

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.09.2023 17:26:23
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
« ____ » _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Направление подготовки

18.04.01 Химическая технология

Программа магистратуры

Химическая технология материалов и изделий электронной техники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Химической нанотехнологии и материалов электронной техники**

Санкт-Петербург

2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы физической химии твердого тела»
обсуждена на заседании кафедры химической нанотехнологии и материалов электронной
техники

протокол от ____ . ____ . 2020 № ____

Заведующий кафедрой ХНиМЭТ

профессор А.А. Малыгин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от ____ . ____ . 2020 № ____

Председатель

доцент С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

| | | |
|---|--|-------------------|
| Руководитель ООП «Химическая технология» | | доцент М.В. Рутто |
| 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..... | 05 |
| 4. Содержание дисциплины | 06 |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий..... | 06 |
| 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины | 06 |
| 4.3. Занятия лекционного типа..... | 07 |
| 4.4. Занятия семинарского типа | 08 |
| 4.4.1. Семинары, практические занятия | 08 |
| 4.4.2. Лабораторные занятия..... | 09 |
| 4.5. Самостоятельная работа..... | 10 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине..... | 11 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации..... | 11 |
| 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины..... | 12 |
| 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины..... | 13 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..... | 13 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине..... | 14 |
| 10.1. Информационные технологии | 14 |
| 10.2. Программное обеспечение | 14 |
| 10.3. Базы данных и информационные справочные системы..... | 15 |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 15 |
| 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 магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) |
|--|---|--|
| ПК-2 Способен применять навыки экспериментальных исследований и диагностики материалов электронной техники, анализа процессов их производства, обработки и модификации | ПК-2.3 Способность использовать для физико-химических методов анализа материалов различного назначения | <p>Знать: основные принципы и методы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов (ЗН-1).</p> <p>Уметь: осуществлять выбор оптимальных методов физико-химического анализа материалов (У-1).</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками пробоподготовки, регистрации, обработки и интерпретации результатов физико-химических методов анализа (Н-1). - практическими навыками применения спектральных методов анализа (Н-2). - методами статистической обра-ботки результатов измерений (Н-3). |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина "Дополнительные главы физической химии твердого тела " относится к части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.03) и изучается на первом году обучения в 1 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных в ходе обучения по программам бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 при изучении курсов физики, физической химии твердого тела, методов исследования наносистем и наноматериалов, метрологии, стандартизации и сертификации.

Полученные в процессе освоения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта, а также при выполнении магистерских диссертаций по тематике, связанной с разработкой и инновационным внедрением наукоемких процессов, материалов и технологий, созданием наноматериалов и разработкой нанотехнологических процессов.

3. Объем дисциплины

| Вид учебной работы | Всего, академических часов |
|---|-------------------------------|
| | Очная форма обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов) | 5 / 180 |
| Контактная работа с преподавателем: | 78 |
| занятия лекционного типа | 18 |
| занятия семинарского типа, в т.ч. | 54 |
| семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка) | 54 (13) |
| лабораторные работы (в том числе практическая подготовка) | - |
| курсовое проектирование (КР или КП) | - |
| КСР | 6 |
| другие виды контактной работы | - |
| Самостоятельная работа | 102 |
| Формы текущего контроля | - |
| Форма промежуточной аттестации | зачет |

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Занятия лекционного типа, акад. часы | Занятия семинарского типа, акад. часы | | Самостоятельная работа, акад. часы | Формируемые компетенции |
|-------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | | | Семинары и/или практические занятия | Лабораторные работы | | |
| 1 | Общая классификация и принципы физико-химических методов исследования наносистем | 2 | 8 | | 2 | ПК-2 |
| 2 | Рентгеновская и электронная спектроскопия наносистем | 2 | 8 | | 20 | ПК-2 |
| 3 | Исследование морфологии и топографии наносистем методами электронной микроскопии | 2 | 10 | | 20 | ПК-2 |
| 4 | Термические и адсорбционные методы анализа наносистем | 4 | 10 | | 20 | ПК-2 |
| 5 | Колебательная спектроскопия наносистем: ИК и КР-спектроскопия | 4 | 10 | | 20 | ПК-2 |
| 6 | Спектроскопия в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра применительно к наноматериалам | 4 | 8 | | 20 | ПК-2 |

