

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 03/04/2025 16:20:13

Уникальный программный ключ:

04c19ec8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8322323

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

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

стр. 1



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/ В.Е. Федоров

« 30 » июня 2021

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Физические методы исследования в химии

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Органическая и биоорганическая химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2021

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

Челябинск 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля) принята:**

Ученым советом химического факультета

Протокол заседания № 11 «25» 06 2021 г.

Председатель Ученого совета  
химического факультета

  
подпись

В.А. Бурмистров

Секретарь Ученого совета  
химического факультета

  
подпись

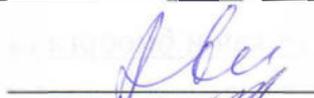
С.Е. Працкова

**Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована  
кафедрой**

Аналитической и физической химии

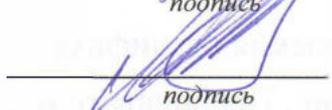
Протокол заседания № 13 от «21» 06 2021 г.

Заведующий кафедрой

  
подпись

Колесников А.В.

Автор (составитель)

  
подпись

к.х.н., доцент, Бирюков А.И.

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «05» декабря 2018 г. № 678-1**

## 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

Рабочая программа дисциплины "Физические методы исследования в химии" по направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 4
---	--------

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является усвоение студентами теоретических основ современных физических методов исследования и принципов использования информации, получаемой с помощью этих методов, для решения задач в различных областях химической науки и технологии.

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Овладение студентами химического факультета с теоретическими основами физических методов исследования, наиболее широко используемых в различных областях современной химии.
2. Ознакомление с принципами аппаратного оформления современных физических методов и способами подготовки веществ и их смесей к проведению исследования.
3. Овладение способами и приемами обработки информации, полученной с помощью физических методов исследования, с целью ее эффективного использования для решения проблем современной химии и химической технологии.

Изучение дисциплины направлено на достижение индикатора ОПК-1-2. Умеет использовать знания в области химических наук применительно к конкретной области химии

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП:	Б1.О.1.13
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
Квантовая химия	
Физическая химия	
Органическая химия	
Физика	
Неорганическая химия	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
Преддипломная практика	
Химия координационных соединений	
Химия неорганических пигментов	
Семинар по физической химии	
Семинар по химии материалов	
Семинар по химии твердого тела	
Строение вещества	
Научно-исследовательская работа	

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

**ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности**

**Знать:**

теоретические основы химических наук, а также причинно-следственные связи между ними

**Уметь:**

использовать знания в области химических наук применительно к конкретной области химии

**Владеть:**

навыками интерпретации и обобщения результатов практических и теоретических исследований

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	физические методы исследования, особенности их применения и интерпретации получаемых результатов
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	умеет выбирать физические методы исследования, исходя из поставленной задачи и имеющихся ресурсов

Рабочая программа дисциплины "Физические методы исследования в химии" по направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»		стр. 5
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>	
3.3.1	навыками планирования, проведения исследований с учетом решаемых задач и затрат временных и материально-технических ресурсов	

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 72 самостоятельная работа : 6,6 часов на контроль : 18 иная контактная работа: 11,4	Виды контроля в семестрах:  экзамены 8

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение. Общая характеристика и классификация методов</b>			
1.1	Введение /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.2	Общая характеристика методов молекулярной спектроскопии /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
1.3	Методы молекулярной спектроскопии /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 2. Виды движения. Энергетические состояния и переходы между ними в изолированной молекуле. Методы молекулярной спектроскопии</b>			
2.1	Виды движения. Энергетические состояния и переходы между ними в изолированной молекуле. Методы молекулярной спектроскопии /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
2.2	Виды движения. Энергетические состояния. Электронные переходы /Пр/	8	2	
	<b>Раздел 3. Электронные состояния и электронные переходы в двухатомных и сложных молекулах</b>			
3.1	Электронные состояния и электронные переходы в двухатомных и сложных молекулах /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
3.2	Методы электронной спектроскопии поглощения молекул. Классификация и отнесение электронных переходов и соответствующих полос в видимой и ультрафиолетовой областях спектра /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
	<b>Раздел 4. Электронные спектры поглощения молекул в видимой и ультрафиолетовой областях</b>			
4.1	Электронные спектры поглощения молекул в видимой и ультрафиолетовой областях /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

