

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горно-Алтайский государственный университет»
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

Физико-химические методы исследования рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	кафедра биологии и химии		
Учебный план	04.03.01_2025_135.plx 04.03.01 Химия Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах:	
в том числе:		зачеты 6	
аудиторные занятия	76		
самостоятельная работа	21,2		
часов на контроль	8,85		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя		19 1/6	
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	36	36	36	36
Лабораторные	40	40	40	40
Консультации (для студента)	1,8	1,8	1,8	1,8
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,15	0,15	0,15	0,15
Итого ауд.	76	76	76	76
Контактная работа	77,95	77,95	77,95	77,95
Сам. работа	21,2	21,2	21,2	21,2
Часы на контроль	8,85	8,85	8,85	8,85
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ст. преподаватель, Кузнецова О.В.

Рабочая программа дисциплины

Физико-химические методы исследования

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия (приказ Минобрнауки России от 17.07.2017 г. № 671)

составлена на основании учебного плана:

04.03.01 Химия

утвержденного учёным советом вуза от 30.01.2025 протокол № 2.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

кафедра биологии и химии

Протокол от 10.04.2025 протокол № 8

Зав. кафедрой Польшникова Елена Николаевна

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **кафедра биологии и химии**

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Польшникова Елена Николаевна

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры **кафедра биологии и химии**

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой Польшникова Елена Николаевна

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры **кафедра биологии и химии**

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой Польшникова Елена Николаевна

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры **кафедра биологии и химии**

Протокол от _____ 2029 г. № ____
Зав. кафедрой Польшникова Елена Николаевна

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	<i>Цели:</i> - формирование у студентов систематизированных знаний об использовании физико-химических методов при установлении строения органических соединений.
1.2	<i>Задачи:</i> - предоставить студентам теоретические основы физико-химических методов, направленных на изучение структуры органических соединений. - освоить навыки методов получения и изучения характерных физико-химических свойств основных классов органических соединений; - сформировать умение использования полученных теоретических и экспериментальных навыков в научно-исследовательской работе.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Неорганическая химия
2.1.2	
2.1.3	Математика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Методы анализа биологически активных веществ
2.2.2	Экспертная химия
2.2.3	Высокомолекулярные соединения
2.2.4	Научно-исследовательская работа
2.2.5	Техника безопасности в химической лаборатории

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-1: Способен использовать систему фундаментальных химических понятий и естественнонаучных законов	
ИД-1.ПК-1: Знает основные естественнонаучные законы и закономерности протекания химических процессов	
Знает теоретические основы физико-химических методов исследования, причины возникновения и проявления инфракрасных (ИК), ультрафиолетовых (УФ) спектров и спектров ядерного магнитного резонанса (ЯМР1Н).	
ИД-2.ПК-1: Применяет систему фундаментальных химических понятий и естественнонаучных законов в профессиональной деятельности	
Применяет специализированную терминологию, необходимую для понимания спектральных характеристик органических соединений, построения и характеристики теоретические спектры основных представителей органических соединений; интерпретации рабочих спектров представителей основных классов органических соединений.	
ИД-3.ПК-1: Владеет системой фундаментальных химических понятий и естественнонаучных законов в рамках образовательной и научной деятельности	
Владеет системой знаний о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях, владеет навыками работы со справочной и научной литературой.	
ПК-2: Способен применять стандартные операции по предлагаемым методикам и современную аппаратуру при проведении химических исследований	
ИД-1.ПК-2: Знает основные требования к методам и методикам проведения стандартных физико-химических операций	
Знает теоретическую сущность изученных физико-химических и физических методов исследования.	
ИД-2.ПК-2: Умеет использовать стандартные операции при проведении научных исследований	
Умеет интерпретировать ИК-спектры, УФ-спектры, ЯМР 1Н спектры представителей основных классов органических соединений. Умеет применять знания о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях.	
ИД-3.ПК-2: Владеет навыками проведения химического эксперимента по синтезу, анализу, изучению свойств веществ и материалов с применением современной аппаратуры	
Владеет навыками описания готовых спектров органических соединений, полученных с применением современной приборной базы.	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Электронные спектры молекул						
1.1	Электронные спектры. Природа электронных спектров поглощения. Полная энергия молекулы (электронная, колебательная и вращательная энергии). Области электромагнитного спектра: ультрафиолетовая (УФ), инфракрасная (ИК) и видимая. Диапазон электронных спектров. /Лек/	6	7		Л1.2 Л1.3Л2.1	0	
1.2	Электронные спектры. Природа электронных спектров поглощения. Полная энергия молекулы (электронная, колебательная и вращательная энергии). Области электромагнитного спектра: ультрафиолетовая (УФ), инфракрасная (ИК) и видимая. Диапазон электронных спектров. /Лаб/	6	4		Л1.1 Л1.3Л2.1	0	тест
1.3	Шкала электромагнитного излучения. Природа электронных спектров поглощения. Полная энергия молекулы (электронная, колебательная и вращательная энергии). Области электромагнитного спектра: ультрафиолетовая (УФ), инфракрасная (ИК) и видимая. Диапазон электронных спектров. /Ср/	6	3		Л1.2 Л1.3Л2.1	0	тест
	Раздел 2. УФ спектроскопия						
2.1	УФ спектра алкана. УФ спектр ненасыщенных углеводородов с изолированной и сопряженной С=C связью (накопление С=C связей). Полосы поглощения карбонильной группы в альдегидах, кетонах и карбоновых кислотах. Влияние заместителя в радикале и карбоксильной группе на УФ спектр карбоновых кислот. Полосы поглощения бензольного кольца. Влияние природы и местоположения заместителя на положение полос бензольного поглощения.. /Лек/	6	7	ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1 ИД-1.ПК-2 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	

2.2	<p>Электронные спектры основных классов органических соединений. Влияние природы и местоположения заместителя на положение полос бензольного поглощения.</p> <p>Условия работы в УФ области электромагнитного спектра. Энергия электронных переходов. Схема УФ спектра: единицы измерения, дальняя и ближняя УФ область, форма и интенсивность полосы поглощения.</p> <p>/Лаб/</p>	6	16	ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	тест
2.3	<p>Понятие о «вакуумной» области. Подбор растворителя для снятия УФ спектра. Причины окраски органических соединений (хромофоры и ауксохромы).</p> <p>/Ср/</p>	6	1,2	ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	тест
Раздел 3. ИК-спектроскопия							
3.1	<p>Анализ и интерпретация ИК спектров. Основные параметры ИК спектров алканов (-СН-, -СН₂-, -СН₃ групп). Полоса поглощения двойной связи. Смещение полосы поглощения С=С в зависимости от степени ее замещения. Определение характера С=С связи по характеру ИК спектра.</p> <p>Функционально замещенные органические соединения. Влияние функциональных групп на ИК спектр органического соединения.</p> <p>Спирты. Полосы поглощения гидроксильной группы. Определение наличия и характера водородной связи. Проявление в ИК спектрах свободной и связанной ОН группы.</p> <p>Ароматические соединения. Интервалы полос поглощения ароматических соединений: $\nu_{\text{C-H}}$, $\delta_{\text{C-H}}$, колебания ароматического кольца. Влияние природы заместителей в бензольном кольце на характер полос поглощения.</p> <p>/Лек/</p>	6	11	ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	
3.2	<p>Функционально замещенные органические соединения. Влияние функциональных групп на ИК спектр органического соединения.</p> <p>Простые эфиры. Характерные признаки ИК-спектров простых эфиров.</p> <p>Карбонильные соединения. Полоса карбонильного поглощения в альдегидах, кетонах карбоновых кислотах. Характеристические частоты карбоновых кислот.</p> <p>Азотсодержащие органические соединения. Амиды карбоновых кислот (полосы «амид I» и «амид II»).</p> <p>Характерные признаки ИК спектров первичных, вторичных и третичных аминов. Влияние природы заместителей в бензольном кольце на характер полос поглощения.</p> <p>/Лаб/</p>	6	12	ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	тест

