристаллов.	8	
3	Исследование и моделирование наноматериалов. 1. Анализ размера наночастиц по данным рентгенофазового анализа. 2. Анализ морфологии и размера наночастиц по данным электронной микроскопии. 3. Исследование электрооптических свойств нанопленок. Измерение характеристик органических светоизлучающих диодов. Исследование механических свойств наноструктурированных конструкционных материалов.	8	

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение в предмет Строение твердых тел, ближний и дальний порядок в конденсированных системах.	14	Опрос по реферативной части КР

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Виды и особенности наноматериалов, методы их получения и перспективы применения - Дальний и ближний порядок в твердых телах. Дискретная и континуальная разупорядоченность. Дефекты. Локализация дефектов. - Электропроводность. Типы носителей. Наноразмерные эффекты в полупроводниковой технике. - Наноструктурные и нанопористые материалы. Нанокompозиты. Наноструктуры на основе пористых матриц.	22	Опрос по реферативной части КР
3	Методы исследования функционального состава и структуры поверхности материалов. - Теория фракталов. Фрактальные свойства наноматериалов. - Методы исследования поверхности и поверхностного слоя. Взаимодействие между компонентами в нанокompозитах.	22	Опрос по реферативной части КР
4	Перспективы развития нанотехнологий. - Перспективные методы наносборки. Технологии 3D-печати.	22	Опрос по реферативной части КР

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: <https://media.spbti.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и сдачи зачёта.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя вопросами из различных разделов дисциплины.

Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачёте:

Вариант № 1

1. Нанокompозиты – основные типы, примеры, методы получения, особые свойства, применение.
2. Атомно-силовая микроскопия – основные принципы, возможности, применение по отношению к исследованию наноматериалов, оборудование.

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 «зачтено».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Детонационные наноалмазы. Технология, структура, свойства и применения / Под ред.: А. Я. Вуля и О. А. Шендеровой. - Санкт-Петербург: Изд-во ФТИ им. А. Ф. Иоффе, 2016. - 384 с. - ISBN 978-5-93634-025-2.
2. Основы нанотехнологии: учебник для вузов по направлению 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / Н. Т. Кузнецов, В.М. Новоторцев, В.А. Жабрев, В.И. Марголин. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 397 с. - ISBN 978-5-9963-0853-8.
3. Научные основы нанотехнологий и новые приборы : Учебник-монография / под ред. Р. Келсалла и др., пер. с англ. А. Д. Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 527 с. - ISBN 978-5-91559-048-8.

б) электронные издания:

1. Раков, Э.Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология материалов современной энергетики" / Э. Г. Раков. - 3-е изд., электронное. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 480 с. - ISBN 978-5-00101-741-7 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Наноматериалы. Свойства и сферы применения : Учебник / Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е Уфлянд. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. - 200 с. - ISBN 978-5-8114-4433-5 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Нано- и биоконпозиты / Под ред. А. К.-Т. Лау [и др.] ; пер. с англ. И. Ю. Горбуновой, Т. П. Мосоловой ; Под общ. ред. И. Ю. Горбуновой. - 2-е изд., электронное. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 393 с. - ISBN 978-5-00101-727-1 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
4. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы : Учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - 5-е изд. (электронное). - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 368 с. - ISBN 978-5-00101-474-4 : б. ц. // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
5. Основы нанотехнологии: учебник для вузов по направлению 211000 "Конструирование и технология электронных средств" / [Н. Т. Кузнецов и др.]. - 2-е изд. (электронное). - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 400 с. - ISBN 978-5-00101-476-8 : б. ц. // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
6. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение / Под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга ; пер. с англ. С. А. Иванова, К. И. Домкина ; под ред. Т. П. Каминской. - 3-е изд. (электрон.). - Москва : Лаборатория знаний, 2017. - 600 с. - ISBN 978-5-00101-478-2 : б. ц. // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
7. Орданьян, С.С. Проектирование состава, структуры и свойств керамических конструкционных наноматериалов : учебное пособие / С. С. Орданьян, А. Е. Кравчик ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра

химической технологии тонкой технической керамики. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), [б. и.], 2014. - 86 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.11.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <https://media.spbti.ru>

- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.tti-gti.ru/>

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

С компьютеров института открыт доступ к:

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»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

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 - 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 «Основы наноматериалов и нанотехнологий» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению;

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.

