

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 27.04.2022 16:32:00
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОСИСТЕМ И НАНОМАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность образовательной программы

Материаловедение и технологии конструкционных и функциональных материалов

Профессиональный модуль

Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент С.Д.Дубровенский

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования наносистем и наноматериалов»
обсуждена на заседании кафедры химической нанотехнологии и материалов электронной
техники

протокол от 28.01.2016 № 03

Заведующий кафедрой

А.А.Малыгин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от 18.02.2016 № 05

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 УМУ		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины.....	06
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.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
10.1. Информационные технологии.....	12
10.2. Программное обеспечение.....	12
10.3. Информационные справочные системы.....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации....	14

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

Для получения планируемых результатов освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся в соответствии с ФГОС ВО по направлению "Материаловедение и технологии материалов" (22.03.01) (Утв. Приказом Минобрнауки России от 12.11.2015 № 1331) должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -- основные принципы и методы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять выбор оптимальных методов физико-химического анализа материалов <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками пробоподготовки, регистрации, обработки и интерпретации результатов физико-химических методов анализа
ПК-5	Готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методические принципы осуществления приборных исследований и анализа результатов <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - практически применять спектральные методы анализа <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами статистической обработки результатов измерений
ПК-6	Способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физические принципы, лежащие в основе различных методов электронной микроскопии; - возможности различных зондовых методов, их место в ряду физико-химических методов исследования функциональных наноматериалов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выявлять взаимосвязь микро- и наноструктуры и свойств материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> – основными существующими методами регулирования свойств наноматериалов

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-14	Готовность использовать технические средства измерения и контроля, необходимые при стандартизации и сертификации материалов и процессах их получения, испытательного и производственного оборудования	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методические особенности проведения исследований нанообъектов и наноматериалов различной химической природы и строения; - возможности нанотехнологии по формированию наноразмерных структур элементной базы наноэлектроники. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить исследования наноразмерных материалов с использованием оборудования электронной микроскопии, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты с использованием современного программного обеспечения. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оборудованием туннельно-зондовых нанотехнологий; - математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных электронной микроскопии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к профессиональному модулю по выбору Б1.В.ДВ.03.03. «Материаловедение и технологии наноматериалов и наносистем», является обязательной (Б1.В.ДВ.03.03.05) и изучается на 4 курсе обучения в 7 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных в ходе обучения по программам бакалавриата по направлению подготовки 22.03.01 при изучении курсов "Физика", "Физическая химия твердого тела", "Метрология, стандартизация и сертификация".

Полученные в процессе освоения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении магистерских диссертаций по тематике, связанной с созданием наноматериалов и разработкой нанотехнологических процессов.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	8 / 288
Контактная работа с преподавателем:	130
занятия лекционного типа	54
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	72
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	122
Формы текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	экзамен (36)

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	Общая классификация и принципы физико-химических методов исследования	9		12		ОПК-2
2	Колебательная спектроскопия: ИК и КР-спектроскопия	9		24		ПК-5
3	Спектроскопия в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра	9		12		ПК-6
4	Рентгеновская и электронная спектроскопия	9			60	ПК-6
5	Анализ материалов методами дифракции рентгеновских лучей, нейтронов, электронов	9		24	22	ПК-14
6	Исследование морфологии и топографии методами электронной микроскопии	9			40	ПК-14

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. 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.	9	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 пробоподготовки для твердых веществ и наноматериалов. Спектроскопия комбинационного рассеяния: теоретические основы и аппаратная реализация, правила отбора, пробоподготовка. Взаимно дополнительный характер ИК- и КР-спектров.	9	Лекция-визуализация
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.	9	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.	9	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	Анализ материалов методами дифракции рентгеновских лучей, нейтронов, электронов. Основные принципы дифракционного анализа твердофазных материалов. Области применения и интерпретация дифрактограмм.	9	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	9	Лекция-беседа