3.3	ИК излучение, его диапазон. Типы колебаний атомов в молекуле (валентные, деформационные). Теоретический расчет количества полос поглощения ИК спектров органических соединений. Шкала волновых чисел и единицы измерения. Основные параметры полос поглощения: ширина (интервал), максимум поглощения, интенсивность, расщепления, длина. Ближняя, средняя и дальняя ИК области. Характеристика фундаментальной области поглощения ИК спектра. Понятие об «интервале отпечатков пальцев» и области функциональных групп (характеристических полос). Значение ближней, дальней ИК области и области высоких частот. /Ср/	6	7	ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	тест презентация
Раздел 4. ЯМР-спектроскопия							
4.1	Причины возникновения сигналов ЯМР. Влияние спина и спинового квантового числа на возникновение сигнала ЯМР. Условия возникновения резонанса (развертка по полю, развертка по частоте). Основные параметры ЯМР спектроскопии (\square и I). Химический сдвиг. Определение, значение, положение и единицы измерения химического сдвига. Эталонные соединения: ТМС, ГМДС, CDCl ₃ , C ₆ D ₆ и др. Сильное и слабое поле спектра. Схема спектра ЯМР1H. Зависимость положения химического сдвига от экранирования протона, электроотрицательности заместителей, типа гибридизации атома, молекулярных магнитных полей, пространственного взаимодействия атомов. Экранирование протонов. Понятие об эквивалентных и неэквивалентных протонах. /Лек/	6	11	ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	
4.2	Влияние гибридизации атома на положение химического сдвига протонов при sp ³ , sp ² , sp-гибридизации. Влияние природы заместителей на положение сигнала в спектре ЯМР1H. Лаб. Спектры ПМР органических соединений. Идентификация, соотнесение сигналов, выявление изомеров по сигналам ПМР спектров. Лабораторная работа "Комплексные экспериментальные задачи по ИК и ЯМР спектроскопии. Работа со спектрами. Идентификация органических соединений ароматического ряда, имеющих заместителей в бензольном кольце. /Лаб/	6	8	ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	тест

4.3	Мультиплетность сигнала. Синглет, дублет, триплет, квадруплет и мультиплет. Закономерность определения мультиплетности сигналов. Распределение интенсивности внутри мультиплета. Правило бинома. Определение значения (местоположения) мультиплета. Константа спин-спинового взаимодействия (КССВ). Зависимость КССВ от гибридизации атома углерода и электроотрицательности заместителей. Единицы измерения, диапазон и способы измерения КССВ. /Ср/	6	10	ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-2	Л1.3Л2.1	0	тест
Раздел 5. Консультации							
5.1	Консультация по дисциплине /Конс/	6	1,8	ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-1 ИД-1.ПК-2 ИД-2.ПК-2 ИД-3.ПК-2		0	
Раздел 6. Промежуточная аттестация (зачёт)							
6.1	Подготовка к зачёту /Зачёт/	6	8,85	ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-1 ИД-1.ПК-2 ИД-2.ПК-2 ИД-3.ПК-2		0	
6.2	Контактная работа /КСРАтт/	6	0,15	ИД-1.ПК-1 ИД-2.ПК-1 ИД-3.ПК-1 ИД-1.ПК-2 ИД-2.ПК-2 ИД-3.ПК-2		0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Пояснительная записка

1. Назначение фонда оценочных средств. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физико-химические методы исследования».
2. Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестов входного, текущего и итогового контроля, темы рефератов, вопросы самоконтроля, задания контрольных работ

5.2. Оценочные средства для текущего контроля

Примерные тесты для входного контроля

1. Область инфракрасного излучения с длинами волн от 2500 до 50000 нм называется:

1. ближняя;
2. средняя;
3. дальняя;
4. функциональная.

2. Область ИК-спектра от 4000 до 1350 см⁻¹ называется:

1. область функциональных групп;
2. область «отпечатков пальцев»;
3. область двойной связи;

3. Каждое вещество имеет свой индивидуальный характер колебаний в следующей области ИК-спектра:

1. область функциональных групп ;
2. область «отпечатков пальцев»;
3. область двойной связи;

4. В ИК-спектроскопии используют следующие растворители:

1. вода;
2. хлороформ;
3. ацетонитрил;
4. этанол.

5. В каких единицах выражается молярный коэффициент поглощения, если концентрация выражена в моль/л, толщина оптического слоя в см:

1. л / (моль · см)
2. л / см
3. см / (л · моль)
4. моль / (л · см)

6. Оптическая плотность раствора составляет 0,562. Рассчитать пропускание этого раствора в %.

1. 25,14
2. 27,42
3. 17,88
4. 30,70

7. В основе спектрофотометрии в видимом диапазоне лежит

- 1) поглощение инфракрасного излучения
- 2) поглощение ультрафиолетового излучения
- 3) поглощение монохроматического света окрашенными растворами
- 4) поглощение полихроматического света окрашенными растворами

8. Использование УФ-спектрофотометрического метода в анализе глюкозы обосновано с целью:

1. определение подлинности глюкозы,
2. определение примеси гидроксиметилфурфузола,
3. Количественного определения глюкозы

9. Колебания атомов в молекуле подразделяются на

1. валентные
2. поступательные
3. деформационные
4. возвратные

10. Хромофорными группами в молекуле органического вещества являются

1. ароматическое кольцо
2. гетероароматическое
3. алифатический радикал
4. фенольная группа

Критерии оценки:

«Зачтено», повышенный уровень – студент знает, как использовать знания химических аспектов при установлении строения основных классов органических соединений. Студент показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, свободно использовать справочную и научную литературу.

«Зачтено», пороговый уровень – студент имеет представление о способности получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик. Студент показал достаточно хорошие знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, свободно использовать справочную и научную литературу.

«Не зачтено», уровень не сформирован – студент не имеет необходимой теоретической базы и практических навыков. У студента заложены отрывочные знания основных положений учебной дисциплины, посредственное умение самостоятельно решать конкретные практические задачи.

Примерные тесты для текущего контроля 1

1. Спектр поглощения в ИК-области представляет собой:

- 1) графическую зависимость пропускания (Т) от частоты (ν) в обратных сантиметрах,
- 2) графическую зависимость оптической плотности (А) от длины волны (λ) падающего света,
- 3) графическую зависимость оптической плотности (А) от концентрации раствора,
- 4) графическую зависимость длины волны (λ) от оптической плотности (А).

2. Электромагнитное излучение с длиной волны 450 нм соответствует области:

1. УФ-излучение;
2. ИК-излучение;
3. видимое излучение

3. Оптическая плотность это:

1. I_0 / I
2. $\lg (I_0 / I)$
3. I / I_0
4. I .

4. На рисунке приведены спектры анилина и бензиламина. Как определить УФ-спектр анилина?

1. В анилине в отличие от бензиламина неподеленная электронная пара атома азота сопряжена с бензольным кольцом. Это вызывает батохромный сдвиг полос поглощения в спектре. Кривая поглощения, сдвинутая в область больших длин волн принадлежит анилину.
2. Однозначно определить невозможно – недостаточно данных.
3. Правее находится УФ-спектр бензиламина.

5. ИК-спектр вещества обусловлен (два варианта):

- 1) эмиссией атомов
- 2) электронными переходами
- 3) вращением атомов
- 4) колебаниями атомов.

6. В ИК-спектрометрии при подготовке твердых (порошкообразных) образцов для снятия спектров применяют:

- 1) воду
- 2) эфир
- 3) калия бромид
- 4) этиловый спирт.

