

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Молекулярная спектроскопия координационных соединений**

Кафедра неорганической химии и химической экологии  
химический факультет

Образовательная программа  
04.04.01. – Химия

Профиль подготовки  
Неорганическая химия и химия силикатных материалов

Уровень высшего образования  
магистратура

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору

Махачкала 2021

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная спектроскопия координационных соединений» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01. - Химия от «13» июля 2017г. №655

Разработчик: кафедра неорганической химии и химической экологии, Гасангаджиева У.Г., к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии  
от «16» 01 2021г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «14» 02 2021г., протокол № 6

Председатель  Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением « 03 » 03 2021г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Молекулярная спектроскопия координационных соединений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору ОПОП магистратуры по направлению подготовки 04.04.01. – Химия.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой неорганической химии и химической экологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с использованием таких современных методов, как электронная (в ультрафиолетовой (УФ-) и видимой областях), инфракрасная (ИК-) спектроскопия, и спектроскопия комбинационного рассеяния (КР-спектроскопия), ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) для исследования электронного строения, стереохимии и свойств координационных соединений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-3, профессиональных – ПК-1, 2, 3, 4, 5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение лекционных, лабораторных 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 экзамена.

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, в том числе 144 академических часов по видам учебных занятий:

| Семестр | Учебные занятия |  |          |                      |                      |  |     | СРС, в том числе экзамен | Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) |              |
|---------|-----------------|--|----------|----------------------|----------------------|--|-----|--------------------------|---|--------------|
|         | в том числе:    |  |          |                      |                      |  |     |                          |   |              |
|         | всего           | Контактная работа обучающихся с преподавателем |          |                      |                      |  | КСР |                          |   | консультации |
|         |                 | всего  | Лекции и | Лабораторные занятия | Практические занятия |  |     |                          |   |              |
| 4       | 144             | 90   | 36       | 54                   |                      |  | 54  | экзамен                  |   |              |

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: рассмотрение возможностей основных методов молекулярной спектроскопии при изучении электронного строения, стереохимии и свойств координационных соединений.

Основной задачей, решаемой в процессе изучения курса, является приобретение обучающимися четких представлений о возможностях основных спектроскопических методов, используемых при исследовании координационных соединений.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Молекулярная спектроскопия координационных соединений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, является дисциплиной по выбору ОПОП магистратуры по направлению 04.04.01 - Химия.

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).

| Код и наименование компетенции из ФГОС ВО   | Код и наименование индикатора достижения компетенций   | Планируемые результаты обучения  | Процедура освоения             |
|---|--|--|--------------------------------|
| <b>ОПК-3</b> Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности   | <b>ОПК-3.1.</b> Владеет навыками применения методов информационно - коммуникативных технологий и современных расчетно-моделирующих программ для решения профессиональных задач | <b>Знает:</b> вычислительные методы и программы для решения задач неорганической химии<br><b>Умеет:</b> пользоваться методами информационно-коммуникационных технологий для решения задач неорганической химии и материаловедения<br><b>Владеет:</b> современными расчетно-моделирующими программами для неорганических реакций и материаловедения | Устный опрос, письменный опрос |
| <b>ПК-1.</b> Способен определять стратегию проведения реакции и ее результат (состав продуктов и их структуру, возможность оптимизации процесса и т.п.) на основе теоретических знаний в области неорганической химии | <b>ПК-1.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий   | <b>Знает:</b> стратегию проведения реакций неорганической химии<br><b>Умеет:</b> составлять общий план проведения реакций включая отдельные стадии реакций<br><b>Владеет:</b> навыками проведения реакций в неорганической химии   | Устный опрос, письменный опрос |
|   | <b>ПК-1.2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов                    | <b>Знает:</b> экспериментальные методы проведения реакций<br><b>Умеет:</b> проводить расчетно-теоретические исследования<br><b>Владеет:</b> навыками оптимизации имеющихся материальных и временных ресурсов   | Устный опрос, письменный опрос |
| <b>ПК-2</b> Способен самостоятельно оптимизировать условия проведения конкретного процесса исходя из базовых  | <b>ПК-2.1.</b> Выбирает оптимальный вариант синтеза целевого продукта из набора возможных  | <b>Знает:</b> методы проведения конкретных реакций с учетом механизмов<br><b>Умеет:</b> учитывать механизмы и другие факторы определяющие выход целевого продукта  | Устный опрос, письменный опрос |

