

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 03.10.2023 16:25:58
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» марта 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
АТТЕСТАЦИЯ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность программы магистратуры

Высокотемпературные наноструктурированные композиционные материалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **химической нанотехнологии и материалов электронной техники**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Дубровенский С.Д.
Доцент		Дроздов Е.О.

Рабочая программа дисциплины «Аттестация свойств наноструктурированных материалов» обсуждена на заседании кафедры химической нанотехнологии и материалов электронной техники
протокол от «23» 01 2019 № 3
Заведующий кафедрой

А.А. Малыгин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от «21» марта 2019 № 6

Председатель

С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

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

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

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

В результате 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>ОПК-1 Способность решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов</p>	<p>ОПК-1.1 Знание классификации методов исследования по природе возбуждающего воздействия и регистрируемых частиц, возможностей качественного и количественного анализа спектров поглощения электромагнитного излучения</p>	<p>Знать: основные принципы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов (ЗН-1) Уметь: проводить исследования наноразмерных материалов с использованием спектроскопического оборудования (У-1) Владеть: основными навыками осуществления проведения спектральных экспериментов (Н-1)</p>
<p>ОПК-2 Способность разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии</p>	<p>ОПК-2.1 Знание основных методов приборного исследования, способность осуществить и обосновать выбор метода анализа</p>	<p>Знать: методические особенности проведения исследований нанообъектов и наноматериалов различной химической природы и строения (ЗН-2) Уметь: обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты с использованием современного программного обеспечения (У-2) Владеть: математическим аппаратом обработки и анализа данных спектральных экспериментов (Н-2)</p>
<p>ОПК-4 Способность находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности</p>	<p>ОПК-4.1 Способность использовать библиографические источники для повышения надежности информации, библиографический поиск и базы спектральных данных</p>	<p>Знать: возможности различных спектроскопических методов, их место в ряду физико-химических методов исследования функциональных наноматериалов (ЗН-3) Уметь: выявлять взаимосвязь микро- и наноструктуры и свойств материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, частицами и излучениями на основании сравнения экспериментальных и литературных данных (У-3) Владеть: навыками поиска библиографических данных, математическими методами обработки спектральных данных (Н-3)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.04) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Аттестация свойств наноструктурированных материалов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Оптимизация состава и свойств конструкционных материалов», при прохождении производственной 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)	6/216
Контактная работа с преподавателем:	100
занятия лекционного типа	32
занятия семинарского типа, в т.ч.	64
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	64
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	116
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

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	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Общая классификация и принципы физико-химических методов исследования	4		10		ОПК-1	ОПК-1.1
2	Колебательная спектроскопия: ИК и КР-спектроскопия	6		10		ОПК-1	ОПК-1.1
3	Спектроскопия в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра	6		20		ОПК-2	ОПК-2.1
4	Рентгеновская и электронная спектроскопия	6			16	ОПК-2	ОПК-2.1
5	Анализ материалов методами дифракции рентгеновских лучей, нейтронов, электронов	4		24	40	ОПК-4	ОПК-4.1
6	Исследование морфологии и топографии методами электронной микроскопии	6			60	ОПК-4	ОПК-4.1

