

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
общей и неорганической химии



проф. Семенов В.Н.  
30.06.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

- 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:** химик. Преподаватель химии
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** общей и неорганической химии
- 6. Составители программы:** Семенов Виктор Николаевич, д. х. н., проф.
- 7. Рекомендована:** Научно-методическим советом химического факультета  
17.06.2021, протокол № 5
- 8. Учебный год: 2025/2026 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:

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны в достаточной мере владеть знаниями по базовым курсам, изучаемым в специалитете: неорганической химии, физической химии, кристаллохимии, физике.

## 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	<i>Знать:</i> как систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов; <i>Уметь:</i> систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов; <i>Владеть:</i> систематизацией и анализом результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результатов расчетов свойств веществ и материалов.
		ОПК-1.2	Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<i>Знать:</i> как предлагать интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии; <i>Уметь:</i> предлагать интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии; <i>Владеть:</i> интерпретацией результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

		ОПК-1.3	Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<p><i>Знать:</i> как формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;</p> <p><i>Уметь:</i> формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;</p> <p><i>Владеть:</i> 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><i>Знать:</i> как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;</p> <p><i>Уметь:</i> работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности;</p> <p><i>Владеть:</i> 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><i>Знать:</i> как использовать существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p><i>Уметь:</i> использовать существующие и разрабатывать новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности;</p> <p><i>Владеть:</i> 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><i>Знать:</i> как проводить исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования;</p> <p><i>Уметь:</i> проводить исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования;</p> <p><i>Владеть:</i> 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	ОПК-3.1	Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	<p><i>Знать:</i> как применять теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности;</p> <p><i>Уметь:</i> применять теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности;</p> <p><i>Владеть:</i> применением теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности.</p>

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

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час – 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	__ 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	Введение	Значение ФМИ в химии. Общая характеристика и классификация методов.	*- в случае перевода студентов на дистанционное обучение <u>все</u> <u>разделы</u> дисциплины могут быть реализованы с помощью электронного курса на образовательном портале ВГУ: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11716">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11716</a>
1.2	Оптические методы исследования	Оптические методы исследования. Взаимодействие электромагнитного излучения и корпускулярного излучения с ядрами, атомами, молекулами и их структурными образованиями. Колебательная спектроскопия. Виды движения атомов и молекул. Колебания двухатомных молекул. Применение колебательной спектроскопии для химических исследований.	

