

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 14.04.2026 16:07:17 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322327	Рабочая программа дисциплины "Физические методы в химии твердого тела" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

**Физические методы в химии твердого тела**

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Фундаментальная и прикладная химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год(ы) набора

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является получение студентами знаний по основным физическим методам, используемым в химии твердого тела.

Задачи:

– формирование представления о принципиальных основах, практических возможностях и ограничениях современных физико-химических методов исследования структуры, фазового и элементного состава, состояния поверхности твердых веществ, а также реакций с их участием;

– ознакомление с аппаратным оснащением методов исследования

материалов и условиями проведения эксперимента, с процессами

интерпретации и грамотного оценивания экспериментальных данных, в том числе публикуемых в научной литературе;

– обучение будущих специалистов химии оптимальному выбору метода исследования для решения поставленных задач, умению делать

заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных;

– формирование интереса к изучению современной науки о материалах, прогностического понимания фундаментальных проблем и

практических методов их решения в области современного материаловедения;

– развитие у студентов критического мышления, способности адаптировать и применять общие методы к решению нестандартных типов проблем, готовности к самостоятельной эксплуатации современного лабораторного и аналитического оборудования и приборов по избранному направлению исследований.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов компетенции:

ПК 1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы его отдельных стадий, выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.

УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа проблемной ситуации

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.1.ДВ.03.01

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Основы химии твердого тела

Физическая химия

Кристаллохимия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Научно-исследовательская работа

Семинар по химии твердого тела

Функциональные материалы

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Преддипломная практика

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий**

**Знать:**

основные положения теории строения твердых тел;

**Уметь:**

использовать систему фундаментальных знаний по химии твердого тела и физическим методам исследования для решения проблемных ситуаций;



**Владеть:**

способностью использовать информационные базы данных и специальные справочники;

**ПК-1: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук**

**Знать:**

Способы планирования и проведения научно-исследовательских работ;

**Уметь:**

Ставить цели и задачи научно-исследовательских работ;

**Владеть:**

Практическими навыками создания проектов по предложенной теме.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	основные положения теории строения твердых тел;
3.1.2	физико-химические методы исследования структуры и свойств твердых тел;
3.1.3	основные теоретические представления о хроматографических методах;
3.1.4	теоретические основы неорганической химии (состав, строение и химические свойства основных простых веществ и химических соединений, связь строения вещества и протекания химических процессов).
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	использовать информационные базы данных и специальные справочники;
3.2.2	проводить расшифровку рентгенограмм, хроматограмм, спектров ЭПР и ЯМР;
3.2.3	описывать электрономикроскопические снимки;
3.2.4	использовать систему фундаментальных химических понятий химии твердого тела.
3.2.5	
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	основами навыков определения симметрии кристаллических структур;
3.3.2	процедурами получения и расшифровки спектров;
3.3.3	методологией хроматографического анализа.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 144 в том числе : аудиторные занятия : 90 самостоятельная работа : 5,7 часов на контроль : 45 контактная работа: 93,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах:  экзамены 9

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Дифракционные методы исследования</b>			
1.1	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ /Лек/	9	10	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Рентгено-флуоресцентный анализ /Лек/	9	10	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