7. В ИК-области поглощают соединения:

- 1) ароматические
- 2) алифатические
- 3) алициклические
- 4) гетероциклические .

8. Колебания атомов в молекуле подразделяются на

- 1) валентные; 2) поступательные; 3) деформационные; 4) возвратные.

9. Полосы поглощения в ИК-спектре характеризуются:

- 1) длинами волн максимального поглощения,
- 2) положением в аналитической области спектра всего набора полос поглощения,
- 3) интенсивностью поглощения, выраженной через молярный показатель поглощения (ϵ),
- 4) относительной интенсивностью, характеризуемой как малой, средней и высокой степени.

10. В ИК спектре различают области:

- 1) характеристическую область
- 2) область «отпечатка пальцев»
- 3) область валентных колебаний
- 4) область деформационных колебаний

Критерии оценки:

«Зачтено», повышенный уровень – студент знает, как использовать знания химических аспектов при установлении строения основных классов органических соединений. Владеет базовыми знаниями по ИК-спектроскопии органических соединений, УФ-спектроскопии.

«Зачтено», пороговый уровень – студент имеет представление о способности получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик. В основном владеет базовыми знаниями по ИК-спектроскопии органических соединений, УФ-спектроскопии.

«Не зачтено», уровень не сформирован – студент не имеет необходимой теоретической базы и практических навыков получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик. Фактически не ориентируется в основах ИК-спектроскопии, УФ-спектроскопии.

Примерные тесты для текущего контроля 2

1. От какого фактора зависит количество сигналов в поле спектра ЯМР¹H: а) от количества протонов, б) от количества неэквивалентных протонов, в) от гибридизации атома углерода у которого располагается протон, г) от количества протонов у соседних атомов углерода.
2. Какой диапазон имеют алифатические протоны: а) 0 - 5 м.д., б) 4,0 – 9,0 м.д., в) 2,0-3,0 м.д., г) 9,0-20,0 м.д.
3. Какой сдвиг называется батохромным: а) сильнополюсный, б) длинноволновый, в) коротковолновый с увеличением

интенсивности полосы поглощения, г) синий.

4. Наличие водородной связи в ИК спектре образца органического соединения можно обнаружить: а) по наличию полосы поглощения в длинноволновой части спектра, б) по наличию широкой полосы поглощения в области 3200-3600 см⁻¹, в) по наличию узкой полосы поглощения в области 2100-2300 см⁻¹, г) по наличию двух полос поглощения в области 1200-1600 см⁻¹.

5. Наличие бензольного кольца в образце органического соединения можно обнаружить: а) по наличию полосы поглощения в длинноволновой части спектра, б) по наличию широкой полосы поглощения в области 3200-3600 см⁻¹, в) по наличию узкой полосы поглощения в области 2100-2300 см⁻¹, г) по наличию полос поглощения в области 1400-1600 см⁻¹.

6. Область отпечатков пальцев располагается в диапазоне: а) 3200-3600 см⁻¹, б) 700-1500 см⁻¹, в) 2100-2300 см⁻¹, г) 1690-1750 см⁻¹.

7. В каких единицах выражается молярный коэффициент поглощения, если концентрация выражена в мкг/см³, толщина оптического слоя выражена в см:

1. см² / мкг
2. мкг / см²
3. мкг / см² · моль
4. см² · моль / мкг

8. В спектроскопии ЯМР ¹H и ¹³C в качестве эталонного соединения используется:

1. тетраметилсилан (ТМС)
2. четыреххлористый углерод
3. хлороформ
4. метан

9. Сигналы метиленовых протонов малых циклов (4 – 10 членных) в какой области химических сдвигов находятся:

1. 1,43 – 1,96 м.д.
2. 9 – 10 м.д.
3. 6 – 7 м.д.
4. 1,8 – 3 м.д.

10. Молярный коэффициент поглощения свинца с дитизоном при $\lambda = 485$ нм равен $6,8 \cdot 10^4$. Чему равна оптическая плотность раствора, содержащего 3 мкг PbO₂ в 5 см³ при использовании кюветы с $l = 1$ см:

1. 0,451
2. 0,171
3. 0,603
4. 0,097

Критерии оценки:

«Зачтено», повышенный уровень – студент знает, как использовать знания химических аспектов при установлении строения основных классов органических соединений. Владеет базовыми знаниями по ИК-спектроскопии органических соединений, ЯМР ¹H спектроскопии, УФ-спектроскопии.

«Зачтено», пороговый уровень – студент имеет представление о способности получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик. В основном владеет базовыми знаниями по ИК-спектроскопии органических соединений, ЯМР ¹H спектроскопии, УФ-спектроскопии.

«Не зачтено», уровень не сформирован – студент не имеет необходимой теоретической базы и практических навыков получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик. Фактически не ориентируется в основах ИК-спектроскопии, ЯМР ¹H спектроскопии и УФ-спектроскопии.

Вопросы самоконтроля

по дисциплине «Физико-химические методы исследования»

Тема: Спектроскопия органических соединений.

Использование физико-химических методов в органической химии для изучения строения органических соединений, исследование направления и механизма реакций, внутри- и межмолекулярных взаимодействий. Шкала электромагнитных излучений. Схема взаимодействия электромагнитного излучения с органическим веществом и получения УФ, ИК, ЯМР спектров. Предмет спектроскопии. Полоса и спектр поглощения. Значение спектральных параметров для установления структуры органических соединений.

Электронные спектры. Природа электронных спектров поглощения. Полная энергия молекулы (электронная, колебательная и вращательная энергии). Области электромагнитного спектра: ультрафиолетовая (УФ), инфракрасная (ИК) и видимая. Диапазон электронных спектров.

1. Что является предметом спектроскопии? Чем обусловлено появление спектра?
2. Что называется полосой и спектром поглощения?
3. Что представляет собой шкала электромагнитного излучения?
4. Какие спектры называются электронными?

5. Единицы измерения электронных спектров.

Тема: УФ спектроскопия.

6. Что представляет собой УФ спектр поглощения?

7. Какую информацию об органическом соединении несет УФ спектр?

8. Назовите интервалы поглощения УФ спектра вакуумной, видимой, ближней и дальней областей в шкале электромагнитных излучений.

9. Какой сдвиг называется батохромным? Какими причинами обусловлен этот эффект?

10. От чего зависит интенсивность полосы поглощения? Почему полосы поглощения в УФ спектре широкие?

11. Какой тип электронных переходов имеет наибольшую интенсивность?

12. Почему $\pi \rightarrow \pi^*$ переход требует наибольшего количества энергии? В каком интервале длин волн он располагается?

13. В чем заключается сущность законов Мак-Коннела, Ламберта-Бугера-Бэра? В каком случае эти законы не соблюдаются?

14. Для каких соединений УФ спектр не является информативным? Укажите причину.

15. Почему растворы алканов прозрачны? Почему спектры этих соединений не информативны?

16. Почему полосы поглощения алканов и циклоалканов имеют маленькую интенсивность и лежат в дальней области УФ спектра?

17. Охарактеризуйте УФ спектр непредельного соединения. От чего зависит диапазон полос поглощения этих соединений?

18. Укажите причины появления УФ спектра алкенов.

Тема: ИК спектроскопия

1. Какую информацию об органическом соединении предоставляет ИК спектр? Для каких классов органических соединений ИК спектр является малоинформативным? Почему?

2. В каком диапазоне лежит спектр органического соединения? На какие области он подразделяется? Какая из областей называется фундаментальной? Почему она носит такое название?

3. Какая из областей ИК спектра называется областью отпечатков пальцев? Почему она носит такое название?

4. Каковы характерные признаки ИК спектров алкенов и алкинов. Какую информацию можно получить на основе ИК спектров этих соединений?

5. Каковы характерные признаки ИК спектров кислородсодержащих соединений. Какую информацию можно получить на основе ИК спектров кислородсодержащих соединений?