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
1	Определение кислотно-основных характеристик поверхности твердых веществ.	12	
2	Техника и методика ИК-спектроскопии. Освоение методики пробоподготовки и осуществление спектрального анализа образцов.	12	
	Изучение оксидных наноструктур на поверхности полимерных материалов методом ИК-Фурье спектроскопии	12	
3	Определение состояния элементов в оксидных нанослоях на дисперсных твердофазных матрицах по спектрам диффузного отражения	12	
5	Рентгенодифракционный анализ поликристаллических веществ	12	
	Определение параметров кристаллической решетки пленочного образца	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	20	Компьютерная симуляция (1)
	Области применения рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии	20	
	Анализ строения некристаллических твердых материалов методом спектроскопии EXAFS	20	Отчет (1)
5	Электронно- и нейтронографии. Различия аппаратного обеспечения дифракционных измерений.	22	
6	Электронно-зондовый анализ морфологии и состава поверхности твердых тел	20	
	Аналитические возможности и особенности пробоподготовки просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения	20	

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.
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.
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: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 7 семестра в виде экзамена в устной форме. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Результаты экзамена включаются в приложение к диплому.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых на экзамене:

1. Классификация и общие характеристики физико-химических методов исследования твердых веществ. Спектроскопия и микроскопия. Возбуждающие воздействия и регистрируемые частицы. Шкала энергии электромагнитных волн.
2. Источники и детекторы рентгеновского излучения. Основные принципы действия и конструкции рентгеновской трубки. Спектр излучения рентгеновской трубки. Синхротронное излучение

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература.

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.
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.

Дополнительная литература.

1. 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.
2. 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.
3. Захарова, Н.В. Техника и методика ИК-спектроскопии: Практикум. / Н.В.Захарова - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 28 с.
4. 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.

Вспомогательная литература.

1. Суздаев, И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П.Суздаев. - М.: Кн. дом "ЛИБРОКОМ", 2009. - 589 с.
2. Трифионов, С.А. Исследование твердофазных материалов методом дифференциального термического анализа. Метод. указания / С.А.Трифионов - СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2006.- 15 с.
3. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии: Учеб. для вузов / Ю.А. Пентин, Л.В.Вилков - М.: Мир; АСТ.- 2003.- 661 с.
4. 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.
5. Франк-Каменецкая, Г.Э. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ: учебное пособие / Г.Э.Франк-Каменецкая - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2004.- 91 с.
6. Франк-Каменецкая, Г.Э. Электронно-зондовые методы анализа в аналитической химии : учебное пособие / Г.Э.Франк-Каменецкая, А.В.Горюнов - СПб., СПбГТИ(ТУ), 2000.- 61 с.
7. Вилков, Л.В. Физические методы исследования в химии: Структурные методы и оптическая спектроскопия: Учебник для химических спец. вузов / Л.В.Вилков, Ю.А. Пентин. - М.: Высш. шк., 1987.- 367 с.
8. Вилков, Л.В. Физические методы исследования в химии: Резонансные и электрооптические методы: Учебник для химических спец. вузов / Л.В.Вилков, Ю.А.Пентин - М.: Высш. шк., 1989.- 288 с..
9. Гришаева Т.И. Методы колебательной спектроскопии: учебное пособие / Т.И. Гришаева, И.А.Захаров - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 1996.- 123 с.
10. Жарский, И.М. Физические методы исследования в неорганической химии: учебное пособие для химических и химико-технологических вузов / И.М.Жарский, Г.И.Новиков - М.: Высш. шк., 1988.- 271 с.
11. Юинг, Г.В. Инструментальные методы химического анализа / Г.В.Юинг; пер. с англ. Е.Н.Дороховой, Г.В.Прохоровой - М.: Мир, 1989.- 608 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», 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;
3. Программный пакет MathCAD
4. Программный пакет MS EXCEL

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 026-2016. Положение о бакалавриате./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2016.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 38 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) 020-2011. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению занятий./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2011.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2011.- 21 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.