1.3	Растровая и просвечивающая электронная микроскопия /Лек/	9	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.4	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Расшифровка рентгенограмм (метод порошка). Идентификация веществ. Картотека ASTM /Пр/	9	12	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.5	Получение и природа рентгеновского излучения. Рентгеновские трубки. Характеристическое и тормозное излучение. Монохроматоры. Взаимодействие вещества с рентгеновским излучением. Уравнение Вульфа-Брэгга. кристаллическая решетка, явление дифракции, дифракционный максимум, интенсивность, рентгенограмма. Определение качественного и количественного состава. /Ср/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.6	Рентгено-флуоресцентный анализ. Флуоресцентное излучение. Зависимость интенсивности флуоресценции от химического состава излучателя. Рентгенофлуоресцентные спектрометры. Принцип работы рентгенофлуоресцентного спектрометра. Способы рентгенофлуоресцентного анализа. Прямой способ внешнего стандарта. Способ разбавления проб нейтральной средой. Способ внешнего стандарта с поправками на поглощение. Способ калибровки. Способ добавок. Классический способ внутреннего стандарта. Способ стандарта фона. /Ср/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.7	Растровая электронная микроскопия. Устройство и принцип работы растрового электронного микроскопа. Формирование электронного зонда. Детекторы вторичных сигналов в РЭМ. Взаимодействие электронного пучка с веществом. Основные механизмы потерь электронов в веществе (упругие и неупругие). Основные источники сигналов используемые в РЭМ для формирования изображения. Область взаимодействия электронов зонда с веществом. Основные механизмы формирования изображения в РЭМ. Примеры применения РЭМ. /Ср/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.8	Просвечивающая электронная микроскопия. Формирование изображения в просвечивающем электронном микроскопе. Основные типы контраста в просвечивающем электронном микроскопе. Контраст на кристаллах с дефектами. Контраст на включениях. /Ср/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.9	Дифракционные методы исследования /ИКР/	9	1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 2. Дериватография</b>				
2.1	Дериватография /Лек/	9	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Дериватография. Расшифровка кривых ДТА, ТА и ТГ. /Пр/	9	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.3	История появления и развития метода термического анализа вещества. Дифференциально – термический анализ. Расшифровка кривых ДТА. Термогравиметрия. Дифференциальная термогравиметрия. Деривативная термогравиметрия. Дериватография. Принцип работы и устройство дериватографа. Подготовка проб для термического анализа. Методы достижения высоких температур. /Ср/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.4	Термолюминесцентный анализ. Аппаратура, методические особенности проведения термолюминесцентного анализа и обработки полученных данных. Современные тенденции развития термических методов исследования веществ и материалов. /Ср/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



2.5	Дериватография /ИКР/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 3. Диэлектрическая спектроскопия</b>				
3.1	Диэлектрическая спектроскопия /Лек/	9	6	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Спектроскопия. Инструменты для измерения импеданса. Двух-, трех- и четырех электродные схемы. Прикладные аспекты импедансной спектроскопии. Построение эквивалентных схем. Элементы эквивалентных схем. Комплексный импеданс, адмиттанс и электрический модуль. /Пр/	9	4	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.3	Спектроскопия электрохимического импеданса. Основные понятия измерений на переменном токе. Арганд диаграмма. Измерение импеданса электрохимических ячеек. Инструменты для измерения импеданса. Двух-, трех- и четырех электродные схемы подключения измерительной ячейки. Прикладные аспекты импедансной спектроскопии. Построение эквивалентных схем. Элементы эквивалентных схем. Комплексный импеданс, адмиттанс и электрический модуль. /Ср/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.4	Диэлектрическая спектроскопия /ИКР/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 4. Методы хроматографии</b>				
4.1	Основы метода хроматографии /Лек/	9	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2 Л1.4 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.2	Хроматография. Особенности и различия хроматографических колонок. Выбор оптимальных условий хроматографирования. /Пр/	9	4	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Сущность и особенности хроматографических методов. Классификация хроматографических методов анализа. Аналитические возможности хроматографических методов. Метод газовой хроматографии. Газоадсорбционная хроматография. Газожидкостная хроматография. Теоретические основы хроматографии. Зависимость формы пика от характера изотермы адсорбции. Параметры хроматографических пиков. /Ср/	9	0,3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.4	Аппаратура для газовой хроматографии. Устройство для ввода пробы. Хроматографическая колонка. Виды детекторов. Выбор оптимальных условий. Выбор неподвижной жидкой фазы. Выбор твердого инертного носителя. Выбор газа носителя и его скорости. Объем пробы. Температура процесса. Методы количественного и качественного анализа в газовой хроматографии. Масс- спектроскопия. Хромато-масс-спектрометрия. /Ср/	9	0,3	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.5	Основы метода хроматографии /ИКР/	9	0,8	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 5. ЯМР - спектроскопия</b>				
5.1	Основы методов ЯМР и ЭПР /Лек/	9	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.2	ЯМР-спектроскопия. Интенсивность линии в спектре ЯМР. Ширина линии. Классическое описание ЯМР. /Пр/	9	8	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5



