

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
общей и неорганической химии  
(наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины)  
проф. Семенов В. Н.  
(подпись, расшифровка подписи)  
29.04.2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.21 Физические методы исследования**

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Фундаментальная химия в профессиональном образовании

**3. Квалификация выпускника:**

специалист

**4. Форма обучения:**

очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

общей и неорганической химии

**6. Составители программы:**

Семенов Виктор Николаевич, д. х. н., проф.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

**7. Рекомендована:**

Научно-методическим советом химического факультета 19.04.2022,

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

протокол № 3

(отметки о продлении, вносятся вручную)

**8. Учебный год:** 2026/2027

**Семестр(ы):** 9

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

формирование представлений о возможностях современных экспериментальных методов исследования свойств вещества.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление с принципиальными основами, практическими возможностями и ограничениями важнейших для физических методов исследования;
- знакомство с аппаратным оснащением физических методов исследования и условиями проведения эксперимента.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

обязательная часть блока Б1

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.1	Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	<p><b>Знать:</b> как систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов;</p> <p><b>Уметь:</b> систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов;</p> <p><b>Владеть:</b> систематизацией и анализом результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результатов расчетов свойств веществ и материалов.</p>
		ОПК-1.2	Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<p><b>Знать:</b> как предлагать интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии;</p> <p><b>Уметь:</b> предлагать интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии;</p> <p><b>Владеть:</b> интерпретацией результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p>
		ОПК-1.3	Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и	<p><b>Знать:</b> как формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;</p>

			расчетно-теоретических работ химической направленности	<p><b>Уметь:</b> формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>
ОПК-2.	Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2.1	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	<p><b>Знать:</b> как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;</p> <p><b>Уметь:</b> работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;</p> <p><b>Владеть:</b> работой с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.</p>
		ОПК-2.2	Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> как использовать существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p><b>Владеть:</b> использованием существующих и разработкой новых методик получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности.</p>
		ОПК-2.3	Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	<p><b>Знать:</b> как проводить исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования;</p> <p><b>Уметь:</b> проводить исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования;</p> <p><b>Владеть:</b> проведением исследований свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования.</p>
ОПК-3.	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя	ОПК-3.1	Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	<p><b>Знать:</b> как применять теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности;</p> <p><b>Уметь:</b> применять теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности;</p> <p><b>Владеть:</b> применением теоретических и полуэмпирических моделей при решении</p>

	современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения			задач химической направленности.
		ОПК-3.2	Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> как использовать стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности;</p> <p><b>Уметь:</b> использовать стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности;</p> <p><b>Владеть:</b> стандартным программным обеспечением и специализированными базами данных при решении задач профессиональной деятельности.</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час** (в соответствии с учебным планом) – 2 / 72

**Форма промежуточной аттестации** (зачет/экзамен) – зачет с оценкой

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			9 семестр	10 семестр
Аудиторные занятия		54	54	
в том числе	лекции	22	22	
	практические	32	32	
	лабораторные			
Самостоятельная работа		18	18	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – ___ час)				
Итого:			72	

#### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Спектральные методы исследования	Понятие об абсорбционном спектре. ИК спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния. Спектроскопия в видимой и УФ областях. Поглощение твердого тела в области края фундаментального поглощения. Эмиссионная спектроскопия. Эмиссионные спектры атомов и молекул. Рентгеновская эмиссионная спектроскопия, рентгеновская флюориметрия, ЛРСМА. Люминесцентная спектроскопия.	
1.2	Прочие оптические и магнетохимические методы	Вращение плоскости поляризации света. Измерение магнитной восприимчивости.	
1.3	Резонансная спектроскопия	Ядерный магнитный резонанс (ЯМР), протонный магнитный резонанс (ПМР), электронный	

		парамагнитный резонанс (ЭПР). $\gamma$ -Резонансная спектроскопия.	
1.4	Электронная спектроскопия	Фотоэлектронная и рентгеноэлектронная спектроскопия. Оже-спектроскопия.	
1.5	Масс-спектрометрия	Принцип и техника масс-спектрометрических измерений.	
1.6	Дифракционные методы исследования	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ. Электронография. Нейтронография.	
1.7	Электронная и атомная силовая микроскопия	Сканирующая электронная микроскопия. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения. Атомная силовая микроскопия.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Спектральные методы исследования	Интерпретация ИК, КР и электронных спектров веществ. Фурье-спектрометр. Интерпретация оптических и рентгеновских эмиссионных спектров.	
2.2	Прочие оптические и магнетохимические методы	Оптически активные вещества. Магнитные свойства неорганических соединений и комплексов переходных металлов.	
2.3	Резонансная спектроскопия	Интерпретация ЯМР и ПМР спектров веществ.	
2.4	Электронная спектроскопия	Интерпретация фотоэлектронных спектров, определение валентных состояний атомов.	
2.6	Дифракционные методы исследования	Интерпретация порошковых дифрактограмм.	
2.7	Электронная и атомная силовая микроскопия	Использование электронной микроскопии в исследовании поверхности и интерфейсов твердого тела.	
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1			
3.2			

\* Заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоят. работа	Всего
1	Спектральные методы исследования	6	8		4	18
2	Прочие оптические и магнетохимические методы	2	2		2	6
3	Резонансная спектроскопия	4	6		2	12
4	Электронная спектроскопия	2	4		2	8
5	Масс-спектрометрия	2	2		2	6
6	Дифракционные методы исследования	4	6		4	14
7	Электронная и атомная силовая микроскопия	2	4		2	8
Итого:		22	32		18	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические материалы, доступные в локальной сети Университета (сайт библиотеки), включают в себя следующие типы материалов: учебники, учебные пособия, методические указания для студентов, в которых изучаемый материал представлен в систематизированном и структурированном виде, и которые включают в себя необходимые таблицы, схемы и материалы презентаций, с опорой на которые проводится аудиторная работа. Также в локальной сети размещены методические указания для преподавателя и указания для самопроверки. На протяжении курса студенты по инициативе лектора обсуждают в аудитории наиболее сложные вопросы и детали курса.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<b>Вилков Л. В.</b> Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия / Л. В. Вилков, Ю. А. Пентин. – М. : Высш. шк., 1987.
2	<b>Вилков Л. В.</b> Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы / Л. В. Вилков, Ю. А. Пентин. – М. : Высш. шк., 1989.
3	<b>Драго Р.</b> Физические методы в химии / Р. Драго. – В 2-х тт. – М.: Мир, 1981.

### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	<b>Накамото К.</b> ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – М. : Мир, 1991.
5	<b>Липсон Г.</b> Интерпретация порошковых рентгенограмм / Г. Липсон, Г. Стипл. – М. : Мир, 1972.
6	<b>Сергеев Н. М.</b> Спектроскопия ЯМР / Н. М. Сергеев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1981.
7	<b>Зенкевич И. Г.</b> Интерпретация масс-спектров органических соединений / И. Г. Зенкевич, Б. В. Иоффе. – Л. : Химия, 1986.

### в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет) \*

№ п/п	Источник
8	lib.vsu.ru
9	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека
10	http://www.en.edu.ru – Естественнонаучный образовательный портал

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договоры у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК.

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Пункты 1 – 3 а), пункты 4 – 7 б)

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение:

При реализации дисциплины проводятся лекции (вводная и по разделам дисциплины), семинарские занятия (проблемные, дискуссионные и т. д.), проводится текущая аттестация, самостоятельная работа по дисциплине или отдельным ее разделам и т. д.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Мультимедийное оборудование для чтения лекций с использованием электронных презентаций.

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Спектральные методы исследования	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Практикоориентированные задания / домашние задания

			ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	
2	Прочие оптические и магнетохимические методы	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
3	Резонансная спектроскопия	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
4	Электронная спектроскопия	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
5	Масс-спектрометрия	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
6	Дифракционные методы исследования	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
7	Электронная и атомная силовая микроскопия	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-3.1 ОПК-3.2	Практикоориентированные задания / домашние задания
Промежуточная аттестация форма контроля – <i>зачет с оценкой</i>				Перечень вопросов

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

## 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практикоориентированные задания / домашние задания

*(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)*

Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, курсовых, докладов, лабораторных работ требования к представлению портфолио

Формулируются вариативно исходя из разделов дисциплины

Описание технологии проведения

Устный опрос

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Знание основных фактов, совокупность которых дает ответ на зачетный вопрос, с доказательством теорем, выводом уравнений и т.п. и умение иллюстрировать эти факты примерами. Ответ соответствует перечисленным показателям

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

*(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)*

Перечень заданий, тем рефератов, тем презентаций, курсовых, докладов, требования к представлению портфолио, вопросов к экзамену (зачету) и порядок формирования КИМ

1. Понятие об абсорбционном спектре. Спектроскопия в видимой и УФ областях.
2. ИК спектроскопия.
3. Спектроскопия комбинационного рассеяния.
4. Поглощение твердого тела в области края фундаментального поглощения.
5. Эмиссионная спектроскопия. Эмиссионные спектры атомов и молекул.
6. Рентгеновская эмиссионная спектроскопия, рентгеновская флуориметрия, ЛРСМА.
7. Люминесцентная спектроскопия.
8. Вращение плоскости поляризации света.
9. Измерение магнитной восприимчивости.
10. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР), протонный магнитный резонанс (ПМР).
11. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).
12.  $\gamma$ -Резонансная спектроскопия.
13. Фотоэлектронная и рентгеноэлектронная спектроскопия.
14. Оже-спектроскопия.
15. Масс-спектрометрия. Принцип и техника масс-спектрометрических измерений.
16. Рентгеноструктурный анализ
17. Рентгенофазовый анализ.
18. Электронография. Нейтронография.
19. Сканирующая электронная микроскопия.
20. Просвечивающая электронная микроскопия.
21. Атомная силовая микроскопия.



Описание технологии проведения  
Устный опрос

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

1. Знание основных фактов, совокупность которых дает ответ на вопросы контрольно-измерительного материала, с доказательством теорем, выводом уравнений и т. п. и умение иллюстрировать эти факты примерами. Ответ соответствует в полной мере всем перечисленным показателям – отлично.
2. Знание основных фактов, совокупность которых дает ответ на вопросы контрольно-измерительного материала и умение иллюстрировать эти факты примерами при ошибках или затруднении в доказательстве теорем, выводе уравнений и т. п. Ответ соответствует не полному освоению компетенций – хорошо.
3. Знание основных фактов, совокупность которых дает ответ на вопросы контрольно-измерительного материала в объеме не менее 60 %, без доказательства теорем, вывода уравнений и т. п.; неумение иллюстрировать эти факты примерами. Ответ показывает недостаточное владение компетенциями – удовлетворительно.