



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Химический факультет  
Кафедра неорганической химии**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физические методы исследования неорганических соединений**

**Образовательная программа**

Направления  
**04.03.01 – Химия**

Профиль подготовки

**Неорганическая химия и химия координационных соединений**

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

Форма обучения  
**очная**

Статус дисциплины  
**вариативная по выбору**

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины составлена в 2017 году в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления 04.03.01 «Химия» (уровень бакалавриата) от «12» марта 2015 г. №210.

Разработчик: кафедра неорганической химии,  
доктор химических наук, профессор Магомедбеков У.Г.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры неорганической химии от «14» 02 2017 г., протокол № 2.  
Зав. кафедрой Магомедбеков У.Г. Магомедбеков У.Г.

на заседании методической комиссии химического факультета от  
«17» 02 2017 г., протокол № 6.  
Председатель Гасангаджиева У.Г. Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением  
«    »                      2015 г. А.Г. Гасангаджиева А.Г. Гасангаджиева

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «**Физические методы исследования неорганических соединений**» входит в перечень дисциплин по выбору вариативной части образовательной программы направления **04.03.01 Химия**, профиль подготовки – **Неорганическая химия и химия координационных соединений**.

Дисциплина реализуется на химическом факультете Дагестанского государственного университета кафедрой неорганической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методологией физических методов исследования неорганических соединений, изучением современной аппаратуры и условий проведения эксперимента, а также овладением практических навыков использования методов для интерпретации экспериментальных результатов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-6, ОК-7, общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение лекционных, лабораторно-практических занятий и организацию самостоятельной работы студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля: текущей успеваемости – в форме собеседования, устного опроса, тестирования, проведения контрольных работ и коллоквиумов, промежуточной аттестации – в форме зачета.

Объем дисциплины составляет **2** зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия					Форма промежуточной аттестации
	в том числе					
	Контактная работа обучающихся с преподавателем				СРС	
	Всего	Из них				
Лекции		Лабор. занятия / практич. занятия	Консультации			
<b>8</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>зачет</b>

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Целью дисциплины** является ознакомление студентов с методологией важнейших для химиков физических методов исследования неорганических соединений, изучение современной аппаратуры и условий проведения эксперимента и овладение практическими навыками использования методов для интерпретации экспериментальных результатов.

Основными **задачами**, решаемыми в процессе изучения курса, являются приобретение обучающимися четких представлений о методах исследования строения и структуры неорганических соединений, формирование навыков по оптимальному выбору экспериментальных методов для решения поставленных научно-исследовательских задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «**Физические методы исследования неорганических соединений**» входит в перечень курсов по выбору вариативной части образовательной программы направления **04.03.01 – Химия**, профиль подготовки – **Неорганическая химия и химия координационных соединений**.

Курс строится на базе знаний по химическим и физическим дисциплинам, а также высшей математике, объём которых определяется программами химического образования в высшей школе.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС: выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<b>ОК-6</b>	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	<b>Знать:</b> принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов <b>Уметь:</b> эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности в коллективе. <b>Владеть:</b> приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими

		различные профессиональные задачи
<b>ОК-7</b>	способностью к самоорганизации и самообразованию	<p><b>Знать:</b> содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности.</p> <p><b>Владеть:</b> приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности.</p>
<b>ОПК-1</b>	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<p><b>Знать:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам.</p>
<b>ОПК-2</b>	владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	<p><b>Знать:</b> основы проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять стандартные приемы</p>

		<p>проведения химического эксперимента, основные синтезические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками проведения химического эксперимента, основными синтезическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</p>
<b>ОПК-4</b>	<p>способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <p>основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>навыками работы с научными и образовательными порталами; базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

**4.1.** Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

#### 4.2. Структура дисциплины

№	Наименование тем	Общая трудоемкость	Лек.	Лаб. Прак.	Сам.
<b>Модуль 1</b>					
1	Введение. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов.	8	2	2	4
2.	Инфракрасная спектроскопия	8	2	2	4