Рабочая программа дисциплины "Физические методы исследования в химии" по направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
4.2	Применение электронных спектров поглощения для изучения строения молекул /Пр/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
4.3	Корреляционные правила Вудворда-Физера для молекул с сопряженными двойными связями /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 5. Электронные спектры флуоресценции и фосфоресценции</b>				
5.1	Электронные спектры флуоресценции и фосфоресценции /ИКР/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 6. Спектроскопия колебательных переходов в молекулах</b>				
6.1	Спектроскопия колебательных переходов в молекулах /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.2	Симметрия нормальных колебаний молекул. Определение активности нормальных колебаний в ИК- и КР-спектрах /Пр/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
6.3	Идентификация строения молекул по характеристическим полосам поглощения в ИК-спектрах /Пр/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 7. Методы рентгеноэлектронной, фотоэлектронной и оже-спектроскопии</b>				
7.1	Методы рентгеноэлектронной, фотоэлектронной и оже- спектроскопии /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
7.2	Исследование электронного строения химических соединений, их состава и структуры поверхности тел путем идентификации рентгеноэлектронных и фотоэлектронных спектров /Пр/	8	2	
<b>Раздел 8. Ядерный магнитный резонанс</b>				
8.1	Ядерный магнитный резонанс /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
8.2	Определение строения молекул по данным спектроскопии ядерного магнитного резонанса высокого разрешения /Пр/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 9. Электронный парамагнитный резонанс</b>				
9.1	Электронный парамагнитный резонанс /Лек/	8	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

Рабочая программа дисциплины "Физические методы исследования в химии" по направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 7
9.2	Идентификация спектров электронного парамагнитного резонанса /Пр/	8	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 10. Методы масс-спектрометрии</b>				
10.1	Методы масс-спектрометрии /Лек/	8	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
10.2	Идентификация масс-спектров /Пр/	8	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 11. Методы определения геометрии молекул</b>				
11.1	Методы определения геометрии молекул /ИКР/	8	2,4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 12. Ядерный квадрупольный резонанс</b>				
12.1	Ядерный квадрупольный резонанс /ИКР/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 13. Ядерный гамма-резонанс</b>				
13.1	Ядерный гамма-резонанс /ИКР/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 14. Методы определения электрических дипольных моментов молекул</b>				
14.1	Методы определения электрических дипольных моментов молекул /ИКР/	8	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5
<b>Раздел 15. Методы изучения поляризуемости молекул. Дисперсия оптического вращения и оптический дихроизм</b>				
15.1	Методы изучения поляризуемости молекул. Дисперсия оптического вращения и оптический дихроизм /Ср/	8	6,6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Вопросы по темам дисциплины

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

Вопросы для проведения письменного опроса

- 1) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы хлорметана. Сколько нормальных колебаний имеет данная молекула?
- 2) Используя правило Вудворда-Физера, определить положение максимума полосы поглощения для тетраметилциклопентадиена.
- 3) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы этилена. Сколько нормальных колебаний имеет молекула?

- 4) Какими основными свойствами характеризуется электронное состояние молекулы? Пояснить физический смысл этих параметров.
- 5) Что такое «характеристическое время метода»? Оценить значение этого параметра для метода оптической спектроскопии поглощения, если частота поглощаемого молекулой кванта электромагнитного излучения составляет 1 ПГц.
- 6) Определить число колебательных степеней свободы для молекул ацетилена, этилена, этана, ацетона и бензола.
- 7) Перечислить и охарактеризовать первичные фотофизические процессы в молекуле. В чем отличие явлений флуоресценции и фосфоресценции?
- 8) Определить элементы симметрии и точечную группу молекулы пропина. Сколько нормальных колебаний имеет эта молекула?
- 9) Как влияет сопряжение кратных связей на электронный спектр поглощения молекулы? Привести примеры этого влияния

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

Список вопросов для проведения экзамена.