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Общая классификация и принципы физико-химических методов исследования. Общие принципы физико-химических методов анализа. Классификация по природе возбуждающего воздействия и регистрируемых частиц. Форма спектров и их математическая обработка. Естественное и аппаратное уширение. Количественный анализ спектров поглощения электромагнитного излучения.	4	Лекция-беседа
2	Колебательная спектроскопия: ИК и КР-спектроскопия. Аппаратная реализация ИК-спектроскопии: источники и детекторы ИК-излучения, спектроскопия пропускания, зеркального отражения, НПВО и МНПВО, диффузного отражения, фотоакустическая. Роль	6	Лекция-визуализация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	пробоподготовки для твердых веществ и наноматериалов. Спектроскопия комбинационного рассеяния: теоретические основы и аппаратная реализация, правила отбора, пробоподготовка. Взаимно дополнительный характер ИК- и КР-спектров.		
3	Спектроскопия в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра. Оптическая спектроскопия. Электронный терм, правила отбора. Адиабатическое приближение. Принцип Франка-Кондона. Стоксовы и антистоксовы смещения в абсорбционных и эмиссионных спектрах. Электронно-колебательное расщепление и вибронные спектры. Особенности методик исследования твердых тел, оптические эффекты, отражение, формулы Френеля, спектроскопия пропускания, зеркального и диффузного отражения.	6	Лекция-визуализация
4	Рентгеновская и электронная спектроскопия. Общие принципы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Красная граница и сечение фотоэффекта. Рентгеновская спектроскопия поглощения: широкополосная, спектроскопия тонкой и протяженной тонкой структуры края поглощения (XAS, XANES, EXAFS). Теоретические принципы и устройство спектрометров. Механизмы релаксации фотоэффекта и семейство методов рентгеновской спектроскопии. Области применения.	6	Лекция-беседа
5	Анализ материалов методами дифракции рентгеновских лучей, нейтронов, электронов. Основные принципы дифракционного анализа твердофазных материалов. Области применения и интерпретация дифрактограмм.	4	Лекция-беседа
6	Исследование морфологии и топографии методами электронной микроскопии. Разновидности электронной микроскопии. Электронная микроскопия пропускания: основные принципы, аппаратная реализация, разрешающая способность, проблемы пробоподготовки. Сканирующая электронная микроскопия: основные принципы, аппаратная реализация	6	Лекция-беседа

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечания
		всего	
1	Определение кислотно-основных характеристик поверхности твердых веществ.	10	
2	Техника и методика ИК-спектроскопии. Освоение методики пробоподготовки и осуществление спектрального	10	
3	Изучение оксидных наноструктур на поверхности полимерных	10	
	Определение состояния элементов в оксидных нанослоях	10	
5	Рентгенодифракционный анализ поликристаллических веществ	12	
	Определение параметров кристаллической решетки	12	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Аналитические возможности Оже-спектроскопии для анализа профилей распределения элементов по глубине и контроля состава поверхности материалов электронной техники		Компьютерная симуляция
	Области применения рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии		Устный опрос
	Анализ строения некристаллических твердых материалов методом спектроскопии EXAFS	16	Отчет
5	Электронно- и нейтронографии. Различия аппаратного обеспечения дифракционных измерений	40	Устный опрос
6	Электронно-зондовый анализ морфологии и состава поверхности твердых тел	30	Устный опрос
	Аналитические возможности и особенности пробоподготовки просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения	30	Устный опрос

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

1. Дубровенский, С.Д. Компьютерный анализ спектральных данных./ С.Д. Дубровенский.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.– 49 с. (ЭБ)
2. Бёккер, Ю. Спектроскопия / Ю.Бёккер; пер. с нем. Л.Н.Казанцевой, под ред. А.А. Пупышева, М.В.Поляковой - М.: Техносфера, 2009.- 527 с.
3. Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия / М.А.Ельяшевич - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2011.- Ч.1 : Общие вопросы спектроскопии. - 5-е изд.- 2011.- 236 с.
4. Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия / М.А.Ельяшевич. - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2007-2009. Ч.2 : Атомная спектроскопия.- 5-е изд.- 2009.- 415 с.
5. Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия / М.А.Ельяшевич. - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2007-2009. Ч.3 : Молекулярная спектроскопия.- 5-е изд.- 2009.- 527 с.
6. Захарова, Н.В. Определение кислотно-основных характеристик поверхности твердых веществ: методические указания к лабораторной работе / Н.В.Захарова, М.Н.Цветкова, В.Г.Корсаков – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.- 15 с.
7. Захарова, Н.В. Определение координационного состояния титана в оксидных наноструктурах на поверхности дисперсных твердофазных матриц по спектрам диффузного отражения: методические указания к лабораторной работе / Н.В.Захарова, М.Н.Цветкова - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 21 с.
8. Захарова, Н.В. Техника и методика ИК-спектроскопии: Практикум. / Н.В.Захарова - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 28 с. (ЭБ)
9. Малков, А.А. Определение удельной поверхности твердых тел на анализаторе «СОРБОМЕТР–2.0»: Методические указания./ А.А. Малков, А.Ю. Шевкина - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 28 с.
10. Трифонов, С.А. Исследование твердофазных материалов методом дифференциального термического анализа. Метод. указания / С.А. Трифонов - СПб.: СПбГТИ (ТУ). 2006. – 15 с.

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.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется двумя теоретическими вопросами.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу — до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

1. Классификация и общие характеристики физико-химических методов исследования твердых веществ. Спектроскопия и микроскопия. Возбуждающие воздействия и регистрируемые частицы. Шкала энергии электромагнитных волн.

2. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС): анализ химического состояния и химические сдвиги, глубина анализа и поверхностная чувствительность, профиль распределения элементов по глубине, послойный анализ.

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 «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Бёккер, Ю. Спектроскопия / Ю.Бёккер; пер. с нем. Л.Н.Казанцевой, под ред. А.А. Пупышева, М.В.Поляковой - М.: Техносфера, 2009.- 527 с.
2. Дубровенский, С.Д. Компьютерный анализ спектральных данных./ С.Д.Дубровенский.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.– 49 с. (ЭБ)
3. Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия / М.А.Ельяшевич - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2011.- Ч.1 : Общие вопросы спектроскопии. - 5-е изд.- 2011.- 236 с.
4. Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия / М.А.Ельяшевич. - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2007-2009. Ч.2 : Атомная спектроскопия.- 5-е изд.- 2009.- 415 с.
5. Ельяшевич, М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия / М.А.Ельяшевич. - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2007-2009. Ч.3 : Молекулярная спектроскопия.- 5-е изд.- 2009.- 527 с.
6. Пупышев, А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ / А. А. Пупышев. - М. : Техносфера, 2009. - 782 с.
7. Захарова, Н.В. Определение координационного состояния титана в оксидных наноструктурах на поверхности дисперсных твердофазных матриц по спектрам диффузного отражения: методические указания к лабораторной работе / Н.В.Захарова, М.Н.Цветкова - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 21 с.
8. Захарова, Н.В. Определение кислотно-основных характеристик поверхности твердых веществ: методические указания к лабораторной работе / Н.В.Захарова, М.Н.Цветкова, В.Г.Корсаков – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.- 15 с.
9. Захарова, Н.В. Техника и методика ИК-спектроскопии: Практикум. / Н.В.Захарова - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 28 с. (ЭБ)
10. Малков, А.А. Определение удельной поверхности твердых тел на анализаторе «СОРБОМЕТР–2.0»: Методические указания./ А.А. Малков, А.Ю. Шевкина - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 28 с.
11. Суздалев, И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П.Суздалев. - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2009. - 589 с.
12. Физические методы исследования неорганических веществ: Учебное пособие / Т.Г. Баличева, Л.П.Белорукова, Р.А.Звинчук и др.; под ред. А.Б.Никольского, 2006.- 443 с.
13. Франк-Каменецкая, Г.Э. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ: учебное пособие / Г.Э.Франк-Каменецкая - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2004.- 91 с.

б) электронные издания:

1. Дубровенский, С.Д. Компьютерный анализ спектральных данных./ С.Д.Дубровенский.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.– 49 с. (ЭБ)
2. Захарова, Н.В. Техника и методика ИК-спектроскопии: Практикум. / Н.В.Захарова - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 28 с. (ЭБ).

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

1. Учебный план, РПД и учебно-методические материалы - media.technolog.edu.ru
2. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки) - technolog.bibliotech.ru

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 039-2013. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 16 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.
5. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.

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, видеоматериалов и баз данных;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

MS PowerPoint 97 и выше

Программа любого производителя для просмотра файлов *.swf

Проведение лабораторного практикума:
ОС – не ниже MS Windows XP SP3
MS EXCEL 97 и выше
Программный пакет MathCAD

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
2. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет.

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

Реализация программы учебной дисциплины не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 10 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

Лабораторные занятия проводятся в специализированной аудитории, отвечающей следующим требованиям:

1. Учебная аудитория на 10 и более мест
2. Персональные компьютеры для обучаемых.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Программное обеспечение для обработки экспериментальных данных.
6. Доступ по локальной сети к сайту библиотеки СПбГИ(ТУ) и сети Internet.

