

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по НРИЦР

А.О. Кучерик

« 30 » 109 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СОВРЕМЕННЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 04.06.01 Химические науки

Направленность подготовки Высокомолекулярные соединения

Уровень высшего образования подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ академ. час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз./зачет)
4	4/144	36	4	-	32	Экз.,72
Итого	4/144	36	4	-	32	Экз.,72

Владимир 2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: освоение фундаментальных знаний в области современных спектральных методов исследования вещества.

Задачи: Ознакомление с принципиальными основами и практическими возможностями спектральных методов исследования, с их аппаратным оснащением и условиями проведения эксперимента; формирование навыков сравнительной оценки возможностей разных методов анализа, их достоинств и недостатков для обоснованного выбора оптимального метода исследования конкретного объекта в зависимости от решаемой задачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные спектральные методы исследования» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к вариативной части ОПОП.

Данный курс опирается на знания по физике, математике, физической и квантовой химии и химии высокомолекулярных соединений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Современные спектральные методы исследования», соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1 способен самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	частичное	В результате освоения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты обучения: Знать: фундаментальные основы спектральных методов исследования вещества; Владеть: методологией проведения экспертных исследований; Уметь: планировать эксперимент, исходя из поставленной научно-исследовательской задачи
ОПК-2 готов организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	частичное	Знать: основы работы на ИК, УФ, ЯМР спектрометрах; Владеть: методами обработки спектральных данных. Демонстрировать понимание закономерностей интерпретации спектральных данных органических соединений; Уметь: применять полученные научным коллективом данные для решения исследовательской, проектной или технологической задачи

1	Введение.	3	1	2		6	2/100	
2	Микроволновая спектроскопия.	3	2-3	4		6	4/100	
3	Колебательные спектры молекул. Инфракрасная спектроскопия. Спектроскопия комбинационного рассеяния.	3	4-8	10	2	6	12/100	
4	Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях. ФЭС	3	9-13	10	1	6	11/100	
5	Методы радиоспектроскопии магнитного резонанса. ЯМР, ЭПР, ЯКР	3	14-18	10	1	8	11/100	
Итого за семестр:				36	4			Экзамен, 72
Наличие в дисциплине КП/КР					-			
Всего по УП		144		36	4	32	40/100	Экзамен, 72

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение.

Тема 1: Общая характеристика физических методов исследования.

Содержание темы:

Спектроскопические, дифракционные, электрические и магнитные методы. Излучение и происхождение спектров. Фурье-спектроскопия. Вынужденное излучение. Лазеры.

Тема 2: Симметрия молекул и основы теории групп.

Содержание темы:

Элементы и операции симметрии. Точечные группы симметрии. Общие положения теории групп.

Раздел 2. Микроволновая спектроскопия.

Тема 1: Вращение и вращательная энергия двухатомных молекул.

Содержание темы:

Классическая модель. Квантово-механическая модель жёсткого ротатора. МВ-спектр жёсткого ротатора. Заселённость уровней и интенсивность линий. Определение межъядерного расстояния. Изотопический эффект.

Тема 2: Вращение многоатомных молекул.

Содержание темы:

Общее выражение вращательной энергии. Энергетические термы и спектры волчков разного типа.

Тема 3: Применение вращательной спектроскопии.

Содержание темы:

Определение геометрического строения молекул. Эффект Штарка и его применение для определения дипольных молекул. Техника и методики эксперимента.

Раздел 3. Колебательные спектры молекул.

Тема 1: Теоретические основы метода ИК-спектроскопии. ИК-спектры поглощения двухатомных молекул.

Содержание темы:

Правила отбора. Колебательные переходы для гармонического осциллятора и реальных молекул. Колебательно-вращательный ИК-спектр двухатомных молекул. R-, Q-, P- ветвь.

Тема 2: Колебания многоатомных молекул.

Содержание темы:

Колебательный ИК-спектр многоатомных молекул. Колебательно-вращательная структура ИК-спектров. Линейные молекулы и симметричные волчки: параллельный и перпендикулярный колебательные переходы. Контур вращательной структуры колебательно-вращательных полос в ИК-спектрах. Фундаментальные, обертоновые, составные частоты и «горячие» полосы.