3.	Электронная спектроскопия и спектрофотометрия	10	2	2	6
4.	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.	10	2	2	6
	<i>Итого по модулю 1</i>	<b>36</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 2</b>					
5.	Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.	8	2	2	4
6.	Рентгеноструктурный анализ.	6	2	2	2
7.	Масс-спектрометрия.	8	2	2	4
8.	Люминесценция	8	2	2	4
9.	Атомно-силовая спектроскопия	6	2	2	2
	<i>Итого по модулю 2</i>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
	Зачет				
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>

### **4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам, разделам и модулям.**

#### **а) Лекционные занятия.**

##### **Модуль 1**

**4.3.1. Введение.** Введение. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов.

**4.3.2. Инфракрасная спектроскопия.** Теоретические основы метода Основные понятия. Двух- и многоатомные молекулы. Представление об анализе колебаний. Задачи, решаемые методами колебательной спектроскопии. Идентификация функциональных групп в различных соединениях методом ИК спектроскопии Понятие о групповых (характеристических) частотах Интерпретация ИК спектров Примеры задач, решаемых методами колебательной спектроскопии Техника эксперимента

**4.3.3. Электронная спектроскопия и спектрофотометрия.** Теоретические основы метода. Электромагнитное излучение и его характеристики. Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера -Ламберта-Бера. Спектр поглощения. Колебательная и вращательная структура спектральной полосы. Электронные переходы и их классификация. Правила отбора, сила осциллятора и интенсивность спектральных полос. Спектры неорганических ионов в растворах. Качественный и количественный анализ. Техника эксперимента.

**4.3.4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.** Теоретические основы метода. Магнитные свойства ядер. Явление ядерного магнитного резонанса. Релаксация. Спектрометр ЯМР Химические сдвиги магнитных ядер. Спектры ЯМР высокого разрешения Отнесение сигналов в

спектре  $^1\text{H}$ -ЯМР и расшифровка спектра. Количественный анализ с помощью спектроскопии ЯМР. Динамический ЯМР. Техника эксперимента.

## Модуль 2

**4.3.5. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.** Теоретические основы метода. Магнетизм электрона и ядер. Магнитные взаимодействия в парамагнитной частице с электронным спином  $S = \frac{1}{2}$ , содержащей ядра с магнитными моментами. Анизотропия зеемановского и диполь-дипольного взаимодействий. Форма линий в спектрах ЭПР неориентированных систем. Системы со спином  $S = 1$ .  $3d^n$ - ионы переходных металлов в конденсированной фазе. Техника эксперимента.

**4.3.6. Рентгеноструктурный анализ.** Природа рентгеновского излучения, методы его получения, Симметрия и сингонии кристаллов, пространственные группы, прямая и обратная решетка. Дифракция рентгеновских лучей кристаллами (по Лауэ и Брэггу), основные принципы и уравнения дифракции, методы получения дифракционной картины. Структурный фактор, структурная амплитуда, электронная плотность кристалла. Взаимосвязь структурной амплитуды и электронной плотности. Основные этапы рентгеноструктурного анализа монокристаллов. Техника эксперимента.

**4.3.7. Масс-спектрометрия.** Теоретические основы метода Основные понятия Изотопное распределение и точное значение массы Основные методы ионизации. Техника эксперимента. Основные характеристики и классификация масс-спектрометров. Детектирование ионов Применение масс-спектрометрии в аналитических целях Применение масс-спектрометрии в физико-химических исследованиях.

**4.3.8. Люминесценция.** Теоретические основы метода. Основные понятия. Возбужденные электронные состояния. Флуоресценция и фосфоресценция. Перенос энергии. Поляризация флуоресценции. Скорости переходов. Эффективность и время затухания флуоресценции. Тушение флуоресценции. Замедленная флуоресценция. Зависимость флуоресценции от температуры. Эффективность и время затухания фосфоресценции. Техника эксперимента.