5.3	История метода магнитного резонанса. Современные приложения ЯМР. Магнитные свойства веществ. Физическая суть магниторезонансных методов ЯМР и ЭПР. Рабочий спектральный диапазон. Химический сдвиг, физ. суть явления. Спин-спиновое взаимодействие, механизм Ферми /Ср/	9	1	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.4	Интенсивность линии в спектре ЯМР. Ширина линии. Динамический ЯМР, обменные процессы. Двойной резонанс. Классическое описание ЯМР. Импульсная спектроскопия ЯМР. Устройство ЯМР- спектрометра. Уравнение Блоха. Времена продольной и поперечной релаксации. Механизмы релаксации. /Ср/	9	0,6	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
5.5	Основы методов ЯМР и ЭПР /ИКР/	9	0,5	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3
<b>Раздел 6. Экзамен</b>				
6.1	Экзамен /Экзамен/	9	45	Л1.1 Л1.2 Л1.4 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Проверка качества усвоения знаний студентов по данной дисциплине включает в себя: текущий контроль и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль включает в себя подготовку и сдачу проекта по выбранной теме. Для этого студент обязан предоставить реферат по выбранной теме проекта, защитить его, выступить с докладом, сопровождающимся презентацией. Промежуточная аттестация представляет собой зачет, который проводится в устной форме по билетам.

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Перечень тем проектов

1. Термические методы анализа.
2. основы рентгенофазового и рентгеноструктурного анализа.
3. Способы и правила идентификация веществ при помощи рентгенофазового анализа..
4. Природа рентгеновского излучения.
5. Рентгено-флуоресцентный анализ. Основы метода.
6. Растровая электронная микроскопия. Основы метода.
7. Просвечивающая электронная микроскопия. Основы метода.
8. Термолюминесцентный анализ. Основы метода.
9. Спектроскопия электрохимического импеданса. Основы метода.
10. Адсорбционная хроматография.
11. Распределительная хроматография.
12. Ионообменная хроматография.
13. Проникающая хроматография.
14. Осадочная хроматография.
15. Адсорбционно-комплексобразовательная хроматография.
16. Ядерный магнитный резонанс.
17. Физическая суть метода ЭПР.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

1. Рентгеновское излучение. Получение и природа рентгеновского излучения. Характеристическое и тормозное излучение. Рентгеновские трубки. Виды. Принцип действия.
2. Взаимодействие вещества с рентгеновским излучением. Уравнение Вульфа-Брэгга. Индексы Миллера. Законы погасания. Рентгеновские дифрактометры. Фокусировка рентгеновского дифрактометра
3. Способы получения рентгенограмм. Расшифровка рентгенограмм (метод порошка). Идентификация веществ. Картотека ASTM.
4. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Суть методов. Понятия фазы, кристаллическая решетка, явление дифракции, дифракционный максимум, интенсивность, рентгенограмма. Определение качественного и количественного состава.
5. Рентгено-флуоресцентный анализ. Флуоресцентное излучение. Зависимость интенсивности флуоресценции от



химического состава излучателя.

6. Рентгенофлуоресцентные спектрометры. Принцип работы рентгенофлуоресцентного спектрометра. Способы рентгенофлуоресцентного анализа
7. Растровая электронная микроскопия. Устройство и принцип работы растрового электронного микроскопа. Формирование электронного зонда. Детекторы вторичных сигналов в РЭМ. Взаимодействие электронного пучка с веществом. Основные источники сигналов используемые в РЭМ для формирования изображения. Механизмы формирования изображения в РЭМ. Примеры применения РЭМ.
8. Просвечивающая электронная микроскопия. Формирование изображения в просвечивающем электронном микроскопе. Основные типы контраста в просвечивающем электронном микроскопе. Контраст на кристаллах с дефектами. Контраст на включениях.
9. Дифференциально – термический анализ. История появления и развития метода термического анализа вещества. Расшифровка кривых ДТА
10. Термогравиметрия. Дифференциальная термогравиметрия. Деривативная термогравиметрия.
11. Дериватография. Основные положения и определения. Принцип работы и устройство дериватографа. Применение метода.
13. Диэлектрическая спектроскопия. Основные понятия и определения. Потери на электропроводность. Релаксационные потери. Ионизационные потери. Резонансные потери. Диэлектрические потери в газах. Диэлектрические потери в жидких диэлектриках. Диэлектрические потери в твердых диэлектриках.
14. Электропроводность различных веществ. Электропроводность диэлектриков. Электропроводность газов. Электропроводность жидких и твердых диэлектриков. Диаграмма Коула-Коула. Пробой в жидких и твердых диэлектриках.
15. Хроматография. Теоретические основы хроматографии. Зависимость формы пика от характера изотермы адсорбции. Параметры хроматографических пиков. Сущность и особенности хроматографических методов. Классификация хроматографических методов анализа. Аналитические возможности хроматографических методов.
16. Газовая хроматография. Метод газовой хроматографии. Газоадсорбционная хроматография. Газожидкостная хроматография. Аппаратура для газовой хроматографии. Устройство для ввода пробы. Хроматографическая колонка. Виды детекторов.
17. Выбор оптимальных условий хроматографирования. Выбор неподвижной жидкой фазы. Выбор твердого инертного носителя. Выбор газа носителя и его скорости. Объем пробы. Температура процесса.
18. Хромато-масс-спектрометрия. Методы количественного и качественного анализа в газовой хроматографии. Масс-спектрометрия.
19. Метод ЯМР. Классическое описание ЯМР. Химический сдвиг, физическая суть явления. Спин-спиновое взаимодействие, механизм Ферми. Интенсивность линии в спектре ЯМР. Ширина линии. Динамический ЯМР, обменные процессы. Двойной резонанс.
20. Импульсная спектроскопия ЯМР. Устройство ЯМР-спектрометра. Уравнение Блоха. Времена продольной и поперечной релаксации.
21. Метод ЭПР. Магнитный момент электрона - парамагнетизм. Условия спинового резонанса. Применение ЭПР в химии и биологии. ЯМР широких линий. Импульсный ЯМР. Томография.
22. Техника получения спектров ЭПР. Принцип регистрации спектров ЭПР. Сверхтонкое расщепление. Распределение электронной плотности. Ширина линии в ЭПР.