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

| № п/п | Код индикаторов достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины |
|-------|--|---|
| 1 | ПК-2.3 | Общая классификация и принципы физико-химических методов исследования наносистем Рентгеновская и электронная спектроскопия наносистем Исследование морфологии и топографии наносистем методами электронной микроскопии Термические и адсорбционные методы анализа наносистем Колебательная спектроскопия наносистем: ИК и КР-спектроскопия Спектроскопия в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра применительно к наноматериалам |

4.3. 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 наносистем 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. | 2 | Лекция-беседа |
| 2 | Рентгеновская и электронная спектроскопия наносистем 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. | 2 | Лекция-беседа |
| 3 | Исследование морфологии и топографии наносистем методами электронной микроскопии Разновидности электронной микроскопии. Электронная микроскопия пропускания: основные принципы, аппаратная реализация, разрешающая способность, проблемы пробоподготовки. Сканирующая электронная микроскопия: основные принципы, аппаратная реализация | 2 | Лекция-беседа |
| 4 | Термические и адсорбционные методы анализа наносистем Методы анализа на основе химических и термических воздействий. Дифференциально-термический анализ: основные принципы, аппаратная реализация, интерпретация результатов. Адсорбционные методы исследования: теоретические основы, аппаратная реализация, регистрация изотерм сорбции в газовых и жидких средах. | 4 | Лекция-беседа |
| 5 | Колебательная спектроскопия наносистем: 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. | 4 | Лекция-визуализация |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| | Спектроскопия комбинационного рассеяния: теоретические основы и аппаратная реализация, правила отбора, пробоподготовка. Взаимно дополнительный характер ИК- и КР-спектров. | | |
| 6 | Спектроскопия в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра применительно к наноматериалам Оптическая спектроскопия. Электронный терм, правила отбора. Адиабатическое приближение. Принцип Франка-Кондона. Стоксовы и анти-стоксовы 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. | 4 | |

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 т.ч. на практическую подготовку | |
| 1 | Общая классификация и принципы физико-химических методов исследования наносистем Аппаратная функция. Интегральная интенсивность. Базовая линия. Деконволюция перекрывающихся полос. | 8 | 2 | Групповая научная дискуссия |
| 2 | Рентгеновская и электронная спектроскопия наносистем Интерпретация спектров и получаемая информация Фотоэлектронная спектроскопия, Оже-спектроскопия, рентгенофлуоресцентный и рентгенозондовый анализ. Конструкция спектрометров: источники возбуждающего воздействия и детекторы, условия регистрации. | 8 | 2 | |
| 3 | Исследование морфологии и топографии наносистем методами электронной микроскопии Сканирующая электронная микроскопия: основные принципы, аппаратная реализация, сочетание с рентгенозондовым анализом, контраст в первичных и вторичных электронах, разрешающая способность. | 10 | 2 | Компьютерное моделирование и практический анализ результатов |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия | Объем, акад. часы | | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | | всего | в т.ч. на практическую подготовку | |
| 4 | Термические и адсорбционные методы анализа наносистем Измерение удельной поверхности и пористости, анализ кислотно-основных свойств поверхности твердых тел и наночастиц. | 10 | 2 | |
| 5 | Колебательная спектроскопия наносистем: ИК и КР-спектроскопия Колебания многоатомных молекул: силовое поле, нормальные колебания, классификация по форме колебаний, ангармонические эффекты в многоатомных молекулах, составные колебания. Колебания в кристаллах: акустические и оптические фононы, фононный спектр. Форма и интерпретация ИК-спектров. Форма и интерпретация спектров КР | 10 | 3 | Разбор конкретных ситуаций |
| 6 | Спектроскопия в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра применительно к наноматериалам Квантово-механическое описание электронных переходов. Матричный элемент перехода. Связь матричного элемента с коэффициентами экстинкции, Эйнштейна и силой осциллятора. Атомная, молекулярная и твердотельная оптическая спектроскопия. Теоретические основы оптической спектроскопии твердотельных объектов. Зонная структура. Запрещенная зона и край фундаментального поглощения. | 8 | 2 | Разбор конкретных ситуаций |

