

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*

**Семенов В. Н.**



*подпись, расшифровка подписи*

30.06.2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.01.01 Рентгеновские методы исследования материалов**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

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

*04.04.01 Химия*

**2. Профиль подготовки/специализация: Экспертная химия**

**3. Квалификация выпускника: Магистр**

**4. Форма обучения: Очно-заочная**

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: общей и неорганической химии**

**6. Составители программы: к. х. н. Наумов А. В.**

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

**7. Рекомендована:**

Научно-методическим советом химического факультета 17.06.2021,  
протокол № 5

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,*

---

*отметки о продлении вносятся вручную)*

**8. Учебный год: 2022/2023**

**Семестр(ы): 4**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

формирование представлений о возможностях современных экспериментальных методов исследования свойств вещества с помощью рентгеновского излучения

*Задачи учебной дисциплины:*

– ознакомление с основами, практическими возможностями и ограничениями важнейших для рентгеновских методов исследования;

– знакомство с аппаратным оснащением рентгеновских методов исследования и условиями проведения эксперимента.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Б1.В.06

## 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
ПКВ-1	Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.		ПКВ-1.1 ПКВ-1.2	<p><b>Знать:</b> Как проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.</p> <p><b>Уметь:</b> Проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.</p> <p><b>Владеть:</b> Сбором, систематизацией и критическим анализом научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности.</p>
ПКВ-2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.		ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	<p><b>Знать:</b> Как планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p> <p><b>Уметь:</b> Планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p> <p><b>Владеть:</b> Планированием работы и выбором адекватных методов решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p>
ПКВ-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического		ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	<p><b>Знать:</b> Как на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p>

	применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.			<p><b>Уметь:</b> На основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p> <p><b>Владеть:</b> На основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оцениванием перспектив их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии.</p>
--	--	--	--	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(в соответствии с учебным планом) — 3/108.

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

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия		4		
в том числе:	лекции			
	практические	34		
	лабораторные			
Самостоятельная работа		74		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)				
Итого:		108		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
<b>2. Практические занятия</b>			
1	Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке	Явление дифракции. Дифракция на кристаллической решетке. Условия Лауэ и Вульфа–Брегов. Структурная амплитуда. Условия погасания	
2	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ	Метод Дебая, порошковая дифрактограмма. Техника получения порошковых дифрактограмм, принципиальная схема дифрактометра. Индексирование порошковой дифрактограммы. Определение группы Браве и пространственной (рентгеновской) группы. Определение параметров решетки, метод наименьших квадратов. Профиль порошкового рефлекса, полнопрофильный анализ, метод Ритвельда. Монокристалльные методы, лауэграмма. Качественный и количественный рентгенофазовый анализ	

3	Рентгеноспектральные методы исследования	Рентгеновские эмиссионные спектры. Локальный рентгеноспектральный микроанализ (ЛРСМА), возможности и аппаратурное оформление. Рентгеновская флуориметрия, возможности и аппаратурное оформление	
<b>3. Лабораторные занятия</b>			

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке		10		24	34
2	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ		14		26	40
3	Рентгеноспектральные методы исследования		10		24	34
	Итого:		34		74	108

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

Максимальный доступ к мировой литературе (свободный доступ к ведущим зарубежным физическим и физико-химическим источникам информации). Использование методических разработок кафедры.

### 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	Липсон Г. Интерпретация порошковых рентгенограмм / Г. Липсон, Г. Стипл. – М. : Мир, 1972.
2	Бокий Г. Б. Рентгеноструктурный анализ / Г. Б. Бокий, М. А. Порай-Кошиц. – В 2-х тт. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1964.
3	Драго Р. Физические методы в химии / Р. Драго. – В 2-х тт. – М.: Мир, 1981.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Современная кристаллография / Б. К.Вайнштейн (гл. ред.). – В 4-х тт. – М. : Наука, 1979.
2	Вилков Л. В. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия / Л. В. Вилков, Ю. А. Пентин. – М. : Высш. шк., 1987.
3	Чупрунов Е. В. Основы кристаллографии / Е. В. Чупрунов, А. Ф. Хохлов, М. А. Фаддеев. – М. : Изд-во Физ.-мат. лит., 2006.

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

№ п/п	Ресурс
1	lib.vsu.ru
2	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека
3	http://www.en.edu.ru – Естественнонаучный образовательный портал

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора 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), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Пункты 1 – 4 а), пункты 1 – 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:** 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	Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке	ПКВ-1 ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.1 ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	устный опрос
2	Рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ	ПКВ-1 ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.1 ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	устный опрос
3	Рентгеноспектральные методы исследования	ПКВ-1 ПКВ-2 ПКВ-3	ПКВ-1.1 ПКВ-1.2 ПКВ-2.1 ПКВ-2.2 ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	устный опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Перечень вопросов

**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. Явление дифракции. Дифракция на кристаллической решетке.
2. Условия Лауэ и Вульфа–Брегов.
3. Структурная амплитуда. Условия погасания.
4. Метод Дебая, порошковая дифрактограмма. Техника получения порошковых дифрактограмм, принципиальная схема дифрактометра.
5. Индексирование порошковой дифрактограммы. Определение группы Браве и пространственной (рентгеновской) группы.
6. Определение параметров решетки, метод наименьших квадратов.
7. Профиль порошкового рефлекса, полнопрофильный анализ, метод Ритвельда.
8. Монокристалльные методы, лауэграмма.
9. Качественный и количественный рентгенофазовый анализ.
10. Рентгеновские эмиссионные спектры.
11. Локальный рентгеноспектральный микроанализ (ЛРСМА), возможности и аппаратное оформление.
12. Рентгеновская флуориметрия, возможности и аппаратное оформление.

Описание технологии проведения

Устный опрос

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

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

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

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