#### 6.4. Критерии оценивания

##### Критерии оценки реферата

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

Новизна текста: а) актуальность темы исследования; б) новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей (межпредметных, внутрипредметных, интеграционных); в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал; г) явленность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса: а) соответствие плана теме реферата; б) соответствие содержания теме и плану реферата; в) полнота и глубина знаний по теме; г) обоснованность способов и методов работы с материалом; е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников: а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению: а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы; б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией; в) соблюдение требований к объёму реферата.



Оценка 5 ставится, если выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка 4 – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка 3 – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата.

Оценка 2 – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Оценка 1 – реферат студентом не представлен.

#### Критерии оценивания доклада

Оценка 5 – полный, содержательный доклад, в котором прослеживается логика построения, системность, понимание сущности вопроса, аргументированность и убедительность. Презентационный материал используется в докладе, автор прекрасно ориентируется в нем. Студент обладает высокой культурой речи, уверен в себе, доклад рассказывает, опираясь изредка на план. На дополнительные вопросы отвечает правильно, четко, кратко, по существу, используя ясность формулировок.

Оценка 4 – доклад полный, содержательный, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; местами отсутствует логическая последовательность в суждениях; на дополнительные вопросы даны неполные ответы.

Оценка 3 – тема освещена лишь частично, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Студент читает с листа, путается в формулировках, не уверен в себе. Допущены фактические ошибки в содержании доклада или при ответе на дополнительные вопросы. Представленный презентационный материал местами не используется в докладе.

Оценка 2 – доклад студентом не представлен.

#### Критерии оценивания презентации

Оценка 5 – презентация гармонично построена, прослеживается логика, системность. Слайды не перегружены информацией; текст, таблицы, рисунки, формулы читаемы, понятны. Оформление не отвлекает от содержания. Отсутствуют грамматические ошибки. Студент отлично ориентируется в собственных слайдах презентации.

Оценка 4 – презентация содержательна, прослеживается системность слайдов. Слайды в целом не перегружены информацией. Однако присутствует незначительные ошибки: грамматические, в формулах, формулировках и т.д.

Оценка 3 – презентация представлена, но построена нелогично, содержит не только грамматические ошибки, но и существенные ошибки в содержании (неверные формулы, формулировки законов и т.д). Представленный презентационный материал местами не используется в докладе. Студент путает слайды.

Оценка 2 – презентация студентом не представлена.

Оценки за реферат, доклад и презентацию суммируются:

12-15 баллов – зачет;

12-7 баллов – проект нуждается в доработке;

Менее 7 баллов – не зачет;

#### Критерии оценки за устный ответ

Критерии оценки за устный ответ на экзамене.

Выставление оценок на экзамене осуществляется на основе принципов объективности, справедливости, всестороннего анализа уровня знаний студента. При оценке ответа учитываются: правильность ответа на вопросы билета; логика изложения материала вопроса; умение увязывать теоретические и практические аспекты вопроса; правильность, содержание и полнота ответа на дополнительные вопросы; культура устной речи. Общая оценка ответа складывается из оценок по каждому из вопросов билета и является и среднестатистическим с округлением в пользу студента.