6. Каковы характерные признаки ИК спектров аминов? Какую информацию можно получить на основе их ИК спектров.

7. Для каких классов органических соединений ИК спектр является наиболее информативным? Почему?

8. Каковы характерные признаки ИК спектров карбонильных соединений? Какую информацию можно получить на основе ИК спектров карбонильных соединений.

9. Каковы характерные признаки ИК спектров ароматических соединений.

10. Какую информацию можно получить на основе ИК спектров этих соединений?

Тема: ЯМР1Н спектроскопия.

1. Значение метода ЯМР в органической химии.

2. Как возникают сигналы спектров ЯМР? Какие ядра атомов дают сигналы ЯМР? Укажите причину.

3. Какие условия необходимы для возникновения спектров ЯМР?

4. Назовите основные параметры ЯМР спектроскопии.

5. Что такое химический сдвиг? От чего зависит его положение в спектре?

6. Какие факторы влияют на положение химического сдвига в поле спектра?

7. Что такое магнитная анизотропия, диамагнитное и парамагнитное экранирование?

8. Что представляет собой спектр ЯМР? Какую информацию несет химический сдвиг?

9. Укажите зависимость положения химического сдвига от электроотрицательности соседних атомов или функциональных групп. Приведите пример.

10. Какую форму имеют сигналы протонов и от каких факторов она зависит?

11. Связано ли количество сигналов в мультиплете с количеством протонов в функциональной группе?

12. Как определить мультиплетность сигнала протона?

13. Какие протоны называются эквивалентными? Почему протоны однотипных групп в различных соединениях имеют неодинаковые значения химического сдвига?

Критерии оценки:

Оценка «отлично», 80-100%, повышенный уровень - студент показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, свободно использовать справочную и научную литературу, способность интерпретировать данные УФ, ИК, ЯМР1Н спектров основных классов органических соединений.

Оценка «хорошо», 70-80%, пороговый уровень - студент показал хорошие знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной учебной и справочной литературе, умеет интерпретировать основные структурные параметры органических соединений, определяемые на основании полученных УФ, ИК, ЯМР1Н спектральных параметров.

Оценка «удовлетворительно», 50-70%, пороговый уровень - студент показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой; способность к пониманию информации о строении основных классов

органических соединений. Умение пользоваться информацией, полученной на основании спектральных (УФ, ИК, ЯМР1Н) характеристик основных классов органических соединений.

Оценка «неудовлетворительно», менее 50%, уровень не сформирован - при ответе студента выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины, неумение пользоваться информацией, полученной на основании спектральных (УФ, ИК, ЯМР1Н) характеристик.

Комплект заданий для контрольной работы

Тема: УФ спектроскопия, ИК-спектроскопия

Вариант 1

Задание 1. Какие типы переходов обуславливают появление УФ спектра? Какие из этих переходов являются информативными?

Вариант 1

Задание 2. Как Вы понимаете батохромный и гипсохромный сдвиги полос поглощения? Какие факторы способствуют указанным сдвигам? Приведите конкретные примеры.

Вариант 1

Задание 3. Какую информацию об органическом соединении предоставляет ИК спектр? Для каких классов органических соединений ИК спектр является мало информативным, по какой причине?

Вариант 1

Задание 4. В каком диапазоне лежит спектр органического соединения? На какие области он подразделяется? Какая из областей называется фундаментальной, почему она носит такое название?

Вариант 2

Задание 1. Для каких классов органических соединений УФ спектр является информативным? Почему? Что является причиной возникновения УФ спектра?

Вариант 2

Задание 2. Почему УФ спектры называются электронными? Какие типы электронных переходов Вы знаете? Какие из них являются характеристическими для органических соединений?

Вариант 2

Задание 3. УФ спектры метиловых эфиров бензойной и фенилуксусной кислот имеют в области 220-350 нм следующий вид: А - $\lambda_{\text{макс.}} 260 \text{ нм} (\lg \epsilon = 2,2)$; Б - $\lambda_{\text{макс.}} 285 \text{ нм} (\lg \epsilon = 3,1)$. Какому веществу соответствует каждый спектр? Укажите вещества А и Б. Напишите формулы этих соединений и объясните сделанный Вами выбор.

Вариант 2

Задание 4. Каковы характерные признаки ИК спектров карбонильных соединений? Какую информацию можно получить на основе ИК спектров карбонильных соединений?

Вариант 3

Задание 1. Какую информацию об органическом соединении даёт УФ спектр? Для каких классов органических соединений УФ спектр является не информативным? Почему?

Вариант 3

Задание 2. Почему УФ спектроскопию называют электронной? Назовите диапазон УФ поглощения и видимой области спектра. Приведите примеры классов органических соединений, для которых УФ спектры информативны. Ответ поясните конкретным примером.

Вариант 3

Задание 3. Какие требования предъявляются к оптике, веществу и растворителю при снятии УФ спектра? Поясните явление гипсохромного сдвига, укажите причину и приведите конкретный пример.

Вариант 3

Задание 4. Нарисуйте ИК спектры бензальдегида, акриловой кислоты. Поясните сходные и отличительные черты спектров этих соединений.

Вариант 4

Задание 1. Какую информацию об органическом соединении даёт УФ спектр? Для каких классов органических соединений УФ спектр является информативным? Почему?

Вариант 4

Задание 2. Поясните понятие батохромного и гипсохромного сдвигов. Какие причины обуславливают эти сдвиги? Приведите пример для каждого из них.

Вариант 4

Задание 3. Какая из областей в ИК-спектре имеет название областью отпечатков пальцев? Почему она носит такое название?

Вариант 4

Задание 4. Каковы характерные признаки ИК спектров ароматических соединений. Нарисуйте ИК спектры бензола и толуола.

Критерии оценки:

«Зачтено», повышенный уровень - знает, как использовать знания химических аспектов при установлении строения основных классов органических соединений.

«Зачтено», пороговый уровень - имеет представление о способности получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик.

«Не зачтено», уровень не сформирован - не имеет необходимой теоретической базы и практических навыков получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик.

5.3. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Тематика рефератов

1. Современные физико-химические методы анализа в установлении структуры органических соединений.
2. Современные марки ИК спектрометров и их возможности в установлении структуры органических соединений.
3. Современные марки УФ спектрометров и их возможности в установлении структуры органических соединений.
4. Современные возможности ЯМР спектроскопии в установлении тонкой структуры органических соединений.
5. Спектроскопия ЯМР на ядрах углерода (ЯМР¹³C), двойной магнитный резонанс

Критерии оценки:

Уровень Показатели оценивания компетенций

пороговый Имеет представление о способности получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик.

повышенный Знает, как использовать знания химических аспектов при установлении строения основных классов органических соединений.

5.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерные тесты для итогового тестирования

1. Спектральные методы анализа основаны:

- а) на измерении интенсивности электромагнитного излучения, которое поглощается или испускается анализируемым веществом;
- б) на измерении поглощения веществом электромагнитного излучения в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра;
- в) на исследовании спектров отражения веществ;
- г) на изучении взаимодействия исследуемого вещества с растворителем.

2. УФ - спектроскопия...

- а) исследует спин-спиновое взаимодействие ядер;
- б) основана на поглощении молекулами УФ – излучения;
- в) основана на испускании молекулами УФ – излучения;
- г) основана на взаимодействии атомов с УФ – излучением.

3. ИК – спектроскопия...

- а) основана на поглощении молекулами ИК – излучения;
- б) предполагает исследование молекулярных колебаний;
- в) позволяет исследовать O₂, N₂, H₂;
- г) использует электромагнитные излучения видимого диапазона.