4.4.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|----------------|
| 1 | Общая классификация и принципы физико-химических методов исследования наносистем Пробоподготовка, ее специфика для наноструктурированных материалов. Поверка, калибровка и сертификация оборудования для физико-химических исследований. | 2 | опрос |
| 2 | Рентгеновская и электронная спектроскопия наносистем Источники и детекторы рентгеновского излучения. Форма и интерпретация спектров Оже. | 20 | опрос |
| 3 | Исследование морфологии и топографии наносистем методами электронной микроскопии Использование Оже-спектроскопии для исследования морфологии наносистем в рамках сканирующей электронной микроскопии. | 20 | опрос |
| 4 | Термические и адсорбционные методы анализа наносистем Адсорбционные методы исследования наноструктурированных материалов. | 20 | опрос |
| 5 | Колебательная спектроскопия наносистем: ИК и КР-спектроскопия Роль симметрии в колебательной спектроскопии, колебательные термы, их классификация и обозначения по симметрии.. | 20 | опрос |
| 6 | Спектроскопия в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра применительно к наноматериалам Механизмы электронных переходов. Интенсивность поглощения. Правила отбора. Кристаллическое поле. Корреляционные диаграммы. Эмиссионная оптическая спектроскопия, люминесценция, флуоресценция и фосфоресценция | 20 | 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. 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.
4. 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.
5. Захарова, Н.В. Техника и методика ИК-спектроскопии: Практикум. / Н.В.Захарова - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016.- 28 с. (ЭБ)
6. 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.
7. 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 1 семестра в виде зачета в устной форме. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачет 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 зачета включаются в приложение к диплому.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых 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. Источники и детекторы рентгеновского излучения. Основные принципы действия и конструкции рентгеновской трубки. Спектр излучения рентгеновской трубки. Синхротронное излучение

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 - Москва: Техносфера, 2009.- 527 с. - ISBN 978-5-94836-220-5
2. Дубровенский, С.Д. Компьютерный анализ спектральных данных./ С.Д.Дубровенский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 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. - ISBN 978-5-397-01833-3
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. - ISBN 978-5-397-00110-6
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. - ISBN 978-5-397-00055-0
6. 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, А.А.Малков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2009. - 22 с.
7. Захарова, Н.В. Определение кислотно-основных характеристик поверхности твердых веществ: методические указания к лабораторной работе / Н.В.Захарова, М.Н.Цветкова, В.Г.Корсаков; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2011. – 16 с.
8. Захарова, Н.В. Техника и методика ИК-спектроскопии: Практикум / Н.В.Захарова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. - 28 с.
9. Малков, А.А. Определение удельной поверхности твердых тел на анализаторе «СОРБОМЕТР–2.0»: методические указания к лабораторной работе / А.А.Малков, А.Ю. Шевкина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2009. – 28 с.
10. Старостин, В.В. Материалы и методы нанотехнологии: Учебное пособие / В.В. Старостин; Под ред. Л.Н.Патрикеева. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.- 431 с. - ISBN 978-5-94774-727-0
11. Суздальев, И.П. Нанотехнология: Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П.Суздальев. – Изд. 2-е испр. – Москва: Книжный дом «ЛИБРОМ», 2009. – 592 с. - ISBN 978-5-397-00217-2
12. Трифонов, С.А. Определение краевого угла смачивания: методические указания к лабораторной работе / С.А.Трифонов, Т.С.Павленко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2010. – 21 с.