Тема 3: Спектроскопия комбинационного рассеяния. Теоретические основы метода.

Содержание темы:

Классическая и квантовомеханическая модель комбинационного рассеяния. Поляризация в спектрах КР. Резонансные спектры КР.

Тема 4: Техника эксперимента. Применения метода.

Содержание темы:

Подготовка образцов. Особенности исследования газообразных, жидких и твердых образцов. Преимущества и недостатки различных способов пробоподготовки. Возможности использования ИК-спектров и КР-спектров для идентификации соединений. Групповые частоты. Внутренние факторы и внешние факторы, оказывающие влияние на групповые частоты. Особенности использования корреляционных таблиц.

Раздел 4. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях. Фотоэлектронная спектроскопия.

Тема 1: Электронные состояния и электронные спектры молекул.

Содержание темы:

Энергия молекулы в заданном электронном состоянии. Волновая функция. Степень вырождения состояния. Мультиплетность состояния. Среднее время жизни электронного состояния. Орбитальный и спиновый момент количества движения электронов.

Молекулярные и атомные орбитали. Электронные переходы. Классическое представление. Хромофоры и ауксохромы. Квантовомеханическое представление: $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \pi^*$ электронные переходы. Смещение полос поглощения в спектрах: батохромный и гипсохромный сдвиг, гипсохромный и гиперхромный эффекты.

Колебательная структура электронных спектров. Электронные переходы. Вибронные переходы. Переходы с переносом заряда. Вероятность переходов. Коэффициент Эйнштейна для самопроизвольного и вынужденного испускания и поглощения.

Коэффициент экстинкции.

Тема 2: Возбужденные состояния и спектры люминесценции.

Содержание темы:

Спектры флуоресценции и фосфоресценции. Выход люминесценции.

Тема 3: Теоретические основы методов ФЭС.

Содержание темы:

Физическая модель эмиссии электронов при возбуждении ионизирующим излучением. ФЭС. РЭС. Оже-спектроскопия. Параметры и структура фотоэлектронных спектров.

Тема 4: Техника и применения методов электронной спектроскопии.

Содержание темы:

Методики проведения эксперимента.

Раздел 5. Методы радиоспектроскопии магнитного резонанса.

Тема 1: Спектроскопия ЯМР.

Содержание темы:

Спин ядра. Магнитный момент ядра. Ядерный магнетон. Гиромагнитное отношение и ядерный фактор. Условие ЯМР для двухуровневой системы. Химический сдвиг сигналов ЯМР. Спин-спиновое взаимодействие. Гомоядерные и гетероядерные спиновые системы. Химически эквивалентные и неэквивалентные ядра. Мультиплетность сигналов ЯМР. Константа спин-спинового взаимодействия. Релаксационные явления. Времена спин-спиновой и спин-решеточной релаксации.

Тема 2: Спектроскопия ЭПР.

Содержание темы:

Теоретические основы и условия ЭПР. Параметры и структура спектров ЭПР. Фактор Ланде. Константа СТВ. Тонкая и сверхтонкая структура спектров.

Тема 3: Множественный магнитный резонанс и поляризация спинов.

Содержание темы:

Двойной ЯМР. Методы физической и химической поляризации ядер и электронов.

Тема 4: Спектроскопия ядерного квадрупольного резонанса.

Содержание темы:

Квадрупольные ядра. Электростатическое взаимодействие квадрупольного ядра с электрическим полем. Квадрупольные уровни энергии и переходы. Интерпретация градиента неоднородного электрического поля на ядре. Спектры ЯКР и их приложения.

Тема 5: Техника эксперимента, методики работы с образцами, применения методов.

Содержание темы:

Методики проведения эксперимента.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 2. Инфракрасная спектроскопия.

Тема 3: Техника эксперимента. Применения метода.

Практическое занятие № 1 «Идентификация органических соединений. ИК-спектры основных классов органических соединений».

Раздел 4. Спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой областях.

Тема 3: Техника и применения УФ-спектроскопии.

Практическое занятие № 1 «Идентификация органических соединений. Электронные спектры основных классов органических соединений».