**4.3.9. Атомно-силовая микроскопия.** Теоретические основы метода. Общие сведения. Сканирующая зондовая микроскопия. Метод атомно-силовой микроскопии.

## б) Лабораторные и практические занятия

### Модуль 1



**4.3.10. Введение.** Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов. Не спектральные методы исследования: дифракционные методы (рентгеноструктурный анализ, электронография, нейтронография), масс-спектрометрия, электрические и магнитные методы. Спектроскопические методы. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов, молекул и кристаллов. Классификация спектральных методов по длинам волн ( $\gamma$ -резонанс, рентгеновская, УФ, видимая, ИК, микроволновая, радиоспектроскопия), по природе переходов (ядерные, электронные, колебательные, вращательные спектры, ЯМР, ЭПР, ЯКР), по типу взаимодействия (спектры поглощения, испускания, рассеяния). Интеграция методов. (практическое занятие).

**4.3.11. Инфракрасная спектроскопия.** ИК-спектроскопическое изучение комплексных соединений de-элементов с аминокислотами. (лабораторная работа)

**4.3.12. Электронная спектроскопия и спектрофотометрия.** Определение констант скорости двух последовательных реакций замещения лигандов в комплексных соединениях хрома (лабораторная работа).

**4.3.13. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.** Определение термодинамических параметров кето-енольного равновесия в 1,3-дикетонах (практическая работа).

## Модуль 2

**4.3.14. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.** Определение количества парамагнитных центров и образце. ЭПР-дозиметрия ионизирующего излучения с использованием L- $\alpha$ -аланина (практическая работа).

**4.3.15. Рентгеноструктурный анализ.** Качественный рентгенофазовый анализ. Задачи, решаемые методом фазового анализа. Рентгеновская характеристика вещества, реперные линии. Методы проведения качественного фазового анализа. Чувствительность качественного фазового анализа. Факторы, влияющие на чувствительность фазового анализа. Базы данных рентгенограмм картотека ASTM (American Society for Testing Materials).

Получить диффрактограмму смеси двух неизвестных веществ, найти два набора межплоскостных расстояний, провести идентификацию соединений, из которых была приготовлена смесь (используя картотека ASTM) (лабораторная работа).

**4.3.16. Масс-спектрометрия.** Определение энергий появления ионов в масс-спектрометре с ионизацией электронным ударом (практическая работа)

**4.3.17. Люминесценция.** Комплексообразование в возбужденном электронном состоянии.(лабораторная работа)

**4.3.18. Атомно-силовая микроскопия.** Исследование топологии поверхности материалов методом сканирующей зондовой микроскопии(лабораторная работа).

### **5.Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование при проведении занятий по неорганической химии инновационных (объяснительно-иллюстративное обучение, предметно-ориентированное обучение, профессионально-ориентированное обучение, проектная методология обучения, организация самостоятельного обучения, интерактивные методы обучения) и традиционных (лекция-визуализация, лекция-презентация, компьютерные симуляции, лабораторная работа, самостоятельная работа) технологий обучения. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет не менее 30 % аудиторных занятий. Предполагается встреча с ведущими учеными республики.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к промежуточному и рубежному контролю;
- подготовка научных докладов и творческих работ.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра в виде:

- устного опроса (фронтального и индивидуального);
- тестирования;
- проведения письменной (контрольной) работы;
- проведения коллоквиума;

- написания и обсуждения реферата (творческого задания) на определенную тему.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
<b>ОК-6</b> пороговый уровень	<b>Знать:</b> принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов <b>Уметь:</b> эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности в коллективе. <b>Владеть:</b> приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи	Письменный опрос, устный опрос,
<b>ОК-7</b> пороговый уровень	<b>Знать:</b> содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности. <b>Владеть:</b> приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности.	Письменный опрос, устный опрос,
<b>ОПК-1</b> пороговый уровень	<b>Знать:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин. <b>Уметь:</b> использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач <b>Владеть:</b>	Письменный опрос, устный опрос,