4. В ИК-области поглощают соединения:

- 1) ароматические; 2) алифатические; 3) алициклические ; 4) гетероциклические

5. Какое органическое соединение не содержит сигналов в спектре ЯМР¹H:

- а) уксусная кислота, б) четырёххлористый углерод, в) хлороформ, г) бензол.

6. УФ спектроскопия является неинформативной для: а) алканов, б) алкенов, в) аренов, г) карбонильных соединений.

7. Какой диапазон электромагнитного излучения включает УФ спектроскопия:

- а) 1-800 нм, б) 200-800 нм, в) 100-4000 см⁻¹, г) 100-400 нм.

8. Какую информацию об органическом соединении предоставляет УФ спектроскопия:

- а) наличие в молекуле цепи сопряжения, б) наличие в молекуле функциональных групп, в) наличие в молекуле неэквивалентных протонов, г) наличие в молекуле элементов (C, H, O, N), наиболее часто входящих в состав органических соединений.

9. Почему УФ спектры алканов являются неинформативными:

- а) из-за наличия метильных групп, б) из-за наличия только $\sigma \rightarrow \sigma$ переходов,
- в) из-за короткой цепи сопряжения, г) из-за невысокой разности электроотрицательностей между атомами углерода и водорода.

10. На какие области подразделяется диапазон УФ спектроскопии:

- а) сильнополюсная и слабополюсная части спектра,
- б) длинноволновая и коротковолновая область,
- в) батохромная и гипсохромная,
- г) характерная и нехарактерная.

11. Какая из полос поглощения является самой интенсивной для УФ спектроскопии: а) $\pi \rightarrow \pi$, б) $\sigma \rightarrow \pi$, в) ВПЗ, г) $n \rightarrow \pi$.
12. Для снятия ИК спектра органического соединения используют:
а) стеклянные пробирки, б) кварцевые кюветы, в) кюветы из галогенидов щелочных металлов, г) пробирки из оргстекла.
13. Диапазон лабораторных ИК спектрометров составляет:
а) 0-20 м.д., б) 100-800 нм., в) 100-4000 см⁻¹, г) 0-200 дм.
14. От какого фактора зависит интенсивность полосы поглощения в УФ спектре:
а) от количества протонов, входящих в состав группы, б) от количества функциональных групп, входящих в состав молекулы, в) от длины сопряжения в системе, г) от наличия водородных связей в молекуле.
15. Причиной возникновения химического сдвига в поле спектра ЯМР¹H является:
а) переход валентных электронов из основного состояния в возбуждённое, б) переориентация спина, в) колебания атомов в молекуле, г) наличие водородных связей.
16. Наиболее слабopольными сигналами в поле спектра ЯМР¹H являются:
а) сигналы алифатических протонов, б) сигналы олефиновых протонов, в) сигналы ароматических протонов, г) сигналы альдегидов и кислот.
17. Наиболее слабopольными сигналами у sp² гибридного атома углерода в поле спектра ЯМР¹H являются:
а) сигналы олефиновых протонов, б) сигналы ароматических протонов, в) сигналы протонов диеновых углеводов, г) сигналы альдегидов.
18. Какой диапазон имеют протоны, располагающиеся у sp³ гибридного атома углерода:
а) 0,5 - 5 м.д.; б) 4,0 - 9,0 м.д.; в) 2,0 - 3,0 м.д., г) 9,0 - 20,0 м.д.
19. Какой химический сдвиг СН₃ группы является наиболее слабopольным: а) в молекуле пропана, б) в молекуле этилового спирта, в) в молекуле толуола, г) в молекуле изопропилбензола.
20. В каком диапазоне резонирует карбонильная группа в ИК спектре: а) 0-5 м.д., б) 2100-2300 см⁻¹, в) 1690-1780 см⁻¹, г) 100-200 нм.

Критерии оценки:

«Зачтено», повышенный уровень – студент знает, как использовать знания химических аспектов при установлении строения основных классов органических соединений. Владеет базовыми знаниями по ИК-спектроскопии органических соединений, ЯМР ¹H спектроскопии, УФ-спектроскопии.

«Зачтено», пороговый уровень – студент имеет представление о способности получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик. В основном владеет базовыми знаниями по ИК-спектроскопии органических соединений, ЯМР ¹H спектроскопии, УФ-спектроскопии.

«Не зачтено», уровень не сформирован – студент не имеет необходимой теоретической базы и практических навыков получения информации о строении органических соединений на основании спектральных характеристик. Фактически не ориентируется в основах ИК-спектроскопии, ЯМР ¹H спектроскопии и УФ-спектроскопии.

Контрольные тесты и задания

Название вопроса: 1 (ПК -1)

Формулировка вопроса: Какой сдвиг называется батохромным:

Варианты ответов: 1 сильнополюный; 2 длинноволновый; 3 коротковолновый с увеличением интенсивности полосы поглощения; 4 синий.

Ключ: 2 длинноволновый

Название вопроса: 2 (ПК -1)

Формулировка вопроса: Верно ли утверждение, что ядра атомов, имеющие четный заряд и четное массовое число, не имеющие спина и не обладающие магнитным моментом (I=0) не дают сигналов ЯМР.

Ключ: Верно

Название вопроса: 3 (ПК -1)

Формулировка вопроса: Количество сигналов метилового спирта в ЯМР¹H:

Ключ: 2

Название вопроса: 4 (ПК -1)

Формулировка вопроса: Диапазон ИК излучения 10-15000 см⁻¹ можно подразделить на несколько областей:

Ключ:

Значение: Верный ответ:

дальняя 100-400 см⁻¹
 средняя 400-4000 см⁻¹
 ближняя 400-4000 см⁻¹

Название вопроса: 1 (ПК -2)

Формулировка вопроса: Наличие водородной связи в ИК спектре образца органического соединения можно обнаружить:

Варианты ответов: 1 Наличие водородной связи в ИК спектре образца органического соединения можно обнаружить; 2 по наличию широкой полосы поглощения в области 3200-3600 см⁻¹; 3 по наличию узкой полосы поглощения в области 2100-2300 см⁻¹; 4 по наличию двух полос поглощения в области 1200-1600 см⁻¹.

Ключ: 2 по наличию широкой полосы поглощения в области 3200-3600 см⁻¹

Название вопроса: 2 (ПК -2)

Формулировка вопроса: Верно ли, что УФ спектроскопия несет информацию об органическом соединении имеющем в молекуле цепь сопряжения

Ключ: Верно

Название вопроса: 3 (ПК -2)

Формулировка вопроса. Энергия C=C (кДж) составляет:

Ключ: 620

Название вопроса: 4 (ПК -2)

Формулировка вопроса: Установите соответствие между механизмом взаимодействия электромагнитного излучения с веществом в разных областях электромагнитного спектра:

Ключ:

Значение:

Верный ответ:

УФ-спектроскопия

Переходы валентных электронов

ИК-спектроскопия

Колебательные переходы молекул

Микроволновая

Вращательные переходы молекул

ЯМР-спектроскопия

Спиновые переходы ядер и электронов

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Баличева Т.Г., Безрукова Л.П., Звинчук [и др.] Р.А., Никольский А.Б.	Физические методы исследования неорганических веществ: учебное пособие для вузов	Москва: Академия, 2006	
Л1.2	Глубоков Ю.М., Головочева В.А., Дворкин [и др.] В.И., Ищенко А.А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: в 2 т.: учебник для вузов	Москва: Академия, 2010	
Л1.3	Алов Н.В., Василенко И.А., Гольдштах [и др.] М.А., Ищенко А.А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: в 2 т.: учебник	Москва: Академия, 2010	

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Шурова М.В., Куликова Н.В.	Физические методы исследования: курс лекций	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2007	

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса СТАНДАРТНЫЙ
6.3.1.2	Яндекс.Браузер