Оценка ответов производится по пятибалльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным ниже.

Оценка «5» (отлично) – Полно раскрыто содержание материала билета: исчерпывающие и аргументированные ответы на вопросы в билете. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, не



требует дополнительных пояснений, точно используется терминология. Демонстрируются глубокие знания дисциплин специальности. Даны обоснованные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «4» (хорошо) – Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, в изложении допущены небольшие неточности, не искажающие содержание ответа. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. При ответе на дополнительные вопросы преподавателя полные ответы даны только при помощи наводящих вопросов.

Оценка «3» (удовлетворительно) – Неполно или не последовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов. Демонстрируются поверхностные знания дисциплин специальности; имеются затруднения с выводами. При ответе на дополнительные вопросы преподавателя ответы даются только при помощи наводящих вопросов.

Оценка «2» (неудовлетворительно) – Материал излагается не последовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, не раскрыто его основное содержание. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов. Демонстрирует не знание и непонимание существа экзаменационных вопросов. Не даны ответы на дополнительные или наводящие вопросы преподавателя.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Газенаур Е. Г., Кузьмина Л. В., Крашенинин В. И.	Методы исследования материалов: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232447">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232447</a> )	Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2013	ЭБС
Л1.2	Фарус О. А., Якушева Г. И.	Физические и физико-химические методы анализа: лабораторный практикум: учебно-методическое пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=375309">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=375309</a> )	Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2015	ЭБС
Л1.3	Устынюк Ю. А.	Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса: курс лекций ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444862">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444862</a> )	Москва : Техносфера, 2016	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Ярышев Н. Г., Медведев Ю. Н., Токарев М. И., Бурихина А. В., Камкин Н. Н.	Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=426720">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=426720</a> )	Москва : Прометей, 2015	ЭБС
Л2.2	Бёккер Ю.	Спектроскопия: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994</a> )	Москва : РИЦ Техносфера, 2009	ЭБС
Л2.3	Калитеевский Н. И.	Волновая оптика: учебное пособие для вузов	Санкт- Петербург: Лань, 2008	

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> .
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. – URL: <a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> .



Э4 | Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. – URL: <http://znanium.com>.

Э5 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» - раздел "Журналы открытого доступа" ([https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_free.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp)) на 01.10.2018 г. содержит более 6000 научных журналов <http://www.elibrary.ru>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

Adobe Reader

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

3. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – Санкт-Петербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.

4. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

6. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (демонстрационный набор атомов, таблица Менделеева, таблица растворимости, электрохимический ряд напряжений металлов)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.

Основное оборудование:

Количество посадочных мест – 25, учебная мебель, проектор CASIO XJ-A141 переносной, ноутбук HP ProBook 4525s – переносной.

Программное обеспечение:

MSOffice 2010 Pro. (№ лицензии: 48780632. Лицензионное соглашение Open License 68753219ZZE1307. Дата с 11.07.2011.), PSPP (свободное программное обеспечение, лицензия GNUGPL).

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация.

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.

Основное оборудование:



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Физические методы в химии твердого тела" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 12

6 автоматизированных рабочих мест ПК INTEL E 2140 ФОРМОЗА МОНИТОР TFT 17"Acer 1716 Fs (700;1.5ms, 1280x1024), компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами Монитор TFT17"LGL1718S, интерактивная доска SMART Board 660 диагональ 64"/162/6см/New, проектор EPSON EB-X41, акустическая система 2.0 SvenSPS-678,

1 автоматизированное место сист. блок СBT 3.2/2/500.(корпус: Midi-Tower ATX, мощность 450Вт, процессор - кол-во ядер-2,тактовая частота 3200 МГц, опер.память 1333 МГц,2 Гб. жест. диск: SATA II объем 500 Gb 7200 rpm. клавиатура, мышь, монитор Asus TFT19"VН1198D, 5 автоматизированных рабочих мест ПК Системный блок: процессор 2-ух ядерный, макс. базовая тактовая частота: 3500 МГц, операт. память 8 Гб, тип: DDR4, объем накопителя: 1000 Гб, Монитор 23", клавиатура, мышь, сетевой фильтр 5 роз., кондиционер.