	навыками использования полученных знаний теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	
<b>ОПК-2</b> пороговый уровень	<p><b>Знать:</b> основы проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять стандартные приемы проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций</p> <p><b>Владеть:</b> навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций</p>	Письменный опрос, собеседование,
<b>ОПК-4</b> пороговый уровень	<p><b>Знать:</b> основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить первичный поиск информации для решения профессиональных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с научными и образовательными порталами; базовыми навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований и представления их научному сообществу.</p>	Письменный опрос, собеседование,

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

### ОК-6

Схема оценки уровня формирования компетенции: «выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия»

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично

порогов ый	<b>Знать:</b> принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов	<b>Имеет</b> представление о принципах функционирования профессионального коллектива, о роли корпоративных норм и стандартов	<b>Знает</b> принципы функционировани я профессиональ ного коллектива, понимает роль корпоративных норм. но допуска ет отдельные неточности	<b>Знает</b> принципы функционирован ия профессио нального колле ктива, понимает роль корпорат ивных норм и стандартов
	<b>Уметь:</b> эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности в коллективе.	<b>Умеет</b> выполнять задачи профессиональной деятельности в коллективе, но допускает существен ные неточности	<b>Умеет</b> выполнять задачи профессиональ ной деятельности в коллективе, но допускает отдель ные неточности	<b>Умеет</b> эффектив но выполнять задачи профессиональ ной деятельности в коллективе.
	<b>Владеть:</b> приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи.	<b>Владеет</b> отдельными приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи	<b>Владеет</b> большинством приемов взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональны е задачи	<b>Владеет</b> приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональн ые задачи.

### ОК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать способностью к самоорганизации и самообразованию»:

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
порогов ый	<b>Знать:</b> содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации.	<b>Имеет</b> представление о принципах самоорганизации и самообразова ния, их особен ностей и технологий реализации.	<b>Знает</b> содержание процессов самоорганизации и самообразо вания, их особенностей и технологий реализации, но допускает отдельные неточности.	<b>Знает</b> содержание процессов самоорганиза ции и самообразо вания, их особенностей и технологий реализации.
	<b>Уметь:</b> планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов	<b>Умеет</b> планироват ь цели и устанавливать приоритеты при выборе способов	<b>Умеет</b> планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов	<b>Умеет</b> планирова ть цели и устанавливать приоритеты при выборе способов

	принятия решений с учетом условий, средств достижения осуществления деятельности.	принятия решений с учетом условий, средств достижения осуществления деятельности, но допускает серьезные неточности	принятия решений с учетом условий, средств достижения осуществления деятельности., но допускает отдельные неточности	принятия решений с учетом условий, средств достижения осуществления деятельности.
	<b>Владеть:</b> приемами самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации.	<b>Владеет</b> некоторыми приемами самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации	<b>Владеет</b> большинством приемов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации	<b>Владеет</b> приемами самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации.

### ОПК-1:

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач»;

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
пороговый	<b>Знать:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин.	<b>Имеет</b> общее представление о теоретических основах базовых химических дисциплин	<b>Знает</b> теоретические основы базовых химических дисциплин, но допускает отдельные неточности	<b>Знает</b> теоретические основы базовых химических дисциплин
	<b>Уметь:</b> использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<b>Умеет</b> применять полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач, но допускает ошибки при их применении.	<b>Умеет</b> полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач, но допускает незначительные ошибки при их применении.	<b>Умеет</b> применять полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

	<b>Владеть:</b> навыками использования полученных знаний теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	<b>Владеет</b> навыками использования полученных знаний теоретических основ фундаментальных разделов химии для решения отдельных задач	<b>Владеет</b> навыками использования полученных знаний теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении большинства задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	<b>Владеет</b> навыками использования полученных знаний теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач
--	---	---	--	--

### ОПК-2:

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен владеть навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций».