|   |   |   |                                |
|---|---|---|--------------------------------|
| теоретических преставлений о механизме реакции и факторах, определяющих реакционную способность   |   | <b>Владеет:</b> навыками выбора оптимального варианта синтеза   |                                |
|   | <b>ПК-2.2.</b> Оптимизирует условия получения целевого продукта на основании существующих методик   | <b>Знает:</b> реакционную способность типовых реагентов в органической химии<br><b>Умеет:</b> использовать оптимальные методы синтеза<br><b>Владеет:</b> методиками получения целевого продукта с максимальным выходом  | Устный опрос, письменный опрос |
| <b>ПК-3</b> Способен использовать фундаментальные понятия неорганической химии и основные теоретические подходы к изучению механизмов реакций при решении задач профессиональной деятельности | <b>ПК-3.1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными                     | <b>Знает:</b> фундаментальные понятия неорганической химии и материаловедения<br><b>Умеет:</b> изучать механизмы реакций органических соединений в ходе НИР и НИОКР<br><b>Владеет:</b> методами систематизации информации и сопоставления с литературными данными | Устный опрос, письменный опрос |
|   | <b>ПК-3.2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов                        | <b>Знает:</b> теоретические основы протекания неорганических реакций<br><b>Умеет:</b> выбирать направления развития работ и перспективы практического применения<br><b>Владеет:</b> методикой поиска теоретических данных   | Устный опрос, письменный опрос |
| <b>ПК-4</b> Способен использовать современные физико-химические методы анализа для интерпретации результатов неорганического синтеза и материаловедения                                       | <b>ПК-4.1.</b> Готовит материалы информационного и рекламного характера о научной, производственной и образовательной деятельности организации      | <b>Знает:</b> современные физико-химические методы анализа<br><b>Умеет:</b> пользоваться методами анализа и подготовки полученного материала в виде информационно-рекламного материала<br><b>Владеет:</b> методами интерпретации полученных результатов анализа   | Устный опрос, письменный опрос |
|   | <b>ПК-4.2.</b> Собирает информацию о проводимых конкурсах на финансирование научных исследований в области неорганической химии                     | <b>Знает:</b> возможности использования полученной информации для конкурсов<br><b>Умеет:</b> составлять заявки для финансирования научных исследований<br><b>Владеет:</b> методикой сбора и анализа информации  | Устный опрос, письменный опрос |
|   | <b>ПК-4.3.</b> Готовит вспомогательную документацию для участия в конкурсах (грантах) на финансирование научной деятельности в неорганической химии | <b>Знает:</b> вспомогательную документацию о конкурсах, грантах и т. д.<br><b>Умеет:</b> готовить вспомогательную документацию<br><b>Владеет:</b> навыками составления и продвижения конкурсной документации  | Устный опрос, письменный опрос |
| <b>ПК-5</b> Способен интерпретировать результаты эксперимента и теоретических расчетов, применяя их при решении практических задач в области  | <b>ПК-5.1.</b> Интерпретирует результаты неорганического синтеза с использованием результатов физико-химического анализа полученных веществ         | <b>Знает:</b> методы интерпретации эксперимента для решения практических задач органической химии<br><b>Умеет:</b> интерпретировать результаты синтеза по физико-химическим данным анализа<br><b>Владеет:</b> методами интерпретации результатов для решения      | Устный опрос, письменный опрос |

|                      |   |   |                                |
|----------------------|---|---|--------------------------------|
| неорганической химии |   | практических задач  |                                |
|                      | <b>ПК-5.2.</b> Использует знание теоретических основ физико-химических методов анализа при выборе способов изучения строения и структуры органических веществ | <b>Знает:</b> теоретические основы физико-химических методов анализа<br><b>Умеет:</b> выбирать методы изучения строения и структуры органических веществ<br><b>Владеет:</b> методами физико-химического анализа | Устный опрос, письменный опрос |