В ходе лекционных занятий магистранту необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой магистрантов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в разделе 7 настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

В качестве рекомендаций по использованию Интернет-ресурсов можно предложить следующий план работы с Интернет-источниками:

- осуществить поиск библиографической информации на заданную тему на сайтах издательств: www.elsevier.com, www.pubs.acs.org, www.rsc.org, www.wiley.com, www.springer.com, www.journals.aip.org, www.publishaps.org, а также с использованием библиографических поисковых систем www.sciencedirect.com, www.scirus.com

- осуществить поиск патентной информации на заданную тему на сайтах www.dpma.de, www.uspto.gov

- для ознакомления с возможностями библиографических и химически баз данных, способам и условиям доступа к ним в режиме on- и off-line обратиться к сайтам www2.viniti.ru, www.cas.org, www.belstein.com, www.gmelin.com, www.e-library.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

- среди найденного материала, в первую очередь, необходимо просматривать сайты со строгим соответствием запросу и только затем просматривать остальные найденные сайты;

- при необходимости возможно напрямую обратиться к тому или иному сайту. Например, при поиске информации полезным может оказаться сайт www.rushim.ru, а также сайты государственных ВУЗов: МГУ, СПбГУ, АГУ и т.д.

Для работы на практических занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 7 семестра в виде экзамена в устной форме (билет включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала). Результаты экзамена включаются в приложение к диплому.

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

10.1. Информационные технологии.

Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, видеоматериалов и баз данных.

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. Информационные справочные системы.

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

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

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 18.04.01 Химическая технология, изучают дисциплину в полном объеме. Учебный процесс осуществляется в соответствии с "Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ФГБОУ ВПО СПбГТИ(ТУ)", утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Методы исследования наносистем и наноматериалов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенция		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-2	Способность использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и экспериментальных исследованиях	промежуточный
ПК-5	Готовность выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	промежуточный
ПК-6	Способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано-структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	промежуточный
ПК-14	Готовность использовать технические средства измерения и контроля, необходимые при стандартизации и сертификации материалов и процессах их получения, испытательного и производственного оборудования	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает основные принципы и методы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов	Правильные ответы на вопросы №№ 1-6	ОПК-2
Освоение раздела № 2	Умеет осуществлять выбор оптимальных методов физико-химического анализа материалов	Правильные ответы на вопросы №№ 7-18	ПК-5
Освоение раздела № 3	Владеет методиками пробоподготовки, регистрации, обработки и интерпретации результатов физико-химических методов анализа	Правильные ответы на вопросы №№ 19-25	ПК-6
Освоение раздела № 4	Знает основные методические принципы осуществления приборных исследований и анализа результатов	Правильные ответы на вопросы №№ 26-35	ПК-6

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 5	Умеет практически применять спектральные методы анализа	Правильные ответы на вопросы №№ 36-37	ПК-14
Освоение раздела № 6	Владеет методами статистической обработки результатов измерений	Правильные ответы на вопросы №№ 38-44	ПК-14

Успешность усвоения дисциплины характеризуется качественной оценкой на основании таблицы оценки сформированности компетенций, включающего совокупность критериев их освоения и выражается оценкой по пятибалльной шкале.

Качество освоения дисциплины	Уровень освоения дисциплины	Отметка в 5-балльной системе	Критерии
81-100 %	высокий	отлично	Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные рабочей программой дисциплины учебные задания выполнены, результаты лабораторных работ защищены.
66-80 %	средний	хорошо	Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные рабочей программой дисциплины учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками, результаты лабораторных работ защищены
51-65 %	средний	удовлетворительно	Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
0-50 %	ниже среднего	неудовлетворительно	Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено, не может объяснить результаты лабораторных работ, при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-2:

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

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5:

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

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-6:

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 твердотельных 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.

г) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-14:

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 экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает билет с 2 вопросами из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

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

1. Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в СПбГТИ(ТУ) (Утв. Приказом ректора СПбГТИ(ТУ) от 12.12.2014 № 463).

2. СТО СПбГТИ(ТУ) 026-2016. Положение о бакалавриате./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2016.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 38 с.

3. 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.