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
пороговый	<b>Знать:</b> основы проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций	<b>Имеет</b> общее представление об основах проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций	<b>Знает</b> основы проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций, но допускает отдельные неточности.	<b>Знает</b> основы проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций
	<b>Уметь:</b> выполнять стандартные приемы проведения	<b>Умеет</b> выполнять стандартные приемы проведения	<b>Умеет</b> выполнять стандартные приемы проведения	<b>Умеет</b> выполнять стандартные приемы проведения

	химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций	химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций, но допускает ошибки при их выполнении	химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций с небольшими замечаниями	химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций
	<b>Владеть:</b> навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	<b>Владеет</b> навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, но допускают ошибки	<b>Владеет</b> навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций с небольшими ошибками.	<b>Владеет</b> навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

#### ОПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности».

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
пороговый	<b>Знать:</b> основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.	<b>Имеет</b> общее представление об основных источниках информации для решения задач профессиональной сферы деятельности.	<b>Знает</b> основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности, но допускает отдельные неточности.	<b>Знает</b> основные источники информации для решения задач профессиональной сферы деятельности
	<b>Уметь:</b> проводить поиск информации для	<b>Умеет</b> проводить поиск информации для	<b>Умеет</b> проводить поиск информации для	<b>Умеет</b> проводить поиск информации для



	решения профессиональных задач.	решения профессиональных задач, но допускает ошибки	решения профессиональных задач с небольшими замечаниями	решения профессиональных задач.
	<b>Владеть:</b> навыками работы с научными и образовательными порталами; навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований.	<b>Владеет</b> навыками работы с научными и образовательными порталами; навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований, но допускают ошибки	<b>Владеет</b> навыками работы с научными и образовательными порталами; навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований с небольшими замечаниями.	<b>Владеет</b> навыками работы с научными и образовательными порталами; навыками применения стандартного программного обеспечения для обработки результатов исследований

### 7.3. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (сдачи зачета)

1. Введение. Общая характеристика и классификация методов исследования строения молекул и кристаллов.
2. Не спектральные методы исследования: дифракционные методы (рентгеноструктурный анализ, электронография, нейтронография), масс-спектрометрия, электрические и магнитные методы.
3. Спектроскопические методы. Спектры испускания, поглощения и рассеяния атомов, ионов, молекул и кристаллов.
4. Классификация спектральных методов по длинам волн ( $\gamma$ -резонанс, рентгеновская, УФ, видимая, ИК, микроволновая, радиоспектроскопия), по природе переходов (ядерные, электронные, колебательные, вращательные спектры, ЯМР, ЭПР, ЯКР), по типу взаимодействия (спектры поглощения, испускания, рассеяния).
5. Инфракрасная спектроскопия. Теоретические основы метода. Основные понятия. Представление об анализе колебаний. Задачи, решаемые методами колебательной спектроскопии.
6. Идентификация функциональных групп в различных соединениях методом ИК спектроскопии. Понятие о групповых (характеристических) частотах. Интерпретация ИК спектров
7. Электронная спектроскопия и спектрофотометрия. Теоретические основы метода. Электромагнитное излучение и его характеристики. Поглощение и рассеяние света. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
8. Спектр поглощения. Колебательная и вращательная структура спектральной полосы.
9. Электронные переходы и их классификация. Правила отбора, сила

осциллятора и интенсивность спектральных полос.

10. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Теоретические основы метода. Магнитные свойства ядер. Явление ядерного магнитного резонанса. Релаксация. Химические сдвиги магнитных ядер.
11. Спектры ЯМР высокого разрешения, отнесение сигналов в спектре  $^1\text{H}$ -ЯМР и расшифровка спектра. Количественный анализ с помощью спектроскопии ЯМР. Динамический ЯМР.
12. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Теоретические основы метода. Магнетизм электрона и ядер. Магнитные взаимодействия в парамагнитной частице с электронным спином  $S = \frac{1}{2}$ , содержащей ядра с магнитными моментами.
13. Анизотропия зеемановского и диполь-дипольного взаимодействий. Форма линий в спектрах ЭПР неориентированных систем. Системы со спином  $S = 1$ .  $3d^n$ - ионы переходных металлов в конденсированной фазе.
14. Рентгеноструктурный анализ. Природа рентгеновского излучения, методы его получения,
15. Симметрия и сингонии кристаллов, пространственные группы, прямая и обратная решетка. Дифракция рентгеновских лучей кристаллами (по Лауэ и Брэггу), основные принципы и уравнения дифракции, методы получения дифракционной картины.
16. Структурный фактор, структурная амплитуда, электронная плотность кристалла. Взаимосвязь структурной амплитуды и электронной плотности. Основные этапы рентгеноструктурного анализа монокристаллов.
17. Масс-спектрометрия. Теоретические основы метода. Основные понятия. Изотопное распределение и точное значение массы. Основные методы ионизации.
18. Применение масс-спектрометрии в аналитических целях и в физико-химических исследованиях.
19. Люминесценция. Теоретические основы метода. Основные понятия. Возбужденные электронные состояния.
20. Флуоресценция и фосфоресценция. Перенос энергии. Поляризация флуоресценции. Скорости переходов. Эффективность и время затухания флуоресценции.
21. Тушение флуоресценции. Замедленная флуоресценция. Зависимость флуоресценции от температуры. Эффективность и время затухания фосфоресценции.
22. Атомно-силовая микроскопия. Теоретические основы метода. Общие сведения. Сканирующая зондовая микроскопия. Метод атомно-силовой микроскопии.

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 70 % и промежуточного контроля – 30 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 25 баллов,
- письменная контрольная работа - 20 баллов,
- тестирование - 25 баллов.

Зачет сдают в устной или письменно-устной форме в виде ответов на задания; если понадобится, то задаются дополнительно контрольные вопросы (при необходимости уточнить оценку).

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса и демонстрацию способности самостоятельно анализировать вопросы применения и развития современной неорганической химии.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом

*Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценка по дисциплине не может быть выставлена.*

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:**

### **а) основная литература:**

1. Практикум по физической химии. Физические методы исследования: Уч пос. / под ред. М.Я. Мельникова, Е.П. Агеева, В.В. Лунина - М.: Академия, 2014
2. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии. – М.: Мир, 2006.
3. Никольский А. Б., Баличева Т. Г., Белорукова Л. П. Физические методы исследования неорганических веществ / Под ред. А.Б. Никольского– М.: Академия, 2006.
4. Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 398 с.

5. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия. –М.: Высш. шк., 1987.
6. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии резонансные и электрооптические методы.- М.: Высш. шк., 1989.
7. Драго Р. Физические методы в химии. В 2-х т. Т.1,2. – М.: Мир, 1981.
8. Иоффе Б.Б., Костиков Р.Р., Разин В.В. Физические методы определения строения органических соединений. – М.: Высш. шк., 1984.
9. Казицына Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопии в органической химии.-М.: Высш. шк., 1971.

#### б) Дополнительная литература

1. Хьюи Дж. Неорганическая химия. Строение и реакционная способность. – М.: Химия, 1987.
2. Каррингтон А., Мак-Лечлан Э. Магнитный резонанс и его применение в химии. –М.: Мир, 1970.
3. Тюлин В.И. Колебательные и вращательные спектры многоатомных молекул.- М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987.
4. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений В 2-х ч. Ч.1,2. Пер. с англ. - М.: Мир, 1987

#### 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование <http://www.window.edu.ru>

Образовательный ресурс по химии **himhelp.ru**<http://www.himhelp.ru/>

Каталог образовательных интернет-ресурсов<http://www.edu.ru/>

Химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/>

Портал фундаментального Химического образования **XuMuK**<http://www.chemnet.ru>.