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

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 приходиться, 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:

- Операционная система Microsoft Windows;
- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security;
- Apache OpenOffice.org (Apache 2.0) / LibreOffice (GNU LGPL 3+, MPL2.0).
- PTC Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating).

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 - 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.

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы – 15 шт.; стулья - 29 шт.;
маркерная доска, демонстрационный экран, проектор, компьютер.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.

Основное оборудование: столы – 10 шт.; стулья - 19 шт.;
маркерная доска; демонстрационный экран, мультимедийный проектор,
компьютер. ИК-микроскоп со спектрофотометром Nicolet FTIR 3600.

Микроскоп люминесцентный ЛЮМАМ. Твёрдомер РТП 5011.

Твёрдомер ТШ-2. Универсальный твердомер HBRV-187.5.

Микроскоп сканирующий зондовый «СММ-2000», Анализатор размеров частиц Coulter model N4MD. 3D-сканер Shining3D Model Einscan-SE.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные).

Лаборатория химических и термических исследований:

Основное оборудование: Набор химической посуды и реактивов. рН-метр. Образцы материалов для проведения испытаний на коррозионную стойкость. Вытяжной шкаф. Электропечи камерные СНОЛ 3/11 – 2 шт. Сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ. Весы аналитические электронные ВЛР 200. Закалочная ванна. Сварочный аппарат Ресанта САИ 250. DLP 3D-принтер ANYCUBIC PHOTON 4. Воронка Холла. Шаровая мельница. Виброприводом

Лаборатория спектральных измерений:

Основное оборудование: Спектрофлуориметр AvaSpec 3648. Исследовательский радиометр IL 1700. Спектрофотометр СФ-46. Спектроколориметр ТКА-ВД. Яркометр ФПЧ-УХЛ4. RLC метр Е7-20. 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.

Лаборатория спектральных измерений:

Основное оборудование: Спектрофотометр СФ-56, Спектроколориметр ТКА-ВД. Яркометр ФПЧ-УХЛ4. Лазерный микроанализатор LMA -10. Спектрометр атомно-абсорбционный МГА-915. Дифрактометр рентгеновский Nikolet. Микроинтерферометр МИИ-4У42. Весы WA-21. Установка для измерения краевых углов смачивания и поверхностной энергии. Установка для измерения характеристик электрохромных устройств. Две ультразвуковые ванны УЗУ-0.25. Магнитные мешалки ММ-5.

Лаборатории Инжинирингового центра СПбГТИ(ТУ):

Рентгеновский дифрактометр RigakuSmartLab 3.

Спектрометр ЯМР Bruker AVANCE III HD 400 NanoBay;

Помещение для самостоятельной работы.

Основное оборудование: столы – 54 шт.; стулья - 54 шт.;

маркерная доска, проектор, демонстрационный экран;

компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет» – 24 шт.