1.3	Рентгеновские методы исследования	Природа рентгеновских спектров. Закон Мозли. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Закон Вульфа-Брэгга. Методы рентгено-структурного анализа. Фазовый анализ. Рентгеновская дифрактометрия. Анализ по вторичному рентгеновскому излучению.	
1.4	Газовая Электронография	Рассеяние электронов двухатомной молекулой в гармоническом приближении колебания ядер. Схема эксперимента. Условия получения электронограмм.	
1.5	Масс - спектроскопия.	Принцип действия масс-спектрометра и его устройство. Методы ионизации. Времяпролетный масс-спектрометр. Примеры расшифровки масс – спектров. Идентификация вещества. Роль разрешения, потенциалов появления, методов ионизации, метастабильных ионов.	
1.6	Магнетохимия	Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Природа явлений диа-, пара-, ферро- и ферримагнетизма. Законы Кюри и Кюри-Вейса. Микроскопическая природа магнетизма.	
1.7	Резонансные методы.	Электронный парамагнитный резонанс. Условия резонанса. Достоинства и ограничения метода. Ядерный магнитный резонанс. Характеристика ядер. Зеемановское расщепление. Условия резонанса. Химический сдвиг. Константа экранирования ядра.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Введение	Значение ФМИ в химии. Общая характеристика и классификация методов.	
2.2	Оптические методы исследования	Взаимодействие электромагнитного излучения и корпускулярного излучения с ядрами, атомами, молекулами и их структурными образованиями. Колебательная спектроскопия. Виды движения атомов и молекул. Колебания двухатомных молекул. Применение колебательной спектроскопии для химических исследований.	
2.3	Рентгеновские методы исследования	Природа рентгеновских спектров. Закон Мозли. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах. Закон Вульфа-Брэгга. Методы рентгено-структурного анализа. Фазовый анализ. Рентгеновская дифрактометрия. Анализ по вторичному рентгеновскому излучению.	
2.4	Газовая Электронография	Рассеяние электронов двухатомной молекулой в гармоническом приближении колебания ядер. Схема эксперимента. Условия получения электронограмм.	
2.5	Масс - спектроскопия.	Принцип действия масс-спектрометра и его устройство. Методы ионизации. Времяпролетный масс-спектрометр. Примеры расшифровки масс – спектров. Идентификация вещества.	
2.6	Магнетохимия	Поведение вещества во внешнем постоянном магнитном поле. Природа явлений диа-, пара-, ферро- и ферримагнетизма. Законы Кюри и Кюри-Вейса. Микроскопическая природа магнетизма.	
2.7	Резонансные методы.	Электронный парамагнитный резонанс. Условия резонанса. Достоинства и ограничения метода. Ядерный магнитный резонанс. Характеристика ядер. Зеемановское расщепление. Условия резонанса. Химический сдвиг. Константа экранирования ядра.	
<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	Введение	2	2		2	6
2	Оптические методы исследования	2	2		2	6
3	Рентгеновские методы исследования	4	6		2	12
4	Газовая Электронография	2	4		2	8
5	Масс - спектроскопия.	2	4		2	8
6	Магнетохимия	4	6		4	14
7	Резонансные методы.	6	8		4	18
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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	<i>Ярышев Н.Г. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Н.Г. Ярышев ; Панкратов Д. А. ; Токарев М. И. ; Камкин Н. Н. ; Родякина С. Н. — Москва : Прометей, 2012. — 159 с. ISBN 978-5-4263-0122-1. — &lt;URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=212909">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=212909</a>&gt;</i>
2	<i>Пентин Ю. А. Физические методы исследования в химии / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков. - Москва : Мир. 2012. - 688 с.</i>
3	<i>Физические методы исследования неорганических веществ: учеб. пособие / Т. Г. Баличева [и др.] ; под ред. А. Б. Никольского. - Москва : Academia. 2006. - 442 с.</i>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Вилков Л. В. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы / Л.В. Вилков, Ю. А. Пентин. – М. : Высш. шк., 1989.
5	Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений / К. Накамото. – М. : Мир, 1991.
6	Липсон Г. Интерпретация порошковых рентгенограмм / Г. Липсон, Г. Стипл. – М. : Мир, 1972.
7	Сергеев Н. М. Спектроскопия ЯМР / Н. М. Сергеев. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1981.
8	Зенкевич И. Г. Интерпретация масс-спектров органических соединений / И. Г. Зенкевич, Б. В. Иоффе. – Л. : Химия, 1986.

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

№ п/п	Ресурс
1	Электронная библиотека ЗНБ ВГУ
2	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>

3	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
5	Научная электронная библиотека <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
6	Электронный курс «Методы исследования дефектообразования в кристаллах» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11716">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11716</a>

**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.

В случае перевода студентов на дистанционное обучение дисциплина может быть реализована с помощью электронного курса на образовательном портале ВГУ <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11716>

**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)	Компетенции	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 – <b>зачет с оценкой</b>				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:

- Презентация рефератов
- Контрольные работы;
- Устный опрос.

#### Примеры контрольных работ

##### Контрольная работа №1

1. Понятие корректно поставленных задач в математике.
2. Природа явлений диа-, пара- и ферромагнетизма. Законы Кюри и Кюри-Вейса.

##### Контрольная работа №2

1. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах (закон Вульфа-Брегга).
2. Эффект Зеемана (поведение электрона в магнитном поле).