Раздел 5. Методы радиоспектроскопии магнитного резонанса.

Тема 5: Техника эксперимента, методики работы с образцами, применения методов.

Практическое занятие № 1 «Идентификация органических соединений. Спектры ЯМР».

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Современные спектральные методы исследования» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (Разделы 1 (тема № 1), 2 (темы № 1 - 3), 3 (тема № 1-3), 4 (темы № 1 - 3), 5 (темы № 1 - 4));

- Групповая дискуссия (Раздел 1 (тема № 1), Разделы 2, 4, 5 (темы № 3 - 5)).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

Вопросы для текущего контроля успеваемости

1. Классификация физических методов исследования. Спектроскопические методы. Классический и квантовомеханический подходы к объяснению спектров. Классификация спектров в зависимости от условий получения, природы объекта, типа его энергетических переходов и разрешающей способности спектрального прибора.

2. Спектроскопические методы. Принципиальная схема и классификация спектральных приборов. Фурье – спектроскопия.
3. Дифракционные методы.
4. Характеристика источников излучения. Лазеры. Характеристическое время метода.
5. МВ-спектроскопия. Вращение и вращательная энергия двухатомных молекул. Классическая модель «жесткого ротатора». Вращательная энергия, угловая скорость вращения, частота вращения, момент инерции.
6. МВ-спектроскопия. Вращение и вращательная энергия двухатомных молекул. Квантовомеханическая модель «жесткого ротатора». Вращательный терм, вращательная постоянная. Правило отбора квантовых чисел, разрешенные переходы в спектрах поглощения.
7. МВ-спектроскопия. Вращение и вращательная энергия двухатомных молекул. Изотопозамещение.
8. МВ-спектроскопия. Вращение и вращательная энергия многоатомных молекул. Линейные молекулы, сферический волчок, симметричный волчок, асимметричный волчок. Правила отбора, волновые числа, разрешенные переходы.
9. МВ-спектроскопия. Определение дипольных моментов молекулы по МВ-спектрам.
10. ИК-спектроскопия. ИК-спектры поглощения двухатомных молекул. Правила отбора. Колебательные переходы для гармонического осциллятора и реальных молекул.
11. ИК-спектроскопия. Колебательно-вращательный ИК-спектр двухатомных молекул. R-, Q-, P- ветвь.
12. ИК-спектроскопия. Колебательный ИК-спектр многоатомных молекул. Нормальные и вырожденные колебания. Активность колебаний в ИК-спектрах. Элементы симметрии молекул.
13. ИК-спектроскопия. Колебательный ИК-спектр многоатомных молекул. Типы симметрии колебаний.
14. ИК-спектроскопия. Колебательно-вращательная структура ИК-спектров. Линейные молекулы и симметричные волчки: параллельный и перпендикулярный колебательные переходы. Контуры вращательной структуры колебательно-вращательных полос в ИК-спектрах линейных молекул.
15. ИК-спектроскопия. Колебательный ИК-спектр многоатомных молекул. Фундаментальные, обертоновые, составные или комбинированные частоты и «горячие» полосы.
16. Использование спектроскопических методов при проведении фундаментальных исследований и решении практических задач в химии высокомолекулярных соединений.
17. ИК-спектроскопия. Ближняя, средняя и дальняя ИК-область. Техника эксперимента.
18. ИК-спектроскопия. Техника эксперимента. Подготовка образцов. Особенности исследования газообразных, жидких и твердых образцов. Преимущества и недостатки различных способов пробоподготовки.
19. ИК-спектроскопия. Возможности использования ИК-спектров для идентификации соединений. Групповые частоты.
20. ИК-спектроскопия. Внутренние факторы, оказывающие влияние на групповые частоты: изменения масс, геометрия, колебательное взаимодействие, порядок связи, электронные эффекты, ассоциация.
21. ИК-спектроскопия. Внешние факторы, оказывающие влияние на групповые частоты: агрегатное состояние, растворитель, концентрация, температура.