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 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Основы наноматериалов и нанотехнологий»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен использовать на практике знания о влиянии состава, структуры, размеров на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением	промежуточный
ПК-3	Способен строить адекватные физические и математические модели материалов и изделий, с учетом результатов моделирования правильно выбирать методы и технологические приёмы изготовления, обработки и модифицирования материалов и изделий с целью придания им нужных свойств	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)
ПК-1.1. Способен использовать на практике знания об особенностях свойств наночастиц, нанопленок и нанокompозитов, наноструктурированных материалов.	Знает: Основные свойства наночастиц, нанопленок и нанокompозитов, наноструктурированных материалов и методы их исследования (ЗН-1)	Ответы на вопросы №1-7. Курсовая работа.	Имеет представление об особых свойствах наноматериалов и их применении при решении инженерных задач; об основных принципах нанотехнологий.	Знает методы исследования, моделирования и прогнозирования характеристик наноматериалов.	Умеет анализировать и обобщать научно – технические данные в области наноматериалов и нанотехнологий. Знает взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками наноматериалов.
	Умеет: выбирать и использовать различные методы исследования наноматериалов (У-1)	Ответы на вопросы №8-10, 13,14,16-18. Курсовая работа.	Умеет выбирать современные методы исследования наноматериалов.	Умеет выбирать и использовать современные методы исследования наноматериалов.	Умеет выбирать и использовать современные методы исследования наноматериалов и при этом анализировать полученные результаты.
	Владеет: навыками применения различных методов исследования наноматериалов (Н-1).	Ответы на вопросы №11,12, 15, 19. Курсовая работа.	Владеет основными методами исследования наноматериалов.	Умеет определять целевые свойства наноматериалов и осуществлять их измерения.	Умеет определять целевые свойства наноматериалов для конкретных применений и осуществлять их измерения, испытания и анализ.
ПК-3.1. Способен использовать на	Знает: методы получения и модифицирования наночастиц, нанопленок и нанокompозитов,	Ответы на вопросы №20-23. Курсовая	Имеет представление об основных подходах к синтезу и моделированию	Знает методы моделирования и модифицирования с целью получения	Знает взаимосвязи между структурой, свойствами и техническими характеристиками

практике знания о технологиях изготовления и модифицирования наночастиц, нанопленок и нанокомпозитов, наноструктурированных материалов.	наноструктурированных материалов (ЗН-2)	работа.	наноматериалов.	заданных характеристик наноматериалов.	наноматериалов.
	Умеет: выбирать и использовать различные методы синтеза и модифицирования наноматериалов (У-2)	Ответы на вопросы №24-28. Курсовая работа.	Имеет представление об основных методах синтеза и модифицирования наноматериалов.	Умеет синтезировать и определять основные технические характеристики некоторых наноматериалов.	Умеет прогнозировать характер взаимодействия наноматериалов с окружающей средой и выбирать способы их переработки и модифицирования.
	Владеет: навыками применения различных методов синтеза и модифицирования наноматериалов (Н-2)	Ответы на вопросы №29-32. Курсовая работа.	Имеет представление об основных подходах к синтезу и моделированию наноматериалов.	Владеет множеством методов синтеза и модифицирования наноматериалов и умеет определять их основные технические характеристики.	Владеет навыками анализа влияния различных факторов на свойства и целевые характеристики наноматериалов.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Промежуточная аттестация по курсу «Основы наноматериалов и нанотехнологий» проводится по результатам защиты курсовой работы и сдачи 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 ПК-1:

Теоретический вопрос:

1. Каковы основные особенности наноматериалов? На чем основаны и в чем проявляются размерные эффекты в наноматериалах?
2. При каких размерах частиц вещества начинают сказываться размерные эффекты, оказывающие влияние на его физические и химические свойства? Чем обусловлена соответствующая величина критического размера?
3. Каковы основные особенности поверхностного слоя наноматериалов?
4. Перечислите основные виды наноматериалов.
5. Основные виды наноматериалов, применяемых в области электроники, средств отображения информации, светотехники и оптоэлектроники. Примеры материалов. Эффекты, достигаемые за счет их использования.
6. Что такое квантовые точки? Основные виды квантовых точек, способы получения, важнейшие применения в технике.
7. Что такое поверхностные функциональные группы? Примеры функциональных групп на поверхности твердых веществ.
8. Методы исследования функционального состава поверхности твердых веществ.
9. Электронная микроскопия – основные принципы, возможности, применение по отношению к исследованию наноматериалов, оборудование.
10. Туннельный эффект – сущность явления, применение для исследования наноматериалов. Сканирующая зондовая и туннельная микроскопия.
11. Атомно-силовая микроскопия – основные принципы, возможности, применение по отношению к исследованию наноматериалов, оборудование.
12. Оптическая спектроскопия – основные виды (УФ,видимая, ИК), соответствующие частотно-волновые диапазоны. Сущность Фурье-преобразования в ИК-спектроскопии. Возможности спектроскопических методов применительно к исследованию наноматериалов.
13. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса – основные принципы, возможности, применение по отношению к исследованию наноматериалов, оборудование.
14. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса – основные принципы, возможности, применение по отношению к исследованию наноматериалов, оборудование.
15. Рентгенодифракционный анализ – основные принципы, возможности, применение по отношению к исследованию наноматериалов.
16. Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов – основные принципы, возможности, применение по отношению к исследованию наноматериалов, оборудование.
17. Электрические свойства материалов – электропроводность, электрическое сопротивление, диэлектрические характеристики (диэлектрическая проницаемость, тангенс диэлектрических потерь). Физическая природа явлений, особенности проявления в различных классах материалов (проводники, полупроводники, диэлектрики), наноматериалах и нанокompозитах.