б) электронные издания:

1. Дубровенский, С.Д. Компьютерный анализ спектральных данных./ С.Д.Дубровенский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 49 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
2. Атомно-абсорбционный анализ: Учебное пособие / А.А. Ганеев [и др.]. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011.- 304 с. - ISBN 978-5-8114-1117-7 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Захарова, Н.В. Техника и методика ИК-спектроскопии: Практикум / Н.В.Захарова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. - 28 с. // СПбГТИ(ТУ). Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.
4. Методы получения и исследования наноматериалов и наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям: учебное пособие / Е.Д.Мишина и др.; под ред. А.С.Сигова. - 5-е изд. - Москва: Лаборатория знаний, 2017. - 187 с. – ISBN 978-5-00101-473-7 // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.12.2020). - Режим доступа: по подписке.

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);
3. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет; ЭБС «Лань»

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.

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 1 семестра в виде зачета в устной форме (включает 2 вопроса из различных тем пройденного). Результаты зачета включаются в приложение к диплому.

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;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала и проведение практических занятий:

ОС – не ниже MS Windows XP SP3

MS PowerPoint 97 и выше

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; ЭБС «Лань»

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 видеofilьмов по дисциплине.

Практические занятия проводятся в учебном кабинете, отвечающем санитарным нормам, а его оборудование – следующим 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.

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
"Дополнительные главы физической химии твердого тела"**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

| Индекс компетенции | Содержание | Этап формирования |
|---------------------------|---|--------------------------|
| ПК-2 | Способен применять навыки экспериментальных исследований и диагностики материалов электронной техники, анализа процессов их производства, обработки и модификации | 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) | |
|---|---|-------------------------------------|---|--|
| | | | «не зачтено» | «зачтено» |
| ПК-2.3 Способность использовать современные приборы сканирующей зондовой микроскопии при анализе материалов и изделий электронной техники | Знает основные принципы и методы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов (ЗН-1). | Ответы на вопросы №№ 1-7 к зачету | Не знает основные принципы и методы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов. | Знает основные принципы и методы физико-химических методов анализа материалов, физические процессы, лежащие в основе этих методов. |
| | Умеет осуществлять выбор оптимальных методов физико-химического анализа материалов (У-1). | Ответы на вопросы №№ 8-16 к зачету | Не умеет осуществлять выбор оптимальных методов физико-химического анализа материалов | Умеет осуществлять выбор оптимальных методов физико-химического анализа материалов |
| | Владеет методиками пробоподготовки, регистрации, обработки и интерпретации результатов физико-химических методов анализа (Н-1). | Ответы на вопросы №№ 18-25 к зачету | Не владеет методиками пробоподготовки, регистрации, обработки и интерпретации результатов физико-химических методов анализа | Владеет методиками пробоподготовки, регистрации, обработки и интерпретации результатов физико-химических методов анализа |
| | Владеет практическими навыками применения спектральных методов анализа (Н-2). | Ответы на вопросы №№ 26-34 к зачету | Не владеет практическими навыками применения спектральных методов анализа | Владеет практическими навыками применения спектральных методов анализа |
| | Владеет методами статистической обработки результатов измерений (Н-3). | Ответы на вопросы №№ 35-42 к зачету | Не владеет методами статистической обработки результатов измерений | Владеет методами статистической обработки результатов измерений |