1. Общая характеристика физических методов исследования. Прямая и обратная задачи методов.
2. Характеристическое время физических методов и его роль при исследовании быстро протекающих процессов.
3. Перечислить основные виды внутреннего движения молекулы и качественно охарактеризовать соотношение их энергий.
4. Что такое электронное состояние молекулы и какими основными параметрами оно характеризуется.
5. Классификация электронных состояний двухатомных и многоатомных линейных молекул.
6. Классификация электронных переходов в сложных молекулах (по Малликену и Каша) на примере карбонильных соединений. Схема электронных переходов в карбонильной группе.
7. По каким признакам можно идентифицировать полосы поглощения, обусловленные  $\pi$ - $\pi^*$  и  $n$ - $\pi^*$  электронными переходами?
8. Перечислить основные правила отбора электронных переходов молекул. Какими факторами определяются интенсивности полос поглощения электронных спектров молекул?
9. Сформулировать правило отбора электронных переходов по спину. Какие факторы могут нарушать спиновый запрет?
10. Как влияет сопряжение хромофорных групп на их электронный спектр поглощения? Как отражается на интенсивности полос поглощения переходов  $\pi$ - $\pi^*$  изменение конформации системы сопряженных связей (S-цис и S-транс изомерия, плоская и неплоская конфигурации)?
11. Как отражается образование внутримолекулярных и межмолекулярных водородных связей на положение полос  $\pi$ - $\pi^*$  и  $n$ - $\pi^*$  переходов?
12. Как формулируется принцип Франка- Кондона для электронных переходов молекул?
13. Общая характеристика электронных переходов с переносом заряда.
14. Охарактеризовать основные элементы конструкции спектрофотометра для регистрации спектров поглощения в УФ и видимой областях спектра.
15. По диаграмме Яблонского перечислить и охарактеризовать основные фотофизические процессы, происходящие при поглощении молекулой кванта излучения.
16. При регистрации спектров поглощения или люминесценции в растворах часто наблюдается "размытие" и исчезновение тонкой структуры полос. В каком из растворителей ( $CCl_4$  или  $CH_2Cl_2$ ) это наиболее вероятно?
17. Что такое фосфоресценция и флуоресценция и каковы принципиальные различия между этими процессами?
18. Что такое интеркомбинационная конверсия и почему она возможна? Что такое энергетический и квантовый выход люминесценции?
19. Как можно объяснить правило зеркальной симметрии полос поглощения и люминесценции? Почему оно является приближенным?
20. Сформулируйте закон поглощения Ламберта-Бугера-Бера и объясните смысл параметров соответствующего уравнения.
21. Квантовомеханическое описание колебательных состояний молекул. Энергия колебательных уровней двухатомных и сложных молекул.
22. Схема классического решения прямой колебательной задачи.
23. Классификация колебательных уровней и переходов между ними в сложных молекулах на примере молекулы воды.
24. Что такое "основные" колебательные переходы, "обертон", "составные" и "горячие" переходы в колебательных спектрах? Соотношение интенсивностей соответствующих полос поглощения.
25. Схема, объясняющая эффект комбинационного рассеяния. Какие факторы определяют вероятности переходов в ИК - спектрах поглощения и спектрах комбинационного рассеяния?
26. Дать определение нормальным колебаниям и нормальным колебательным координатам. Что такое естественные координаты и как они связаны с нормальными координатами?
27. Степени свободы молекулы. Число степеней свободы для молекул ацетилена, ацетона, бензола, этана. Какие естественные координаты можно ввести для молекул  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_3Cl$ ,  $CH_2=CH_2$ ?
28. Приближение гармонического осциллятора. Энергия гармонического осциллятора для двухатомных молекул. Как определяется частота нормальных колебаний в приближении гармонического осциллятора и от каких параметров она зависит?