22. ИК-спектроскопия. Возможности использования ИК-спектроскопии для идентификации неизвестных веществ и для структурного анализа. Специальные задачи и методы количественного анализа.
23. КР-спектроскопия. Классическая модель комбинационного рассеяния.
24. КР-спектроскопия. Квантовомеханическая модель комбинационного рассеяния. Возможность определения симметрии молекулы на основе данных ИК- и КР- спектроскопии.
25. КР-спектроскопия. Поляризация в спектрах КР. Поляризованные линии в спектре поглощения. Степень деполяризации, ее взаимосвязь с симметрией молекулы.
26. КР-спектроскопия. Резонансное комбинационное рассеяние.
27. Возможность проведения идентификации и структурного анализа на основе данных ИК- спектроскопии и спектроскопии КР.
28. Электронные спектры молекул. Электронное состояние молекул. Энергия молекулы в заданном электронном состоянии. Волновая функция. Степень вырождения состояния. Мультиплетность состояния. Среднее время жизни электронного состояния. Электронное состояние молекул. Орбитальный и спиновый момент количества движения электронов. Волновая функция. Молекулярные и атомные орбитали.
29. Электронные спектры молекул. Электронные переходы. Классическое представление. Хромофоры и ауксохромы. Электронные спектры молекул. Электронные переходы. Квантовомеханическое представление. $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \pi^*$ электронные переходы. Смещение полос поглощения в спектрах: батохромный и гипсохромный сдвиг, гипохромный и гиперхромный эффекты.
30. Электронные спектры молекул. Колебательная структура электронных спектров. Электронные переходы. Вибронные переходы. Переходы с переносом заряда. Электронные спектры молекул. Электронные переходы. Вероятность переходов. Коэффициент Эйнштейна для самопроизвольного и вынужденного испускания и поглощения. Коэффициент экстинкции. Электронные переходы. Правила отбора.
31. Электронные спектры молекул. Спектры флуоресценции и фосфоресценции. Выход люминесценции.
32. Электронные спектры молекул. Возможности использования методов электронной спектроскопии для идентификации высокомолекулярных соединений и определения их структуры. Количественный анализ в УФ-спектроскопии.
33. Электронные спектры молекул. ФЭС. РЭС. Оже-спектроскопия. Теоретические основы методов. Параметры фотоэлектронных спектров.
34. Фотоэлектронная спектроскопия: применение, техника эксперимента, эмпирические корреляции.
35. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Спин ядра. Магнитный момент ядра. Ядерный магнетон. Гиромагнитное отношение и ядерный фактор. Условие ЯМР для двухуровневой системы.
36. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Химический сдвиг сигналов ЯМР.
37. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Релаксационные процессы. Спин-решёточная и спин-спиновая релаксация.
38. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Спин-спиновое взаимодействие. Гомоядерные и гетероядерные спиновые системы. Химически эквивалентные и неэквивалентные ядра. Мультиплетность сигналов ЯМР.
39. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Спин-спиновое взаимодействие. Константа спин-спинового взаимодействия.
40. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Возможности использования ЯМР в структурных исследованиях.

41. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. 2D-ЯМР. Множественный магнитный резонанс. Техника эксперимента и методики работы с образцами.
42. Радиоспектроскопические методы. ЭПР. Параметры спектров ЭПР. Фактор Ланде. Константа СТВ.
43. Использование методов радиоспектроскопии магнитного резонанса в фундаментальных и прикладных исследованиях.
44. Спектроскопия ядерного квадрупольного резонанса. Теоретические основы метода. Квадрупольные уровни энергии и переходы. Спектры ЯКР. Частота, интенсивность, ширина и мультиплетность сигнала в спектрах ЯКР.
45. Спектроскопия ядерного квадрупольного резонанса. Методические особенности проведения эксперимента. Использование спектроскопии ЯКР при решении структурных задач.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации (экзамена):