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

**4.1.** Объем дисциплины составляет **3** зачетных единицы, **108** академических часов.

#### 4.2. Структура дисциплины

| № п/п | Разделы и темы дисциплины                   | Семестр | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                      |                       | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|---------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|---|
|       |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные занятия | Контроль самост. раб. |                        |   |
|       | <b>Модуль 1.</b>                            |         |  |                      |                      |                       |                        |   |
| 1     | Введение в молекулярную спектроскопию       | 4       | 4  |                      | 4                    |                       | 2                      | Устный опрос  |
| 2     | Электронная спектроскопия                   | 4       | 6  |                      | 12                   |                       | 8                      | Устный опрос  |
|       | <i>Итого по модулю 1:</i>                   |         | <b>10</b>  |                      | <b>16</b>            |                       | <b>10</b>              | Коллоквиум  |
|       | <b>Модуль 2.</b>                            |         |  |                      |                      |                       |                        |   |
| 1     | Колебательная спектроскопия                 | 4       | 6  |                      | 10                   |                       | 2                      | Устный опрос  |
| 2     | Электронный парамагнитный резонанс          | 4       | 6  |                      | 10                   |                       | 2                      | Устный опрос  |
|       | <i>Итого по модулю 2:</i>                   |         | <b>12</b>  |                      | <b>20</b>            |                       | <b>4</b>               | Коллоквиум  |
|       | <b>Модуль 3.</b>                            |         |  |                      |                      |                       |                        |   |
| 1.    | Ядерный магнитный резонанс                  | 4       | 8  |                      | 8                    |                       | 2                      | Устный опрос  |
| 2     | Химический сдвиг. Шкалы химических сдвигов. | 4       | 6  |                      | 10                   |                       | 2                      |   |
|       | <i>Итого по модулю 3:</i>                   |         | <b>14</b>  |                      | <b>18</b>            |                       | <b>4</b>               | Коллоквиум  |
|       | <b>Модуль 4. Подготовка экзамену</b>        |         |  |                      |                      |                       |                        |   |
|       | Подготовка к экзамену                       | 4       |  |                      |                      |                       | 36                     | Экзамен   |
|       | <i>Итого по модулю 4</i>                    |         |  |                      |                      |                       | <b>36</b>              | <b>Экзамен</b>  |
|       | <b>ИТОГО:</b>                               |         | <b>36</b>  |                      | <b>54</b>            |                       | <b>54</b>              | <b>Экзамен</b>  |

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

#### **4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.**

##### **Модуль 1**

**1. Введение в молекулярную спектроскопию.** Предмет и метод молекулярной спектроскопии. Сущность взаимодействия излучения с веществом. Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом. Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы как результат различных типов внутриатомных или внутримолекулярных взаимодействий, определяющих спектральную область. Физический смысл параметров спектров поглощения.

**2. Электронная спектроскопия.** Спектры поглощения. Электронное состояние молекул. Условия возникновения спектра. Правила отбора.

Классификация электронных переходов.

Многоэлектронные атомы (ионы). Атомные термы. Теория кристаллического поля. Закономерности расщепления АО в кристаллических полях разной симметрии и силы. Электронные спектры комплексов d-элементов. Диаграммы Орбеля, Танабе-Сугано. Слабые и сильные поля. Спектрохимический ряд. Теория поля лигандов. Полосы переноса заряда.

Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе, исследование процесса комплексообразования, определения состава комплексов и их констант образования, изучения кинетики химических реакций.

##### **Модуль 2**

**3. Колебательная спектроскопия.** Колебания многоатомных молекул. Условия появления инфракрасных (ИК) спектров и спектров комбинационного рассеяния (КР). Симметрия нормальных колебаний и правила отбора. Классификация колебательных полос. Характеристичность колебаний и структурно-групповой анализ. Особенности колебательных спектров неорганических молекул и ионов, координационных соединений.

**4. Электронный парамагнитный резонанс.** Физические основы метода. Условия возникновения резонанса. Правила отбора. Релаксация. Представление спектра ЭПР, физический смысл параметров спектра ЭПР. Положение, интенсивность, ширина и форма линий. Анизотропия g-фактора. Спектры ЭПР радикалов с одним неспаренным электроном. Спектры ЭПР катионов переходных металлов. Комплексы с различными конфигурациями центрального атома. Тонкая структура спектров ЭПР. Природа сверхтонкого взаимодействия (СТВ). Константы СТВ. Применение ЭПР в координационной химии.

##### **Модуль 3**

**5. Ядерный магнитный резонанс.** Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Условие ядерного магнитного резонанса. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала. Характеристика атомов по ядерным спинам.

Взаимодействие ядерного спина с внешним магнитным полем. ЯМР различных ядер.

**6. Химический сдвиг. Шкалы химических сдвигов.** Внутримолекулярные факторы, влияющие на химический сдвиг. Спин-спиновое взаимодействие (ССВ): число компонентов, константы ССВ, относительная интенсивность компонентов мультиплета. Двойной резонанс. Особенности ЯМР на ядрах  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{195}\text{Pt}$ . Идентификация веществ по спектрам ЯМР, определение структуры, изучение механизмов и кинетики реакций.