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 ПК-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
7. 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.
8. Источники и детекторы рентгеновского излучения. Основные принципы действия и конструкции рентгеновской трубки. Спектр излучения рентгеновской трубки. Синхротронное излучение.
9. Широкополосная рентгеновская спектроскопия поглощения. Форма и интерпретация спектров рентгеновского поглощения. Элементный анализ
10. Спектроскопия тонкой структуры вблизи края рентгеновского поглощения (XANES). Природа пика предвозбуждения. Анализ степени окисления и координационного окружения атомов твердого тела.
11. Спектроскопия растянутой тонкой структуры рентгеновского поглощения (EXAFS). Радиальная функция распределения. Анализ локальной структуры некристаллических твердых тел.
12. Рентгеновская флуоресценция: физические принципы, способы возбуждения и регистрации, вероятность переходов, форма и интерпретация спектров.
13. Рентгено-зондовый микроанализ: физические принципы, способы возбуждения и регистрации, поверхностная чувствительность и пространственное разрешение.
14. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС): физические принципы, источники рентгеновского излучения, форма спектров, элементная чувствительность, качественный и количественный элементный анализ.

15. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС): анализ химического состояния и химические сдвиги, глубина анализа и поверхностная чувствительность, профиль распределения элементов по глубине, послойный анализ.
16. 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.
17. Основные элементы микроскопии. Общие характеристики: увеличение, разрешающая способность, контраст. Числовая апертура. Темнопольные и светлопольные изображения. Оптическая микроскопия. Области применения
18. Электронная микроскопия пропускания. Физические принципы и аппаратное оформление. Пробоподготовка и требования к образцу. Области применения.
19. Сканирующая электронная микроскопия. Физические принципы и аппаратное оформление. Области применения
20. Дифференциально-термические методы анализа. Основные принципы. Конструкция дериватографа. Условия регистрации.
21. Дифференциально-термические методы анализа. Интерпретация и обработка регистрируемых данных. Анализ термических превращений и фазовых переходов.
22. Анализ кислотно-основных центров поверхности методом адсорбции индикаторов. Основные принципы. Методика измерений. Интерпретация результатов. Оценка концентрации Бренстедовских и Льюисовских кислотных центров.
23. Характеристики дисперсных и пористых материалов. Анализ удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции газов. Основные принципы и аппаратная реализация.
24. Колебательная спектроскопия двухатомных молекул. Гармонический осциллятор, силовая константа, уровни колебательной энергии и фундаментальные колебательные переходы. Нулевые колебания. Правила отбора.
25. Физические причины ангармонизма. Ангармонический осциллятор Морзе: уровни колебательной энергии, коэффициент ангармонизма, обертоны, горячие переходы.
26. Колебательная спектроскопия многоатомных молекул. Общее число нормальных колебаний молекул. Внутренние молекулярные координаты. Классификация нормальных колебаний по форме и симметрии. Роль симметрии при анализе структуры.
27. 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.
28. Колебания в кристаллах. Закон дисперсии. Оптические и акустические фононы. Продольные и поперечные колебательные моды.
29. 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.
30. 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»
31. ИК-спектроскопия зеркального отражения. Теоретические основы явления отражения, формулы Френеля. Отражение с поглощением. Показатели преломления и поглощения, коэффициент отражения. Роль поляризации ИК-излучения.
32. Области применения. ИК-спектроскопия НПВО и МНПВО. Теоретические основы. Оптические элементы НПВО. Критический угол. Методика регистрации спектров порошкообразных и пленочных материалов. Области применения.

33. ИК-спектроскопия диффузного отражения. Интегрирующая сфера. Методика регистрации. Количественные измерения. Функция Кубелки-Мунка. Реализация измерений in-situ.
34. Фотоакустическая ИК-спектроскопия. Общие принципы. Устройство спектрометра. Области применения.
35. 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
36. Спектроскопия поглощения в области видимого и ближнего УФ света: Механизмы электронных переходов. Интенсивность поглощения. Правила отбора.
37. 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.
38. 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.
39. Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия. Правила отбора. Спектральные термы Аппаратная реализация. Качественный и количественный анализ.
40. 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.
41. Спектроскопия в области видимого и ближнего УФ света твердых тел: 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.
42. 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.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает 2 вопроса из перечня, приведенного выше, и задачу по интерпретации СЗМ-изображений

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 039-2013. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 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.