Учебно-наглядные пособия:

Мультимедийная презентация.

Программное обеспечение:

MSWindowsXPProfessionalSP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Партия № PC545926 от 20.12.2007г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г., MSWindows 7 Professional. Лицензии бессрочные. Лицензия № 48382516 от 10.11.2010г., MSOffice 2010. Лицензии бессрочные. Лицензия № 48382516 от 10.11.2010г., MSWindows 10. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № АЭ-44/57/18 от 30.10.2018г., MSOffice 2016. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № АЭ -44/57/18 от 30.10.2018г.

3.помещение для самостоятельной работы:

3.1 Читальный зал № 1

Основное оборудование: Количество посадочных мест – 50. 5 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД. Учебная мебель, кондиционер.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 10 Pro. (Лицензии бессрочные. Договор № АЭ-223/28/18)

Microsoft Office 2016 Pro (Лицензии бессрочные. До-говор № АЭ-223/28/18)

КонсультантПлюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения пра-вовой информации)

ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный дого-вор № 1013/К-2773 от 11.12.2018г.)

3.2 Информационно-библиографический отдел.

Основное оборудование: количество посадочных мест – 24. Учебная мебель, 7 персональных компьютеров с подключением в сеть «Интернет», неограниченный доступ к ЭБС и БД.

Программное обеспечение: Microsoft Windows Pro-fessional 7 Russian Academic OPEN No Level (СBT (ОАО ЦЕНТР) 18.02.10. Номер лицензии 46536280)

Microsoft Windows Professional 7 Russian Academic OPEN No Level (Договор № АЭ-61/10)

Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Aca-demic OPEN 1 License No Level (Договор № АЭ-23/12, номер лицензии 60411804)

КонсультантПлюс (Соглашение о сотрудничестве № 31 от 20.05.2003 с региональным информационным центром общероссийской сети распространения правовой информации)

НЭБ (Договор № 101/НЭБ/2810 от 20.02.2018)

ПО «Антивирус Касперского» (Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2018г.)

3.3 Аудитория для самостоятельной работы.

Основное оборудование: специализированная эргономичная мебель для работы за компьютером. Автоматизированные рабочие места на 11 обучающихся, 1 преподавателя. 12 ПК с лицензионным программным обеспечением. Магнитно-маркерная доска. Интерактивная доска SMARTBoard 660 диагональ 64"/162/6см. Проектор INFOCUS IN 36. Акустическая система 2.0 Sven SPS-678.

Программное обеспечение: MS Windows XP Profes-sional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные.

Партия № PC545926 от 20.12.2007г.

MS Office 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г.

MS Windows 7 Professional. Лицензии бессрочные.

Лицензия № 48382516 от 10.11.2010г.

MS Office 2010. Лицензии бессрочные. Лицензия № 48382516 от 10.11.2010г.

MS Windows 10. Лицензии бессрочные.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Физические методы в химии твердого тела" по направлению подготовки  
(специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю)  
Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 13

Гос. Контракт № АЭ-44/57/18 от 30.10.2018г.

MS Office 2016. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № АЭ-44/57/18 от 30.10.2018г.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

К современному выпускнику общество предъявляет широкий перечень требований, среди которых особое значение имеет наличие у выпускников навыков и умений самостоятельно получать знания из различных источников информации, систематизировать и анализировать полученную информацию. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через подготовку к лабораторным, семинарским, практическим занятиям. При этом самостоятельная работа студента играет важную роль в ходе всего учебного процесса. При изучении дисциплины основную долю отводимого на самостоятельную работу времени занимает работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями. А потому студентам необходимо оптимально использовать время, отведенное на самостоятельную работу.

Целесообразно посвящать до получаса в день изучению конспекта лекции в тот же день после лекции и за день перед лекцией. Теоретический материал изучать в течение недели до 2 часов, а готовиться к практическому занятию по дисциплине до 1.5 часов.

Для лучшего и полного усвоения материала учебной дисциплины рекомендуется использовать методические указания и материалы по учебной дисциплине, тексты лекций, а также электронные ресурсы, имеющиеся в системе ЭБС, доступ к которым обеспечен в читальных залах университета. Теоретический материал курса становится более понятным, если дополнительно студентом изучаются книги, учебники по данной учебной дисциплине. Полезно использовать несколько учебников, рекомендованных преподавателем.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.). Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе».

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом



нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