Химические серверы ChemWeb, ChemExpress Online, ChemNet.com <http://www.Himhelp.ru>

Сайт по химии **ХиМик.ru** <http://www.xumuk.ru/>

Все о химии **Ximia.org**<http://www.ximia.org/>

Различные материалы по химии и смежным наукам **alhimikov.net**<http://www.alhimikov.net/>

Химическая информационная сеть. Химический факультет МГУ <http://www.chem.msu.su/>

Электронная библиотека по химии и технике <http://www.rushim.ru/books/books.htm>

Книги по химии **gigapedia**<http://gigapedia.com/>

Журналы по естественно-научным дисциплинам **Oxford Journals. Life Sciences**<http://www.oxfordjournals.org/>

Химическая наука и образование в России <http://www.chem.msu.su/rus/>

Научная электронная библиотека **eLIBRARY** <http://elibrary.ru>  
Естественно-научный образовательный портал <http://www.en.edu.ru/>  
Химическая энциклопедия <http://www.chemport.ru>  
Отделение химии и наук о материалах РАН <http://www.chem.ras.ru/>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению программы**

Учебный материал по дисциплине дается на лекциях, практических занятиях и прорабатывается в ходе самостоятельной работы.

На лекциях систематически и последовательно излагается материал теоретического характера. Основное внимание при этом уделяется рассмотрению основных (опорных) понятий и теоретических основ молекулярной спектроскопии. При подготовке к лекции целесообразно прочитать материал лекции по любому из рекомендованных в списке литературы учебников. Это существенно помогает продуктивно воспринимать материал лекции и хорошо его законспектировать. После лекции студентам рекомендуется внимательно проработать написанный конспект лекции, непонятые места попытаться уяснить с помощью учебников. Если обучающиеся не могут самостоятельно найти ответы на возникшие вопросы, можно обратиться к лектору или преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику, и они имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления. В процессе выполнения практических работ для систематизации основных положений рекомендуется составление конспектов. Необходимо обратить внимание обучающихся на выполнение предусмотренных программой заданий в соответствии с тематическим планом, выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам от преподавателей, проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов по отдельным вопросам изучаемой темы.

Самостоятельная работа студентов способствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формированию навыков исследовательской работы и ориентированию студентов на умение применять теоретические знания на практике. Поэтому только постоянная, систематическая самостоятельная работа обучающихся будет способствовать нормальному усвоению знаний. Формы и виды самостоятельной работы студентов, а также формы их контроля представлены в разделе 6. Результаты самостоятельной работы студентов учитываются при аттестации студента (при сдаче зачета).

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая**

**перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

**При проведении занятий используются:**

**а) технические средства:**

компьютерная техника и средства связи (проектор, экран, видеокамера), проводится компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов, информационные справочные системы, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных учебной рабочей программой.

**б) программные системы:**

операционные системы MicrosoftWindowsXP, MicrosoftVista;

поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo;

специализированное программное обеспечение СДО Moodle, SunRAVBookOfficePro, SunRAVTestOfficePro;

программное обеспечение по химии <http://www.mdli.com>;

химическое программное обеспечение  
<http://www.acdlabs.com/download/>;

программное обеспечение по химии. CambridgeSoft (ChemOffice);

модели молекул TORVSRResearchTeam: MolecularModels; визуализация молекул (более 175000 трехмерных молекулярных моделей с возможностью поиска) [onlineGIF/PNGcreatorforchemicalstructures](http://onlineGIF/PNGcreatorforchemicalstructures);

рисование лабораторного оборудования [TheGlasswareGallery](http://TheGlasswareGallery)

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованные учебные аудитории для проведения **лекционных и практических занятий**, помещения для **лабораторных работ** на группу студентов из 12 человек и **вспомогательное помещение** для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещения для лекционных и практических занятий укомплектованы комплектами электропитания ИЧЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).