#### **4.3.2. Темы лабораторных занятий (лабораторный практикум)**

##### **Модуль 1**

##### **1. Введение в молекулярную спектроскопию.**

Предмет и метод молекулярной спектроскопии. Взаимодействие излучения с веществом. Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы. Физический смысл параметров спектров поглощения.

##### **2. Электронная спектроскопия.**

Спектры поглощения. Условия возникновения спектра. Правила отбора. Классификация электронных переходов. Теория кристаллического поля. Электронные спектры комплексов d-элементов. Диаграммы Орбиталя, Танабе-Сугано. Слабые и сильные поля. Спектрохимический ряд. Теория поля лигандов. Полосы переноса заряда. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализах, исследование процесса комплексообразования.

##### **Модуль 2**

##### **3 Колебательная спектроскопия**

Условия появления колебательных (ИК и КР) спектров. Симметрия нормальных колебаний и правила отбора.

Классификация колебательных полос. Характеристичность колебаний и структурно-групповой анализ.

Колебательные спектры неорганических молекул и ионов, координационных соединений.

##### **4. Электронный парамагнитный резонанс**

Представление спектра ЭПР, физический смысл параметров спектра ЭПР. Положение, интенсивность, ширина и форма линий. Анизотропия g-фактора.

Спектры ЭПР радикалов с одним неспаренным электроном, катионов переходных металлов, комплексов с различными конфигурациями центрального атома. Применение ЭПР в координационной химии.

##### **Модуль 3**

##### **5. Ядерный магнитный резонанс**

Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Условие ядерного магнитного резонанса. Характеристика атомов по ядерным спинам.

Взаимодействие ядерного спина с внешним магнитным полем. ЯМР различных ядер.

#### **6. Химический сдвиг. Шкалы химических сдвигов.**

Внутримолекулярные факторы, влияющие на химический сдвиг.

Особенности ЯМР на ядрах  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{195}\text{Pt}$ .

Идентификация веществ по спектрам ЯМР, определение структуры, изучение механизмов и кинетики реакций.

### **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 к экзамену.

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

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

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

## 7.1. Типовые контрольные задания

### Примерные контрольные задания

#### Модуль 1

1. Предмет и метод молекулярной спектроскопии. Взаимодействие излучения с веществом.
2. Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы. Физический смысл параметров спектров поглощения.
3. Электронная спектроскопия. Спектры поглощения. Условия возникновения спектра. Правила отбора. Классификация электронных переходов.
4. Теория кристаллического поля. Электронные спектры комплексов d-элементов.
5. Диаграммы Орбиталя, Танабе-Сугано. Слабые и сильные поля. Спектрохимический ряд.
6. Теория поля лигандов. Полосы переноса заряда.
7. Применение электронных спектров поглощения в качественном, структурном и количественном анализе, исследовании процесса комплексообразования.

#### Модуль 2

1. Колебательная спектроскопия. Условия появления колебательных (ИК и КР) спектров. Симметрия нормальных колебаний и правила отбора.
2. Классификация колебательных полос. Характеристичность колебаний и структурно-групповой анализ.
3. Колебательные спектры неорганических молекул и ионов, координационных соединений.
4. Электронный парамагнитный резонанс. Представление спектра ЭПР
5. Физический смысл параметров спектра ЭПР. Положение, интенсивность, ширина и форма линий. Анизотропия g-фактора.
6. Спектры ЭПР радикалов с одним неспаренным электроном, катионов переходных металлов, комплексов с различными конфигурациями центрального атома.
7. Применение ЭПР в координационной химии.

#### Модуль 3

1. Ядерный магнитный резонанс. Физические основы явления ядерного магнитного резонанса. Условие ядерного магнитного резонанса.
2. Характеристика атомов по ядерным спинам. Взаимодействие ядерного спина с внешним магнитным полем. ЯМР различных ядер.
3. Химический сдвиг. Шкалы химических сдвигов. Внутримолекулярные факторы, влияющие на химический сдвиг.
4. Особенности ЯМР на ядрах  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{195}\text{Pt}$ .
5. Идентификация веществ по спектрам ЯМР, определение структуры, изучение механизмов и кинетики реакций.