29. Какие существуют элементы и операции симметрии? Что такое точечная группа симметрии? Типы симметрии нормальных колебаний.
30. Концепция групповых или характеристических колебаний. Для каких целей используется эта концепция?
31. Как пользоваться таблицами характеров представлений точечных групп? Пояснить на примере молекулы  $SO_2$ .
32. Блок-схема ИК - спектрофотометра. Основные способы получения и подготовки, образцов для регистрации ИК- спектров.
33. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии двухатомных и многоатомных линейных молекул. Правила отбора. Определение геометрических параметров молекул.
34. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии молекул типа симметричного волчка.
35. Вращательные переходы в микроволновой спектроскопии молекул типа асимметричного волчка.
36. Магнитные моменты атомных ядер. Энергия ядерных состояний во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана. Физический смысл явления ядерного магнитного резонанса.
37. Что такое спин-решеточная и спин-спиновая релаксация? Условия реализации ядерного магнитного резонанса.
38. Экранирование ядер электронами. Константы экранирования. Химический сдвиг сигналов ЯМР. Относительные химические сдвиги. Шкалы химических сдвигов.
39. Условия возникновения явления ЯМР. Схема ЯМР-спектрометра. Применение метода ЯМР в химии.
40. Спин-спиновое взаимодействие и мультиплетность сигнала в спектре ЯМР. Мультипликативные функции состояния системы двух эквивалентных спинов  $A_2$  ( $I=1/2$ ). Схема взаимодействия двух ядер X и Y ( $I=1/2$ ) и расщепление сигнала ЯМР в результате спин-спинового взаимодействия ядер.
41. Спиновые состояния системы трех эквивалентных ядер  $A_3$  ( $I=1/2$ ). Энергия взаимодействия ядер и константы спин-спинового взаимодействия. Схема расщепления сигнала ЯМР при спин-спиновом взаимодействии протонов этильного радикала.
42. Как соотносятся интегральные интенсивности сигналов ЯМР для групп ядер одного и того же изотопа и интегральные интенсивности компонентов мультиплета? Правила определения числа линий в мультиплете.
43. Классификация и информативность констант спин-спинового взаимодействия. Уравнения Карплуса.
44. Условия возникновения электронного парамагнитного резонанса. Энергия взаимодействия магнитного момента электрона с внешним магнитным полем. Эффект Зеемана.
45. Что такое g-фактор Ланде и как он влияет на положение сигнала ЭПР?
46. Электрон - ядерное взаимодействие и сверхтонкая структура спектров ЭПР. Константа сверхтонкого взаимодействия.
47. Правила отбора для переходов между зеемановскими уровнями в системах с электрон - ядерным сверхтонким взаимодействием. Пояснить на схеме.
48. Основные элементы конструкции ЭПР-спектрометра. Применение ЭПР-спектроскопии в химии.
49. Условия получения спектров ядерного квадрупольного резонанса. Взаимодействие ядер, обладающих квадрупольным моментом, с электрическим полем.
50. Квадрупольные уровни энергии и частоты переходов для ядер со спином  $I=1$  в аксиальном симметричном и асимметричном электрических полях.
51. Схема ЯКР-спектрометра. Применение спектроскопии ЯКР в химии.
52. Физические принципы методов рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии. Оже--спектроскопия. Энергия связи электрона с ядром.
53. Параметры и структура рентгено - фотоэлектронных спектров. Химические сдвиги. Информативность методов.
54. Условия получения рентгеноэлектронных, фотоэлектронных и оже-спектров. Примеры применения методов в химии.
55. Физические принципы методов масс- спектрометрии. Процессы ионизации атомов и молекул. Способы ионизации.
56. Основные типы ионов в масс-спектрометрии.
57. Применение масс - спектрометрии в химии. Принципы конструкции масс - спектрометров.
58. Физические принципы получения спектров ядерного гамма - резонанса. Энергия отдачи ядер и энергия эффекта Допплера.
59. Влияние электрического квадрупольного и магнитного взаимодействий на спектры ядерного гамма - резонанса.
60. Условия, необходимые для реализации эффекта Мессбауэра. Схема устройства спектрометра ЯГР. Особенности эксперимента.
61. Применение ядерного гамма - резонанса в химии.