Использование лицензионного ПО:

При представлении лекционного материала:
ОС – не ниже MS Windows XP SP3
MS PowerPoint 97 и выше

При проведении лабораторного практикума:
ОС – не ниже MS Windows XP SP3
MS PowerPoint 97 и выше
MS EXCEL 97 и выше
Программный пакет MathCAD

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

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допущенные по медицинским показаниям к обучению по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, изучают дисциплину в полном объеме. 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 «Аттестация свойств наноструктурированных материалов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способность решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	начальный
ОПК-2	Способность разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	начальный
ОПК-4	Способность находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	начальный

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)	
			«не зачтено»	«отлично» (высокий)
ОПК-1.1 Знание классификации методов исследования по природе возбуждающего воздействия и регистрируемых частиц, возможностей качественного и количественного анализа спектров поглощения электромагнитного излучения	Перечисляет основные принципы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1–7 к зачету	Не способен перечислить основные принципы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов	Перечисляет основные принципы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов
	Способен проводить исследования наноразмерных материалов с использованием спектроскопического оборудования (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 8-18 к зачету	Не способен проводить исследования наноразмерных материалов с использованием спектроскопического оборудования	Способен проводить исследования наноразмерных материалов с использованием спектроскопического оборудования
	Демонстрирует владение основными навыками осуществления проведения спектральных экспериментов (Н-1)		Не способен продемонстрировать владение основными навыками осуществления проведения спектральных экспериментов	Демонстрирует владение основными навыками осуществления проведения спектральных экспериментов
ОПК-2.1 Знание основных методов приборного исследования, способность осуществить и обосновать выбор метода анализа	Описывает методические особенности проведения исследований нанообъектов и наноматериалов различной химической природы и строения (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 19–22 к зачету	Не способен описать методические особенности проведения исследований нанообъектов и наноматериалов различной химической природы и строения	Описывает методические особенности проведения исследований нанообъектов и наноматериалов различной химической природы и строения
	Обрабатывает , анализирует и корректно интерпретирует полученные результаты с использованием современного программного обеспечения (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 23–35 к зачету	Не способен обрабатывать и/или анализировать и/или корректно интерпретировать полученные результаты с использованием современного программного обеспечения	Обрабатывает, анализирует и корректно интерпретирует полученные результаты с использованием современного программного обеспечения
	Демонстрирует навыки владения математическим аппаратом обработки и анализа данных спектральных экспериментов (Н-2)		Не демонстрирует навыки владения математическим аппаратом обработки и анализа данных спектральных экспериментов	Демонстрирует навыки владения математическим аппаратом обработки и анализа данных спектральных экспериментов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			«не зачтено»	«отлично» (высокий)
ОПК-4.1 Способность использовать библиографические источники для повышения надежности информации, библиографический поиск и базы спектральных данных	Перечисляет возможности различных спектроскопических методов, их место в ряду физико-химических методов исследования функциональных наноматериалов (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы № 36–44 к зачету	Не способен перечислить возможности различных спектроскопических методов, их место в ряду физико-химических методов исследования функциональных наноматериалов	Перечисляет возможности различных спектроскопических методов, их место в ряду физико-химических методов исследования функциональных наноматериалов
	Решает задачи выявления взаимосвязи микро- и наноструктуры и свойств материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, частицами и излучениями на основании сравнения экспериментальных и литературных данных (У-3)	Правильные ответы на вопросы № 40–44 к зачету	Не способен решать задачи выявления взаимосвязи микро- и наноструктуры и свойств материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, частицами и излучениями на основании сравнения экспериментальных и литературных данных	Решает задачи выявления взаимосвязи микро- и наноструктуры и свойств материалов, их взаимодействия с окружающей средой, полями, частицами и излучениями на основании сравнения экспериментальных и литературных данных
	Имеет навыки поиска библиографических данных, математическими методами обработки спектральных данных (Н-3)		Не имеет навыков поиска библиографических данных, математическими методами обработки спектральных данных	Имеет навыки поиска библиографических данных, математическими методами обработки спектральных данных

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ (ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме **зачета**. Критерии оценивания – «зачтено», «не зачтено» приведены в таблице 2.

Оценка «зачтено» выставляется, если ответ студента отличается последовательностью, логикой изложения, учащийся демонстрирует глубину владения представленным материалом, ответы формулируются аргументировано, обосновывается собственная позиция в проблемных ситуациях.