18. Емкостная спектроскопия. Исследование диэлектрических свойств наноматериалов и нанокompозитов – основные принципы, возможности, оборудование.

19. Эллипсометрический контроль толщины нанослоев – основные принципы, возможности, оборудование.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

Теоретический вопрос:

20. Перечислите основные подходы к получению наноматериалов.

21. Что такое нанопорошки и какими способами их получают?

22. В чем заключаются основные принципы получения пленок методом Лэнгмюра-Блоджетт?

23. В чем заключаются основные принципы молекулярной сборки и получения наноразмерных слоев методом молекулярного наслаивания. Каковы основные стадии процесса?

24. Нанопластины, наностержни, нановолокна – методы получения, особые свойства, примеры материалов, применение.

25. Углеродные нанотрубки – структура, основные виды, методы получения, особые свойства, примеры материалов, применение.

26. Фуллерены – структура, основные виды, методы получения, особые свойства, примеры материалов, применение.

27. Нанопористые материалы – примеры, методы получения, применение.

28. Нанокompозиты – основные типы, примеры, методы получения, особые свойства, применение.

29. Что такое фрактальная размерность? Геометрические примеры фрактальных структур различной размерности.

30. Применение теории фракталов для анализа наноразмерных структур. Примеры структур с различной фрактальной размерностью (2, 3, промежуточные значения) в наноматериалах.

31. Общие принципы моделирования наноструктур и нанокompозитов.

32. Основные перспективные области развития нанотехнологий и их применения в современной технике и промышленности.

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.

Выполнение курсовой работы по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

5. Курсовая работа.

Курсовая работа выполняется в форме реферата по предварительно согласованной с преподавателем теме в области наноматериалов и нанотехнологий. Реферат объемом не менее 10 страниц (14 шрифт, 1,5 интервала) должен включать сведения о классификации, особенностях состава и структуры, истории создания, областях применения, технологиях изготовления, важнейших целевых характеристиках и методах их определения, а также перспективах дальнейшего усовершенствования (внедрения, расширения областей применения) для выбранного класса наноматериалов. Реферат должен быть основан на анализе не менее 8 источников информации, которые должны быть указаны в тексте и

списке использованных источников в соответствии с современными требованиями и включать:

- статьи в научных журналах;
- охранные документы на объекты интеллектуальной собственности (патенты, свидетельства и др.);
- нормативно-техническую документацию (стандарты, технические условия, технические регламенты).

Возможные темы курсовых работ:

1. Способы получения наноматериалов.
2. Виды наноматериалов, их свойства, получение и применение.
3. Наноматериалы и нанотехнологии – история, современность и перспективы.
4. Основные методы получения порошков для изготовления наноматериалов, перспективы применения наноматериалов.
5. Методы получения объемных и пленочных наноматериалов.
6. Основные методы исследования наноматериалов.
7. Роль наноматериалов и нанотехнологий в современном мире.
8. Влияние размерных эффектов на свойства наноматериалов.
9. Оптические свойства наноструктурных материалов.
10. Химические методы получения наноматериалов.
11. Роль нанотехнологий в развивающемся мире.
12. История развития нанотехнологий.
13. Основные достижения нанотехнологий.
14. Возможности нанотехнологий.
15. Опасности нанотехнологий.