6.3.1.3	NVDA
6.3.1.4	MS Windows
6.3.1.5	LibreOffice
6.3.1.6	MS Office
6.3.1.7	MS WINDOWS
6.3.1.8	РЕД ОС
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	База данных «Электронная библиотека Горно-Алтайского государственного университета»
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система IPRbooks
6.3.2.3	Межвузовская электронная библиотека

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

презентация

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
420 А1	Лаборатория аналитической химии и химической технологии. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Рабочее место преподавателя. Посадочные места для обучающихся (по количеству обучающихся). Ученическая доска, химические реактивы, химическая посуда, вытяжные системы, печь муфельная, установка для получения минеральных удобрений, весы, инвентарь для обслуживания учебного оборудования, полки для хранения учебного оборудования
215 А1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места для обучающихся (по количеству обучающихся). Компьютеры с доступом в Интернет
423 А1	Лаборатория физико-химических методов исследований. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся). Колбонагреватель ПЭ-4130, автохолодильник Wellton, комплекс пробоподготовки «Темос-эксперс», НР метр-монометр Эксперт 001-30, весы лабораторные ВЛТЭ, калориметр Эксперт – 001К, комплекс вольтамперометрический СТА, комплекс эко-тест ВА-йод тяж.мет, перемешивающее устройство LS – 110, печь муфельная, прибор для определения температуры плавления, спектрофотометр, термобаня ПЭ – 4300, хроматограф, шкаф сухожарочный, экспресс-анализатор влажности. Химические реактивы, химическая посуда
407 А1	Учебная химико-экологическая лаборатория. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся). Весы лабораторные ВЛТЭ, холодильник, дистиллятор, зонт вытяжной, комплекс спектрометрический для измерения активности гамма-излучающих нуклидов, насос вакуумный, система капиллярного электрофореза Капель-105М с переключаемой полярностью, система микроволновая «Минотавр-2», фурье-спектрометр инфракрас-ный ФСМ2201, спектрометр атомно-абсорбционный КВАНТ-2 АТ. Химические реактивы, химическая посуда

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

Методические указания по освоению дисциплин (модулей)

Лекции, с одной стороны – это одна из основных форм учебных занятий в высших учебных заведениях, представляющая собой систематическое, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела конкретной науки или учебной дисциплины, с другой – это особая форма самостоятельной работы с учебным материалом. Лекция не заменяет собой книгу, она только подталкивает к ней, раскрывая тему, проблему, выделяя главное, существенное, на что следует обратить внимание, указывает пути, которым нужно следовать, добиваясь глубокого понимания поставленной проблемы, а не общей картины.

Работа на лекции – это сложный процесс, который включает в себя такие элементы как слушание, осмысление и собственно конспектирование. Для того, чтобы лекция выполнила свое назначение, важно подготовиться к ней и ее записи еще до прихода преподавателя в аудиторию. Без этого дальнейшее восприятие лекции становится сложным. Лекция в университете рассчитана на подготовленную аудиторию. Преподаватель излагает любой вопрос, ориентируясь на те знания, которые должны быть у студентов, усвоивших материал всех предыдущих лекций. Важно научиться слушать преподавателя во время лекции, поддерживать непрерывное внимание к выступающему.

Однако, одного слушания недостаточно. Необходимо фиксировать, записывать тот поток информации, который сообщается во время лекции – научиться вести конспект лекции, где формулировались бы наиболее важные моменты, основные положения, излагаемые лектором. Для ведения конспекта лекции следует использовать тетрадь. Ведение конспекта на листочках не рекомендуется, поскольку они не так удобны в использовании и часто теряются. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или непосредственно у преподавателя в конце лекции. Составляя конспект лекции, следует оставлять значительный интервал между строчками. Это связано с тем, что иногда возникает необходимость вписать в первоначальный текст лекции одну или несколько строчек, имеющих принципиальное значение и почерпнутых из других источников. Расстояние между строками необходимо также для подчеркивания слов или целых групп слов (такое подчеркивание вызывается необходимостью привлечь внимание к данному месту в тексте при повторном чтении). Обычно подчеркивают определения, выводы.

Также важно полностью без всяких изменений вносить в тетрадь схемы, таблицы, чертежи и т.п., если они предполагаются в лекции. Для того, чтобы совместить механическую запись с почти дословным фиксированием наиболее важных положений, можно использовать системы условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким.

Семинарские (практические) занятия Самостоятельная работа студентов по подготовке к семинарскому (практическому) занятию должна начинаться с ознакомления с планом семинарского (практического) занятия, который включает в себя вопросы, выносимые на обсуждение, рекомендации по подготовке к семинару (практическому занятию), рекомендуемую литературу к теме. Изучение материала следует начать с просмотра конспектов лекций. Восстановив в памяти материал, студент приводит в систему основные положения темы, вопросы темы, выделяя в ней главное и новое, на что обращалось внимание в лекции. Затем следует внимательно прочитать соответствующую главу учебника.

Для более углубленного изучения вопросов рекомендуется конспектирование основной и дополнительной литературы.

Читая рекомендованную литературу, не стоит пассивно принимать к сведению все написанное, следует анализировать текст, думать над ним, этому способствуют записи по ходу чтения, которые превращают чтение в процесс. Записи могут вестись в различной форме: развернутых и простых планов, выписок (тезисов), аннотаций и конспектов.

Подобрав, отработав материал и усвоив его, студент должен начать непосредственную подготовку своего выступления на семинарском (практическом) занятии для чего следует продумать, как ответить на каждый вопрос темы.

По каждому вопросу плана занятий необходимо подготовиться к устному сообщению (5-10 мин.), быть готовым принять участие в обсуждении и дополнении докладов и сообщений (до 5 мин.).

Выступление на семинарском (практическом) занятии должно удовлетворять следующим требованиям: в нем излагаются теоретические подходы к рассматриваемому вопросу, дается анализ принципов, законов, понятий и категорий; теоретические положения подкрепляются фактами, примерами, выступление должно быть аргументированным.

Самостоятельная работа обучающихся – это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Объем самостоятельной работы определяется учебным планом основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), рабочей программой дисциплины (модуля).

Самостоятельная работа организуется и проводится с целью формирования компетенций, понимаемых как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной практической деятельности, в том числе:

- формирования умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- качественного освоения и систематизации полученных теоретических знаний, их углубления и расширения по применению на уровне межпредметных связей;
- формирования умения применять полученные знания на практике (в профессиональной деятельности) и закрепления практических умений обучающихся;
- развития познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления обучающихся;
- совершенствования речевых способностей обучающихся;
- формирования необходимого уровня мотивации обучающихся к систематической работе для получения знаний, умений и владений в период учебного семестра, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования способностей к саморазвитию (самопознанию, самоопределению, самообразованию, самосовершенствованию, самореализации и саморегуляции);

- развития научно-исследовательских навыков;
- развития навыков межличностных отношений.

К самостоятельной работе по дисциплине (модулю) относятся: проработка теоретического материала дисциплины (модуля); подготовка к семинарским и практическим занятиям, в т.ч. подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся (текущая аттестация); подготовка к лабораторным работам; подготовка к промежуточной аттестации (зачётам, экзаменам).

Виды, формы и объемы самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины (модуля) определяются:

- содержанием компетенций, формируемых дисциплиной (модулем);
- спецификой дисциплины (модуля), применяемыми образовательными технологиями;
- трудоемкостью СР, предусмотренной учебным планом;
- уровнем высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура), на котором реализуется ОПОП;
- степенью подготовленности обучающихся.

Рекомендации по подготовке к экзамену (зачету)

Формы контроля знаний по окончании курса – экзамен (зачет), по окончании того или иного раздела дисциплины или в соответствии с рабочей программой – аудиторная контрольная работа (тестирование).

Для успешной сдачи экзамена (зачета) рекомендуется соблюдать несколько правил.