Выполнение контрольных работ оценивается по пятибалльной системе.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Если студент выполняет презентацию реферата на положительную оценку и имеет положительные оценки по контрольным работам и устным опросам, то ему может быть выставлен дифференцированный зачет «автоматом» как средняя оценка по текущим аттестациям. В случае неудовлетворительных оценок или в случае несогласия студента с предложенной оценкой, проводится собеседование по перечню вопросов к зачету

### Перечень вопросов к зачету:

1. Методы определения физических свойств. Физическая теория метода. Прямая и обратная задачи физического метода. Понятие корректно поставленных задач в математике.
2. Электромагнитное излучение - основные характеристики излучения (частота, длина волны, волновое число).
3. Абсорбционная спектроскопия в видимой и ультрафиолетовой (УФ) областях. Валентные, деформационные, крутильные колебания молекул. Принцип Франка–Кондона. Закон Бугера-Ламбета-Бера. Колебательные спектры поглощения.
4. Классическая модель колебания двухатомной молекулы. Колебания молекулы в приближении гармонического и ангармонического осцилляторов (кривая Морзе). ИК-спектроскопия - техника и методики (ИК-прозрачные материалы, приготовление образцов).
5. Рентгеновское излучение и его взаимодействие с веществом. Опасные факторы рентгеновского излучения. Устройство современной рентгеновской трубки. Метод регистрации рентгеновских лучей.
6. Типы и природа возникновения рентгеновских спектров. Закон Мозли.
7. Дифракция рентгеновских лучей на кристаллах (закон Вульфа-Брегга). Рентгеноструктурный анализ (метод Лауэ и метод порошка).
8. Рентгенофазовый анализ. Анализ по вторичному рентгеновскому излучению (рентгенофлуоресцентный)
9. Рентгеновская дифрактометрия.
10. Волновые представления Де Бройля. Электронограф Вирля, схема эксперимента. Использование секторного устройства. Возможности и недостатки электронографического метода.
11. Открытие нейтрона. Тепловые нейтроны. Нейтронография и ее возможности.
12. Механизмы ионизации (молекулярная, диссоциативная). Способы ионизации (электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация, комбинированные методы).
13. Кривая эффективности ионизации ионов. Параметры ионов, изучаемых в масс-спектрометрах. Устройство ионного источника.
14. Принципиальная схема магнитного масс-спектрометра (расчет радиуса кривизны траектории движения ионов).
15. Времяпролетный масс-спектрометр.
16. Поведение веществ во внешнем магнитном поле. Магнитная восприимчивость веществ.
17. Природа явлений диа-, пара- и ферромагнетизма. Законы Кюри и Кюри-Вейса. Петля гистерезиса. Экспериментальное определение поправки Вейса.
18. Измерение магнитной восприимчивости (методы Гуи, Квинке, Фарадея).
19. Эффект Зеемана (поведение электрона в магнитном поле). Условие ЭПР. Вид спектра ЭПР и основные параметры линии спектра ЭПР (резонансное значение напряженности магнитного поля и  $g$ -фактор, интенсивность, ширина и форма линии). Расщепление сигнала ЭПР при взаимодействии с одним и несколькими ядрами.
20. Блок-схема спектрометра ЭПР, особенности эксперимента. Достоинства и ограничения метода.
21. Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Существующие типы ядер атомов и их магнитные свойства. Электрический квадрупольный момент ядра. Физические основы

ЯМР. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условие резонанса.

22. Химический сдвиг в спектрах ЯМР. Константа экранирования ядра.

23. Блок-схема спектрометра ЯМР и ее отличие от схемы ЭПР.

**Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации, проводимой в традиционной форме по билетам:**

Для оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете используются следующие показатели:

- владение понятийным аппаратом химии дефектов (теоретическими основами дисциплины),
- способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований,
- применять теоретические знания для решения практических задач по оценке концентрации и энергии образования точечных дефектов в кристаллах,
- знание современных методов экспериментального наблюдения дефектов в кристаллах.