#### 6.4. Критерии оценивания

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена.

Экзамен проводится письменно в присутствии преподавателя и предполагает развернутый, полный ответ на два теоретических вопроса. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного как на лекционных занятиях, так и на практических занятиях. Время, отводимое на подготовку к ответу 40 минут. Во время экзамена студент в течение отведенного времени готовит письменный ответ на вопросы билета и затем проходит устное собеседование с преподавателем. Преподаватель может задавать дополнительные вопросы, касающиеся темы раздела. Оценочные средства представлены базой контрольных вопросов.

Отлично: Обучающийся отлично знает материал, умеет анализировать проблему и аргументировано изложить свою точку зрения, владеет достаточным для высказывания лексическим запасом, грамотно изъясняется на иностранном

Рабочая программа дисциплины "Физические методы исследования в химии" по направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 10
<p>языке с использованием точных терминов и названий. Обучающийся практически не допускает ошибок.</p> <p>Хорошо: Обучающийся хорошо знает материал, умеет анализировать проблему и аргументировано изложить свою точку зрения, владеет достаточным для высказывания лексическим запасом, грамотно изъясняется на иностранном языке с использованием точных терминов и названий. Обучающийся допускает незначительные ошибки. Удовлетворительно: Обучающийся знаком с материалом, владеет достаточным для высказывания лексическим запасом. Обучающийся допускает фактические и языковые ошибки, не оперирует лексическим запасом по теме.</p> <p>Неудовлетворительно: Обучающийся не знает основных положений вопроса, не ориентируется в основных понятиях, излагает материал с трудом, с грубыми фактическими и языковыми ошибками, либо отказывается от ответов на вопросы. Письменный опрос считается успешно сданным при получении студентом при ответе на теоретический вопрос от 3 до 5 баллов.</p> <p>При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Так, для получения зачета за семестр студент должен успешно сдать все письменные опросы в течение семестра.</p> <p>Результаты промежуточной аттестации в виде экзамена напрямую зависят от того, сколько баллов получит студент при устном ответе на теоретические вопросы: 5 баллов – «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 0 – 2 балла – «неудовлетворительно».</p>	

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	Березина Н. М., Чернявская Н. В., Базанов М. И., Черников В. В.	Химические методы анализа (количественный анализ): учебно-методическое пособие ( <a href="https://e.lanbook.com/book/107409">https://e.lanbook.com/book/107409</a> )	Иваново : ИГХТУ, 2017	ЭБС
Л1.2	Ляликов Ю. С.	Физико-химические методы анализа: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=220356">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=220356</a> )	Москва : Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1951	ЭБС
Л1.3	Мовчан И. Н., Горбунова Т. С., Евгеньева И. И., Романова Р. Г.	Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259010">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259010</a> )	Казань : Казанский научный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013	ЭБС
Л1.4	Каныгина О. Н., Четверикова А. Г., Бердинский В. Л.	Физические методы исследования веществ: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330539">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=330539</a> )	Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2014	ЭБС
Л1.5	Пашкова Е. В., Волосова Е., Шипуля А. Н., Безгина Ю., Глазунова Н. Н.	Спектральные методы анализа: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485007">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485007</a> )	Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2017	ЭБС
7.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс

Рабочая программа дисциплины "Физические методы исследования в химии" по направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 11
	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	Ковалев И. Н., Белая Е. А., Викторов В. В.	Физические методы исследования в химии твердого тела: учебно-методическое пособие	Челябинск: [Издательство ЮУрГГПУ], 2017	ЭБС
Л2.3	Баличева Т. Г., Белорукова Л. П., Звинчук Р. А., Кондратьев Ю. В., Никольский А. Б.	Физические методы исследования неорганических веществ: учебное пособие для вузов по специальности "Химия" направления "Химия"	Москва: Академия, 2006	ЭБС
Л2.4	Тананаев И. В.	Физические методы исследования неорганических материалов: [сборник статей]	М.: Наука, 1981	ЭБС
<b>7.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л3.1	Лефедова О. В., Шлыков С. А.	Молекулярная спектроскопия: учеб.-метод. пособие для аспирантов ( <a href="https://e.lanbook.com/book/96110">https://e.lanbook.com/book/96110</a> )	Иваново : ИГХТУ, 2016	ЭБС
<b>7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="https://e.lanbook.com/">//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: <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> .			
Э5	Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a> .			
<b>7.3 Перечень информационных технологий</b>				
<b>7.3.1 Программное обеспечение</b>				
MS Office365				
Adobe Reader				
LMS Moodle				
<b>7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы</b>				
Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.				

<b>8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: ауд. 115.	
Основное оборудование:	
Количество посадочных мест – 90, учебная мебель, проектор EPSON EMP-1720, ноутбук iRU Patriot 707 core Win8 – переносной, акустическая система.	
Учебно-наглядные пособия:	
Мультимедийная презентация.	
Программное обеспечение:	
MS Office 2010 Pro. (№ лицензии: 48780632, лицензионное соглашение Open License 68753219ZZE1307. Дата с 11.07.2011.), PSPP (свободное программное обеспечение, лицензия GNU GPL).	
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: компьютерный класс ауд. 304.	
Основное оборудование:	

<p>Рабочая программа дисциплины "Физические методы исследования в химии" по направлению подготовки (специальности) "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Органическая и биоорганическая химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»</p>	<p>стр. 12</p>
<p>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,</p>	
<p>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 1333МГц,2 Гб. жест. диск: SATA II объем 500 Gb 7200 rpm. клавиатура, мышь, монитор Asus TFT19"VH1198D, 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.</p>	
<p>Учебно-наглядные пособия:</p>	
<p>Мультимедийная презентация.</p>	
<p>Программное обеспечение:</p>	
<p>MSWindowsXPPProfessionalSP2 дляВУЗов. Лицензии бессрочные. Партия № РС545926 от 20.12.2007г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Кас-перского» 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.</p>	
<p>Имеются помещения для самостоятельной работы с компьютерной техникой и с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среды организации.</p>	

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

<p>Изучение дисциплины «Физические методы исследования в химии» базируется на знаниях основ физики, квантовой механики, физической химии, неорганической и органической химии. В ходе изучения дисциплины студенты знакомятся с теоретическими основами физических методов исследования, наиболее широко используемых в различных областях современной химии, а также с принципами аппаратного оформления современных физических методов и способами подготовки веществ и их смесей к проведению исследования.</p> <p>При изучении данной дисциплины используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студента. На лекционных занятиях преподаватель излагает основное содержание тем программы. Проработку лекционного материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершению темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.</p> <p>На практических занятиях рассматриваются основные физические методы исследования, методы обработки информации, полученной физическим методом. Рекомендуется перед каждым практическим занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучить лекционный материал по предстоящей теме. Студенту желательно проявлять активное участие на практических и лекционных занятиях, задавать вопросы, поскольку умение обосновывать свою точку зрения, нахождение компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни.</p> <p>Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. При освоении материала не следует стремиться к механическому запоминанию приведенных определений, формулировок и положений, если требования прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Сказанное особенно эффективно, когда речь идет о таких требованиях, как «понимает» или «имеет представление». Напротив, если студент имеет дело с требованием к деятельности «должен уметь», то рекомендуется поупражняться в соответствующем виде деятельности. Все это имеет непосредственное отношение к подготовке к практическим занятиям.</p> <p>В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме отложенного времени с использованием системы дистанционного обучения Moodle и электронной почты. Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам посредством электронной почты, социальных сетей (Вконтакте). Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобного для него месте, времени и темпе.</p>
---

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

<p>Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.</p> <p>1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер</p>
--

с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «ElBraille-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся 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 к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме шрифтом Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления 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 технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. 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.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.