1. Подготовка к экзамену (зачету) должна проводиться систематически, в течение всего семестра.
2. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена (зачета): распределите вопросы таким образом, чтобы успеть выучить или повторить их полностью до начала сессии.
3. Данные 3-4 дня перед экзаменом рекомендуется использовать для повторения следующим образом: распределить вопросы на первые 2-3 дня, оставив последний день свободным. Использовать его для повторения курса в целом, чтобы систематизировать материал, а также доучить некоторые вопросы (как показывает опыт, именно этого дня обычно не хватает для полного повторения курса).

Одной из главных задач в организации учебного процесса является развитие инициативы, творчества и самостоятельности у студентов. Основой в этой работе является выполнение заданий по самостоятельной работе. Это форма учебных занятий способствует формированию у студентов теоретического мышления, умения анализировать и понимать содержание и сущность изучаемого предмета.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитания их творческой активности и инициативы. Внедрение в практику учебных программ с повышенной долей самостоятельной работы активно способствует модернизации учебного процесса. Для этого на кафедре разработана система различных дидактических средств активизации и управления познавательной деятельностью студентов.

Лабораторные работы являются основными видами учебных занятий, направленными на экспериментальное (практическое) подтверждение теоретических положений и формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

В процессе лабораторной работы как вида учебного занятия студенты выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

При выполнении обучающимися лабораторных работ значимым компонентом становятся практические задания с использованием компьютерной техники, лабораторно - приборного оборудования и др. Выполнение студентами лабораторных работ проводится с целью: формирования умений, практического опыта (в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, и на основании перечня формируемых компетенций, установленными рабочей программой дисциплины), обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний, совершенствования умений применять полученные знания на практике.

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что в ходе выполнения заданий у студентов формируются умения и практический опыт работы с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, программами и др., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов - их теоретической готовности к выполнению задания.

Формы организации студентов при проведении лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется группами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Текущий контроль учебных достижений по результатам выполнения лабораторных работ проводится в соответствии с системой оценивания (рейтинговой, накопительной и др.), а также формами и методами (как традиционными, так и инновационными, включая компьютерные технологии), указанными в рабочей программе дисциплины (модуля). Текущий контроль проводится в пределах учебного времени, отведенного рабочим учебным планом на освоение дисциплины, результаты заносятся в журнал учебных занятий.

Объем времени, отводимый на выполнение лабораторных работ, планируется в соответствии с учебным планом ОПОП.

Перечень лабораторных работ в РПД, а также количество часов на их проведение должны обеспечивать реализацию требований к знаниям, умениям и практическому опыту студента по дисциплине (модулю) соответствующей ОПОП.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Горно-Алтайский государственный университет»
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по учебной дисциплине

Физико-химические методы исследования

04.03.01 Химия

04.03.01 Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая
безопасность

бакалавр

Утвержден на заседании кафедры
30.01.2025., протокол № 8
Зав. кафедрой
Польникова Елена Николаевна

(подпись)

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине **Физико-химические методы исследования****

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами компетенций	Наименование оценочного средства
1	Электронные спектры молекул	<p>ИД-1.ПК-1:Знает теоретические основы физико-химических методов исследования, причины возникновения и проявления инфракрасных (ИК), ультрафиолетовых (УФ) спектров и спектров ядерного магнитного резонанса (ЯМР 1H).</p> <p>ИД-2.ПК-1:Применяет специализированную терминологию, необходимую для понимания спектральных характеристик органических соединений, построения и характеристики теоретические спектры основных представителей органических соединений; интерпретации рабочих спектров представителей основных классов органических соединений.</p> <p>ИД-3.ПК-1:Владеет системой знаний о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях, владеет навыками работы со справочной и научной литературой.</p> <p>ИД-1.ПК-2:Знает теоретическую сущность изученных физико-химических и физических методов исследования.</p> <p>ИД-2.ПК-2:Умеет интерпретировать ИК-спектры, УФ-спектры, ЯМР 1H спектры представителей основных классов органических соединений. Умеет применять знания о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях.</p> <p>ИД-3.ПК-2:Владеет навыками описания готовых спектров органических соединений, полученных с применением современной приборной базы.</p>	

1	<p>Электронные спектры. Природа электронных спектров поглощения. Полная энергия молекулы (электронная, колебательная и вращательная энергии). Области электромагнитного спектра: ультрафиолетовая (УФ), инфракрасная (ИК) и видимая. Диапазон электронных спектров.</p>		
2	<p>Шкала электромагнитного излучения. Природа электронных спектров поглощения. Полная энергия молекулы (электронная, колебательная и вращательная энергии). Области электромагнитного спектра: ультрафиолетовая (УФ), инфракрасная (ИК) и видимая. Диапазон электронных спектров.</p>		

2	УФ спектроскопия	ИД-1.ПК-1:Знает теоретические основы физико-химических методов исследования, причины возникновения и проявления	
		<p>инфракрасных (ИК), ультрафиолетовых (УФ) спектров и спектров ядерного магнитного резонанса (ЯМР 1H).</p> <p>ИД-2.ПК-1:Применяет специализированную терминологию, необходимую для понимания спектральных характеристик органических соединений, построения и характеристики теоретические спектры основных представителей органических соединений; интерпретации рабочих спектров представителей основных классов органических соединений.</p> <p>ИД-3.ПК-1:Владеет системой знаний о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях, владеет навыками работы со справочной и научной литературой.</p> <p>ИД-1.ПК-2:Знает теоретическую сущность изученных физико-химических и физических методов исследования.</p> <p>ИД-2.ПК-2:Умеет интерпретировать ИК-спектры, УФ-спектры, ЯМР 1H спектры представителей основных классов органических соединений. Умеет применять знания о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях.</p> <p>ИД-3.ПК-2:Владеет навыками описания готовых спектров органических соединений, полученных с применением современной приборной базы.</p>	

1	<p>Электронные спектры основных классов органических соединений. Влияние природы и местоположения заместителя на положение полос бензольного</p>	ИД-2.ПК-1, ИД-3.ПК-2	
	<p>поглощения. Условия работы в УФ области электромагнитного спектра. Энергия электронных переходов. Схема УФ спектра: единицы измерения, дальняя и ближняя УФ область, форма и интенсивность полосы поглощения.</p>		
2	<p>Понятие о «вакуумной» области. Подбор растворителя для снятия УФ спектра. Причины окраски органических соединений (хромофоры и ауксохромы).</p>	ИД-2.ПК-1, ИД-3.ПК-2	

3	ИК-спектроскопия	<p>ИД-1.ПК-1:Знает теоретические основы физико-химических методов исследования, причины возникновения и проявления инфракрасных (ИК), ультрафиолетовых (УФ) спектров и спектров ядерного магнитного резонанса (ЯМР¹H).</p>	
		<p>ИД-2.ПК-1:Применяет специализированную терминологию, необходимую для понимания спектральных характеристик органических соединений, построения и характеристики теоретические спектры основных представителей органических соединений; интерпретации рабочих спектров представителей основных классов органических соединений.</p> <p>ИД-3.ПК-1:Владеет системой знаний о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях, владеет навыками работы со справочной и научной литературой.</p> <p>ИД-1.ПК-2:Знает теоретическую сущность изученных физико-химических и физических методов исследования.</p> <p>ИД-2.ПК-2:Умеет интерпретировать ИК-спектры, УФ-спектры, ЯМР ¹H спектры представителей основных классов органических соединений. Умеет применять знания о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях.</p> <p>ИД-3.ПК-2:Владеет навыками описания готовых спектров органических соединений, полученных с применением современной приборной базы.</p>	