1. Спектроскопические методы. МВ-спектроскопия. Теоретические основы метода. Вращение и вращательная энергия двухатомных молекул. Классическая модель «Жесткого ротатора».
2. Спектроскопические методы. МВ-спектроскопия. Теоретические основы метода. Квантовомеханическая модель. Вращательный терм, вращательная постоянная, правила отбора квантовых чисел, разрешенные переходы в спектрах поглощения. Интенсивность линий вращательного спектра.
3. Спектроскопические методы. МВ-спектроскопия. Теоретические основы метода. Изотопозамещение.
4. Спектроскопические методы. МВ-спектроскопия. Теоретические основы метода. Вращательная энергия многоатомных молекул. Линейные молекулы, сферический волчок, симметричный волчок, асимметричный волчок.
5. Спектроскопические методы. ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. ИК-спектры поглощения двухатомных молекул. Колебательный ИК- спектр. Правила отбора. Колебательные переходы для гармонического осциллятора и реальных молекул.
6. Спектроскопические методы. ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Колебательно-вращательная структура ИК-спектров. P-, R-, Q- ветви. Контуры вращательной структуры колебательно-вращательных полос.
7. Спектроскопические методы. ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Многоатомные молекулы. Нормальные и вырожденные колебания. Активность колебаний в ИК-спектрах.
8. Спектроскопические методы. ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Фундаментальные частоты, обертоны, «горячие полосы». Взаимосвязь колебательно-вращательной структуры ИК-спектров и симметрии многоатомных молекул.
9. Использование ИК-спектроскопии при проведении фундаментальных исследований и решении практических задач. Возможности использования ИК-спектроскопии для идентификации неизвестных веществ и структурного анализа высокомолекулярных соединений.
10. Спектроскопические методы. ИК-спектроскопия. Групповые частоты. Внутренние и внешние факторы, оказывающие на них влияние.
11. Спектроскопические методы. КР-спектроскопия. Теоретические основы метода. Классическая модель комбинационного рассеяния. Взаимосвязь индуцированного дипольного момента и поляризуемости молекулы. Рылеевское рассеяние.

12. Спектроскопические методы. КР-спектроскопия. Теоретические основы метода. Квантовомеханическая модель КР. Активность колебаний в КР-спектре. Колебательная и колебательно-вращательная структура КР-спектров. S-, Q-, O-ветви.
13. Спектроскопические методы. КР-спектроскопия. Теоретические основы метода. Поляризация в спектрах КР. Степень деполяризации и ее взаимосвязь с симметрией молекулы.
14. Спектроскопические методы. КР-спектроскопия. Теоретические основы метода. РКР.
15. Возможности использования методов КР- спектроскопии для идентификации высокомолекулярных соединений и определения их структуры.
16. Спектроскопические методы. Спектроскопия в видимой и УФ-областях. Теоретические основы метода. Электронное состояние молекул. Энергия молекулы. Волновая функция. Степень вырождения состояния и его мультиплетность. Среднее время жизни электронного состояния. Орбитальный и спиновый момент количества движения электронов. Молекулярные и атомные орбитали.
17. Спектроскопические методы. Спектроскопия в видимой и УФ-областях. Теоретические основы метода. Возбужденные состояния и спектры люминесценции. Фотолюминесценция и фосфоресценция. Выход люминесценции.
18. Спектроскопические методы. Спектроскопия в видимой и УФ-областях. Теоретические основы метода. Электронные переходы. Классическое представление. Хромофоры и ауксохромы.
19. Спектроскопические методы. Спектроскопия в видимой и УФ-областях. Теоретические основы метода. Квантовомеханическое представление. N-V, N-Q, N-R переходы. Смещение полос в спектрах.
20. Спектроскопические методы. Спектроскопия в видимой и УФ-областях. Теоретические основы метода. Квантовомеханическое представление. Вибронные переходы. Переходы с переносом заряда. Вероятность перехода.
21. Спектроскопические методы. Спектроскопия в видимой и УФ-областях. Теоретические основы метода. Коэффициент Эйнштейна для самопроизвольного и вынужденного испускания и поглощения. Коэффициент экстинции. Правила отбора переходов.
22. Использование спектроскопии в видимой и УФ- области при проведении фундаментальных исследований и решении практических задач в химии высокомолекулярных соединений.
23. Методы ФЭС. Теоретические основы. Возможности применения.
24. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Теоретические основы метода. Спин ядра. Магнитный момент ядра. Ядерный магнетон. Гиромагнитное отношение и ядерный фактор. Условие ЯМР для двухуровневой системы. Химический сдвиг сдвиг сигналов ЯМР.
25. Радиоспектроскопические методы. ЯМР. Теоретические основы метода. Спин-спиновое взаимодействие. Гомоядерные и гетероядерные спиновые системы. Химически эквивалентные и неэквивалентные ядра. Мультиплетность сигналов ЯМР.
26. Основные методики ЯМР-спектроскопии: динамический ЯМР, 2D ЯМР, множественный магнитный резонанс.
27. Использование ЯМР-спектроскопии при проведении фундаментальных исследований и решении практических задач в химии высокомолекулярных соединений.
28. Радиоспектроскопические методы. ЭПР. Теоретические основы метода. Параметры спектров ЭПР. Фактор Ланде. Константа СТВ.