Оценка «не зачтено» ставится, если ответ студента не передает содержание проблемы, не демонстрирует умение выделять главное, существенное, ответ носит краткий, неглубокий, поверхностный характер.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

1. Классификация и общие характеристики физико-химических методов исследования твердых веществ. Спектроскопия и микроскопия. Возбуждающие воздействия и регистрируемые частицы. Шкала энергии электромагнитных волн.
2. Принципы регистрации спектральных данных. Спектрофотометрия, спектрометрия и фотометрия. Спектральное разрешение. Диспергирующие элементы и монохроматоры, спектральная развертка. Фурье-спектроскопия.
3. Выбор и роль методики исследования. Пробоподготовка. Средства обеспечения надежности и воспроизводимости результатов исследования. Стандартные образцы и эталоны. Поверка и калибровка оборудования. Сертификация.
4. Геометрия спектральных измерений. Спектроскопия пропускания, отражения и рассеяния. Нарушенное полное внутреннее отражение и спектроскопия НПВО и МНПВО. Спектроскопия диффузного отражения.
5. Форма спектров: непрерывные (континуальные), ступенчатые и линейчатые спектры. Уширение спектральных линий: механизмы уширения и форма спектральных контуров (Лоренц, Гаусс, Фохт).
6. Количественная обработка спектров. Аппаратная функция. Интегральная интенсивность. Базовая линия. Деконволюция перекрывающихся полос. Количественный анализ спектров поглощения электромагнитного излучения. Двухлучевая схема измерений
7. Колебательная спектроскопия двухатомных молекул. Гармонический осциллятор, силовая константа, уровни колебательной энергии и фундаментальные колебательные переходы. Нулевые колебания. Правила отбора.
8. Физические причины ангармонизма. Ангармонический осциллятор Морзе: уровни колебательной энергии, коэффициент ангармонизма, обертоны, горячие переходы.
9. Колебательная спектроскопия многоатомных молекул. Общее число нормальных колебаний молекул. Внутренние молекулярные координаты. Классификация нормальных колебаний по форме и симметрии. Роль симметрии при анализе структуры.
10. Теория симметрии. Операции и элементы симметрии. Нотации по Шенфлису и Герману-Могену. Точечные группы симметрии. Иерархия точечных групп. Гармоническое силовое поле, нормальные колебания, форма колебаний. Степень локализации. Характеристические колебания. Изотопный анализ. Влияние вращения на колебания молекул. Вращательно-колебательное расщепление в спектрах. Q,R,P ветви.
11. Колебания в кристаллах. Закон дисперсии. Оптические и акустические фононы. Продольные и поперечные колебательные моды.
12. Основные принципы устройства и действия ИК-спектрометров. Источники и детекторы ИК-излучения. Материалы для оптических элементов спектрометра и кювет. Дисперсионные и Фурье-ИК-спектрометры, их преимущества и недостатки.
13. Инфракрасная спектроскопия пропускания. Интенсивность полос поглощения в спектрах и правила отбора. Пробоподготовка твердофазных материалов. Анализ состава и структуры объектов исследования. Характеристические колебания и функциональные группы. Метод «отпечатков пальцев»
14. ИК-спектроскопия зеркального отражения. Теоретические основы явления отражения, формулы Френеля. Отражение с поглощением. Показатели преломления и поглощения, коэффициент отражения. Роль поляризации ИК-излучения.
15. Области применения. ИК-спектроскопия НПВО и МНПВО. Теоретические основы. Оптические элементы НПВО. Критический угол. Методика регистрации спектров порошкообразных и пленочных материалов. Области применения.
16. ИК-спектроскопия диффузного отражения. Интегрирующая сфера. Методика регистрации. Количественные измерения. Функция Кубелки-Мунка. Реализация измерений in-situ.

17. Фотоакустическая ИК-спектроскопия. Общие принципы. Устройство спектрометра. Области применения.
18. Спектроскопия комбинационного рассеяния: физические принципы, стоксовы и антистоксовы механизмы эмиссии. Правила отбора. Форма и интерпретация спектров. Устройство спектрометра, источники и детекторы излучения. Варианты регистрации. Количественное описание интенсивности полос комбинационного рассеяния. Тензор поляризуемости. Степень деполяризации. Угловые зависимости. Влияние длины волны возбуждающего излучения. Методические проблемы КР

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-2:

19. Спектроскопия поглощения в области видимого и ближнего УФ света: Механизмы электронных переходов. Интенсивность поглощения. Правила отбора.
20. Квантово-механическое описание электронных переходов. Уравнение Шредингера для водородоподобного атома. Матричный элемент перехода. Количественные характеристики поглощения и связь между ними: матричный элемент, коэффициент экстинкции, коэффициенты Эйнштейна, сила осциллятора, интегральная интенсивность. Количественный анализ.
21. Спектроскопия поглощения в области видимого и ближнего УФ света: Источники излучения и детекторы. Принципиальные схемы измерения. Спектроскопия пропускания, отражения и диффузного отражения. Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения.
22. Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия. Правила отбора. Спектральные термы Аппаратная реализация. Качественный и количественный анализ.
23. Спектроскопия в области видимого и ближнего УФ света молекулярных и ионных объектов. Теоретические основы. Метод МО ЛКАО и самосогласованное поле. Диаграммы молекулярных орбиталей. Молекулярные термы. Адиабатическое приближение. Принцип Франка-Кондона. Стоксовы и антистоксовы смещения. Электронно-колебательное расщепление и вибронные спектры.
24. Спектроскопия в области видимого и ближнего УФ света твердых объектов: Теоретические основы. Обратная решетка, зона Бриллюэна. Статистика Ферми и плотность состояний. Зонная структура. Запрещенная зона и край фундаментального поглощения. Особенности методик исследования твердых тел (пропускание, отражение). Качественный и количественный анализ.
25. Эмиссионная спектроскопия в области видимого света. Механизмы электронных переходов. Интенсивность эмиссии и время затухания. Флуоресценция и фосфоресценция. Стоксовы и антистоксовы сдвиги в эмиссионных спектрах. Аппаратная реализация.
26. Механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Границы фотоэффекта, комптоновского рассеяния и образования электрон-позитронных пар. Обозначения электронных уровней в рентгеновской спектроскопии. Вероятность и сечение фотоэффекта.
27. Источники и детекторы рентгеновского излучения. Основные принципы действия и конструкции рентгеновской трубки. Спектр излучения рентгеновской трубки. Синхротронное излучение.
28. Широкополосная рентгеновская спектроскопия поглощения. Форма и интерпретация спектров рентгеновского поглощения. Элементный анализ
29. Спектроскопия тонкой структуры вблизи края рентгеновского поглощения (XANES). Природа пика предвозбуждения. Анализ степени окисления и координационного окружения атомов твердого тела.
30. Спектроскопия растянутой тонкой структуры рентгеновского поглощения (EXAFS). Радиальная функция распределения. Анализ локальной структуры некристаллических твердых тел.
31. Рентгеновская флуоресценция: физические принципы, способы возбуждения и регистрации, вероятность переходов, форма и интерпретация спектров.

32. Рентгено-зондовый микроанализ: физические принципы, способы возбуждения и регистрации, поверхностная чувствительность и пространственное разрешение.
33. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС): физические принципы, источники рентгеновского излучения, форма спектров, элементная чувствительность, качественный и количественный элементный анализ.
34. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС): анализ химического состояния и химические сдвиги, глубина анализа и поверхностная чувствительность, профиль распределения элементов по глубине, послойный анализ.
35. Оже-спектроскопия: механизмы релаксации дырок на внутренних оболочках по излучательному механизму и механизму Оже, форма спектров. глубина анализа и поверхностная чувствительность, качественный элементный анализ, пространственное разрешение.

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

36. Дифракция рентгеновских лучей. Основные принципы. Закон Вульфа-Брэгга. Атомный фактор рассеяния. Аппаратная реализация и области применения.
37. Дифракция рентгеновских лучей. Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ. Исследование монокристаллов, порошков, некристаллических и частично-кристаллических твердых веществ. Порошковые рентгенограммы.
38. Основные элементы микроскопии. Общие характеристики: увеличение, разрешающая способность, контраст. Числовая апертура. Темнопольные и светлопольные изображения. Оптическая микроскопия. Области применения
39. Электронная микроскопия пропускания. Физические принципы и аппаратное оформление. Пробоподготовка и требования к образцу. Области применения.
40. Сканирующая электронная микроскопия. Физические принципы и аппаратное оформление. Области применения
41. Дифференциально-термические методы анализа. Основные принципы. Конструкция дериватографа. Условия регистрации.
42. Дифференциально-термические методы анализа. Интерпретация и обработка регистрируемых данных. Анализ термических превращений и фазовых переходов.
43. Анализ кислотно-основных центров поверхности методом адсорбции индикаторов. Основные принципы. Методика измерений. Интерпретация результатов. Оценка концентрации Бренстедовских и Льюисовских кислотных центров.
44. Характеристики дисперсных и пористых материалов. Анализ удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции газов. Основные принципы и аппаратная реализация.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.

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

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте — «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.