Для оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете используется шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<p>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом химии дефектов (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач по оценке концентрации и энергии образования точечных дефектов в кристаллах, знает основы современных методов экспериментального наблюдения дефектов в кристаллах.</p>	Повышенный уровень	Отлично
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно демонстрирует умение применять теоретические знания для решения ситуационных практических задач.</p>	Базовый уровень	Хорошо
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует двум из перечисленных показателей. Знание основного учебного материала, предусмотренного программой; ответ неполный, без обоснований, объяснений, с ошибками, которые устраняются по дополнительным вопросам преподавателя.</p>	Пороговый уровень	Удовлетворительно
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Знания несистематические, отрывочные; в ответах допущены грубые, принципиальные ошибки, которые не устраняются после наводящих вопросов преподавателя.</p>	–	Неудовлетворительно

## Вопросы для диагностической работы

### ОПК-1

#### Закрытые вопросы

1. Сколько видов рентгеновского излучения различают по способам возникновения  
а) 1;  
**б) 2;**  
с) 3;  
д) 4
2. Дифракция рентгеновских лучей подчиняется уравнению Вульфа-Брегга  
а)  $2dn = \sin\theta$ ;  
**б)  $2d\sin\theta = n\lambda$ ;**  
в)  $\lambda = 2d\sin\theta$ ;  
г)  $2d = n\lambda\sin\theta$ ;
3. Что позволяет определить Рентгенофлуоресцентный анализ  
а) симметрию кристалла;  
б) межплоскостное расстояние кристаллической решетки;  
**с) элементный состав;**

#### Открытые вопросы

1. Волновая природа рентгеновских лучей была установлена  
- *ответ: М. Лауэ*
2. Характеристические рентгеновские спектры атомов зависят от химического окружения?  
- *ответ: НЕТ*
3. Для какого рентгеновского излучения справедлив закон Мозли?  
- *ответ: Характеристического*

### ОПК-2

#### Закрытые вопросы

4. Рентгенофлуоресцентным методом можно определять начиная с  
**а) магния;**  
б) кальция;  
в) серы;  
г) железа;
5. Изменение материала анода рентгеновской трубки приводит к изменению  
а) параметра кристаллической решетки;  
б) кристаллографической текстуры;  
в) коэффициента полезного действия трубки;  
**г) характеристического рентгеновского спектра;**
6. Какие молекулы, из приведенных ниже, нельзя изучать методом ИК-спектроскопии  
**а) O<sub>2</sub>;**  
б) CO;  
с) NO;

д)  $\text{CH}_4$

## Открытые вопросы

1. Какой параметр кристаллической решетки позволяет определить метод Дебая - Шеррера  
- *ответ: межплоскостное расстояние*
2. Какая область оптического излучения была открыта в **1800** году английским астрономом **У.Гершелем**.  
- *ответ: Инфракрасная*
3. Открытие нейтрона в 1932 году принадлежит физики  
- *ответ: Чедвику*

## ОПК-3

### Закрытые вопросы

1. g-фактор спектроскопического расщепления для свободного электрона принимает значение, равное  
**а) 2,00232;**  
б) 2,0036;  
в) 2,00059;  
г) 2,00186;
2. ЭПР – спектроскопия...  
**а) позволяет определять структуры молекул и концентрации веществ, имеющих неспаренные электроны;**  
б) основана на взаимодействии внешних электронов с переменным магнитным полем;  
в) использует магнитный резонанс атомов, помещённых в поток рентгеновских лучей;  
г) основана на явлении резонанса ядер атомов.
3. Метод ЯМР...  
а) используют для анализа веществ, атомы которых имеют ядра с нечётным количеством протонов;  
**б) основан на взаимодействии ядер атомов, имеющими магнитный момент с постоянным магнитным полем;**  
в) позволяет измерять оптическую активность веществ;  
г) основан на анализе спектров люминесценции веществ в процессе ЯМР.

## Открытые вопросы

1. Расщепление энергетических уровней атомов и молекул в магнитном поле описывается эффектом  
- *ответ: Зеемана*
2. Явление электронного парамагнитного резонанса открыл  
- *ответ: Завойский*
3. Какой год считается годом открытия явления ЯМР  
- *ответ: 1945*
4. Можно ли ядра с четным числом протонов и нейтронов исследовать методом ЯМР  
- *ответ: НЕТ*