29. Радиоспектроскопические методы. ЭПР. Расщепление спиновых энергетических уровней электрона. Параметры и структура спектров. Тонкая и сверхтонкая структура спектров.
30. Радиоспектроскопические методы. Методы физической поляризации ядерных и электронных спинов. Химическая поляризация ядер и электронов.
31. Спектроскопия ядерного квадрупольного резонанса. Теоретические основы метода. Квадрупольные уровни энергии и переходы. Спектры ЯКР.
32. Использование спектроскопии ЯКР при решении структурных задач.

Самостоятельная работа обучающегося

Вопросы для проведения контроля самостоятельной работы:

1. Применение методов вращательной спектроскопии при проведении фундаментальных исследований и решении прикладных задач.
2. Применение методов колебательной спектроскопии при проведении фундаментальных исследований и решении прикладных задач.
3. Применение электронных спектров при проведении фундаментальных исследований и решении прикладных задач.
4. Применение методов ФЭС при проведении фундаментальных исследований и решении прикладных задач.
5. Применение методов радиоспектроскопии при проведении фундаментальных исследований и решении прикладных задач.

Контрольные вопросы для проведения контроля самостоятельной работы включены в перечень вопросов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, издательство	Год	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		печатные издания (кол-во)	электронные (наименование ресурсов)
1	2	3	4
Основная литература			
Ярышев Н.Г., Ю. Н. Медведев Ю.Н., Токарев М.И., Бурихина А.В., Камкин Н.Н. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе: учебное пособие. М: ПРОМЕТЕЙ.	2015		https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785990613461.html
Беккер Ю. Спектроскопия. М.: Техносфера.	2009		https://proxy.library.spbu.ru/login?url=http://ibooks.ru/bookshelf/337432/reading
Смирнова Н.Н., Чухланов В.Ю. ИК-спектроскопия в химии ВМС. Владимир: ВлГУ.	2021	50	
Дополнительная литература			

Сергеев Н.А., Рябушкин Д.С. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса. М: ЛОГОС.	2017		https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785987047545.html
Криштафович В.И., Криштафович Д.В. Физико-химические методы исследования. М.: ДАШКОВ и К.	2015		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394004124.html
Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. М: БИНОМ	2008		http://www.chem.msu.su/rus
Интернет-ресурсы			
Библиотека химического факультета МГУ			http://www.chem.msu.su/rus
Издательство Elsevier			https://www.elsevier.com/
Издательство ScienceDirect			http://www.sciencedirect.com
ABC-Chemistry: Directory of Free Full-Text Journals in Chemistry			http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/fulltext.htm
Российский химико-аналитический портал			http://www.anchem.ru/literature/
Журнал «Успехи химии»			http://www.uspkhim.ru/

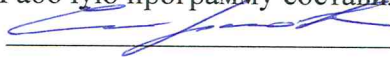
7.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для практических занятий и самостоятельной работы: 425-1, 433-1, 333-1.


Для проведения лекций, практических занятий и самостоятельной работы под руководством преподавателя используются аудитории, оснащенные компьютером (MS Windows, Google Chrome), мультимедийным проектором и доской.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки.

Рабочую программу составил

 д.х.н. профессор кафедры химии Смирнова Н.Н.

Рецензент

 к.т.н. генеральный директор ООО «БМТ» Поворов А.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 2 от 29.09 2021 года

Заведующий кафедрой  /Смирнова Н.Н./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 04.06.01 Химические науки.

Протокол № 2 от 29.09 2021 года

Председатель комиссии  /Смирнова Н.Н./

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