1	<p>Функционально замещенные органические соединения.</p> <p>Влияние функциональных групп на ИК спектр органического соединения.</p> <p>Простые эфиры.</p> <p>Характерные</p>	ИД-2.ПК-1,ИД-3.ПК-2	
	<p>признаки ИК-спектров простых эфиров.</p> <p>Карбонильные соединения.</p> <p>Полоса карбонильного поглощения в альдегидах, кетонах карбоновых кислотах.</p> <p>Характеристические частоты карбоновых кислот.</p> <p>Азотсодержащие органические соединения.</p> <p>Амиды карбоновых кислот (полосы «амид I» и «амид II»).</p> <p>Характерные признаки ИК спектров первичных, вторичных и третичных аминов. Влияние природы заместителей в бензольном кольце на</p>		

	характер полос поглощения.		
--	-------------------------------	--	--

2	<p>ИК излучение, его диапазон.</p> <p>Типы колебаний атомов в молекуле (валентные, деформационные).</p> <p>Теоретический расчет количества полос поглощения ИК спектров органических соединений.</p> <p>Шкала волновых чисел и единицы измерения.</p> <p>Основные параметры полос поглощения: ширина (интервал), максимум поглощения, интенсивность, расщепления, длина.</p> <p>Ближняя, средняя и дальняя ИК области.</p> <p>Характеристика фундаментальной области поглощения ИК спектра.</p> <p>Понятие об «интервале отпечатков пальцев» и области функциональных групп</p>	ИД-2.ПК-1, ИД-3.ПК-2	
	<p>х групп (характеристиче</p>		

	ских полос). Значение ближней, дальней ИК области и области высоких частот.		
--	---	--	--

4	МР-спектроскопи	<p>ИД-1.ПК-1:Знает теоретические основы физико-химических методов исследования, причины возникновения и проявления инфракрасных (ИК), ультрафиолетовых (УФ) спектров и спектров ядерного магнитного резонанса (ЯМР1Н).</p> <p>ИД-2.ПК-1:Применяет специализированную терминологию, необходимую для понимания спектральных характеристик органических соединений, построения и характеристики теоретические спектры основных представителей органических соединений; интерпретации рабочих спектров представителей основных классов органических соединений.</p> <p>ИД-3.ПК-1:Владеет системой знаний о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях, владеет навыками работы со справочной и научной литературой.</p> <p>ИД-1.ПК-2:Знает теоретическую сущность изученных физико-химических и физических методов исследования.</p> <p>ИД-2.ПК-2:Умеет интерпретировать ИК-спектры, УФ-спектры, ЯМР 1Н спектры представителей основных классов органических соединений. Умеет применять знания о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях.</p> <p>ИД-3.ПК-2:Владеет навыками описания готовых спектров органических соединений, полученных с применением современной приборной базы.</p>	
1	Влияние гибридизации атома на положение химического	ИД-2.ПК-1,ИД-3.ПК-2	
	сдвига протонов при sp^3 , sp^2 , sp -гибридизации. Влияние природы заместителей на положение		

<p>сигнала в спектре ЯМР¹H. Лаб. Спектры ПМР органических соединений. Идентификация, соотнесение сигналов, выявление изомеров по сигналам ПМР спектров. Лабораторная работа "Комплексные экспериментальные задачи по ИК и ЯМР спектроскопии. Работа со спектрами. Идентификация органических соединений ароматического ряда, имеющих заместителей в бензольном кольце.</p>		
---	--	--

2	<p>Мультиплетность сигнала. Синглет, дублет, триплет, квадруплет и мультиплет. Закономерность определения мультиплетности и сигналов. Распределение интенсивности внутри мультиплета. Правило бинома. Определение значения</p>	ИД-2.ПК-1, ИД-3.ПК-2	
	<p>(местоположения) мультиплета. Константа спин-спинового взаимодействия (КССВ). Зависимость КССВ от гибридизации атома углерода и электроотрицательности заместителей. Единицы измерения, диапазон и способы измерения КССВ.</p>		

6	Промежуточная аттестация (зачёт)	<p>ИД-1.ПК-1:Знает теоретические основы физико-химических методов исследования, причины возникновения и проявления инфракрасных (ИК), ультрафиолетовых (УФ) спектров и спектров ядерного магнитного резонанса (ЯМР1Н).</p> <p>ИД-2.ПК-1:Применяет специализированную терминологию, необходимую для понимания</p>	
		<p>спектральных характеристик органических соединений, построения и характеристики теоретические спектры основных представителей органических соединений; интерпретации рабочих спектров представителей основных классов органических соединений.</p> <p>ИД-3.ПК-1:Владеет системой знаний о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях, владеет навыками работы со справочной и научной литературой.</p> <p>ИД-1.ПК-2:Знает теоретическую сущность изученных физико-химических и физических методов исследования.</p> <p>ИД-2.ПК-2:Умеет интерпретировать ИК-спектры, УФ-спектры, ЯМР 1Н спектры представителей основных классов органических соединений. Умеет применять знания о спектральных характеристиках органических соединений в научно-исследовательских целях.</p> <p>ИД-3.ПК-2:Владеет навыками описания готовых спектров органических соединений, полученных с применением современной приборной базы.</p>	
1	Подготовка к зачёту	ИД-1.ПК-1,ИД-2.ПК-1,ИД-3.ПК-1,ИД-1.ПК-2,ИД-2.ПК-2,ИД-3.ПК-2	
2	Контактная работа	ИД-1.ПК-1,ИД-2.ПК-1,ИД-3.ПК-1,ИД-1.ПК-2,ИД-2.ПК-2,ИД-3.ПК-2	

Пояснительная записка

1. Назначение фонда оценочных средств. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Физико-химические методы

2. Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач (*указать иное*) и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий (*указать иное*) к экзамену (*дифференцированному зачету, зачету*).

3. Структура и содержание заданий разработаны в соответствии с рабочей программой дисциплины «Физико-химические методы исследования»

4. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной

ПК-1: Способен использовать систему фундаментальных химических понятий и естественнонаучных законов

ИД-1.ПК-1: Знает основные естественнонаучные законы и закономерности протекания химических процессов

ИД-2.ПК-1: Применяет систему фундаментальных химических понятий и естественнонаучных законов в профессиональной деятельности

ИД-3.ПК-1: Владеет системой фундаментальных химических понятий и естественнонаучных законов в рамках образовательной и научной деятельности

ПК-2: Способен применять стандартные операции по предлагаемым методикам и современную аппаратуру при проведении химических исследований

ИД-1.ПК-2: Знает основные требования к методам и методикам проведения стандартных физико-химических операций

ИД-2.ПК-2: Умеет использовать стандартные операции при проведении научных исследований

ИД-3.ПК-2: Владеет навыками проведения химического эксперимента по синтезу, анализу, изучению свойств веществ и материалов с применением современной аппаратуры

5. Проверка и оценка результатов выполнения заданий

Оценка выставляется в 4-х балльной шкале:

- «отлично», 5 выставляется в случае, если студент выполнил 84-100% заданий;
- «хорошо», 4 - если студент выполнил 66-83% заданий;
- «удовлетворительно», 3 - если студент выполнил 50-65% заданий;
- «неудовлетворительно», 2 - менее 50% заданий (*могут указываться иные шкалы процентов*)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Горно-Алтайский государственный университет»
кафедра биологии и химии

Оценочное средство « _____ »
по дисциплине Физико-химические методы исследования

Критерии оценки:

Критерии	Оценка (баллы по МРС), уровень
	«отлично», 84-100%, повышенный
	«хорошо», 66-83%, пороговый уровень
	«удовлетворительно», 50-83%, пороговый уровень
	«неудовлетворительно», менее 50%, уровень не сформирован
	«зачтено», повышенный уровень
	«зачтено», пороговый уровень
	«незачтено», уровень не сформирован

Составитель(и) _____ /ФИО

подпись(и)