#### Контрольные вопросы

1. Предмет и метод молекулярной спектроскопии. Сущность взаимодействия излучения с веществом.

2. Природа электромагнитного излучения, различные типы его взаимодействия с веществом. Электронные, колебательные, вращательные, спиновые и ядерные переходы.
3. Физический смысл параметров спектров поглощения.
4. Спектры поглощения. Условия возникновения спектра. Правила отбора. Классификация электронных переходов.
5. Многоэлектронные атомы (ионы). Атомные термы.
6. Теория кристаллического поля. Закономерности расщепления АО в кристаллических полях разной симметрии и силы.
7. Электронные спектры комплексов d-элементов. Диаграммы Оргела, Танабе-Сугано. Слабые и сильные поля.
8. Спектрохимический ряд. Теория поля лигандов.
9. Полосы переноса заряда.
10. Применение электронных спектров поглощения для исследования координационных соединений.
11. Колебания многоатомных молекул. Условия появления инфракрасных (ИК) спектров и спектров комбинационного рассеяния (КР).
12. Симметрия нормальных колебаний и правила отбора. Классификация колебательных полос.
13. Характеристичность колебаний и структурно-групповой анализ.
14. Особенности колебательных спектров неорганических молекул и ионов, координационных соединений.
15. Физические основы метода ЭПР. Условия возникновения резонанса. Правила отбора. Релаксация.
16. Представление спектра ЭПР, физический смысл параметров спектра ЭПР. Положение, интенсивность, ширина и форма линий. Анизотропия g-фактора.
17. Спектры ЭПР радикалов с одним неспаренным электроном.
18. Спектры ЭПР катионов переходных металлов.
19. Комплексы с различными конфигурациями центрального атома. Тонкая структура спектров ЭПР.
20. Применение ЭПР в координационной химии.
21. Физические основы явления ядерного магнитного резонанса.
22. Условие ядерного магнитного резонанса. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы и ширина сигнала.
23. Характеристика атомов по ядерным спинам. Взаимодействие ядерного спина с внешним магнитным полем. ЯМР различных ядер.
24. Химический сдвиг. Шкалы химических сдвигов. Внутримолекулярные факторы, влияющие на химический сдвиг.
25. Спин-спиновое взаимодействие (ССВ): число компонентов, константы ССВ, относительная интенсивность компонентов мультиплета. Двойной резонанс.
26. Идентификация веществ по спектрам ЯМР, определение структуры, изучение механизмов и кинетики реакций.

## **7.2. 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 - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий (допуск, выполнение, сдача работ) – 60 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

*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. Киселев, Юрий Михайлович. Химия координационных соединений: учеб. пособие для вузов / Киселев, Юрий Михайлович, Н. А. Добрынина. - М. : Академия, 2007. - 344 с. - Допущено УМО. - ISBN 978-5-7695-3050-0 : 385-00
2. Кукушкин Ю.А. Химия координационных соединений. – М.: Высшая школа, 1985
3. Киселев Ю. М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. Москва, Изд. Центр Академия, 2007.
4. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений, М.: Высшая школа, 1990, С.433

б) дополнительная литература.

5. Вилков, Л.В. Физические методы исследования в химии: Структурные методы и оптическая спектроскопия: [учеб. для хим. спец. вузов] / Вилков, Лев Васильевич, Ю. А. Пентин. - М. : Высш. шк., 1987. - 366,[1] с. : ил. ; 23 см. - Библиогр.: с. 356-358. - Предм. указ.: с. 359-364. - 1-20.
6. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. – Л.: Химия, 1986.
7. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений. В 2-х частях. – М.: Мир, 1987
8. Неёлова О.В. Химия координационных соединений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Неёлова О.В., Кубалова Л.М.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2017.— 75 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73347.html> .— ЭБС «IPRbooks»
- 9.

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

**Электронные учебные ресурсы:**

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон.б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.

– Яз. рус., англ.

2. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный

3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/>.

4. <https://ibooks.ru/>

5. [www.book.ru/](http://www.book.ru/)

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

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

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

Подготовка магистров к занятиям, а также выполнение самостоятельной работы заключается в чтении рекомендуемой литературы, подготовке к лабораторным занятиям и написания контрольной работы. При выполнении самостоятельной работы рекомендуется регулярное повторение пройденного материала, использование сведений по дисциплине, полученные из соответствующих интернет-источников. Для полного освоения материала, в котором встречаются много новых понятий и терминов необходимо строго посещать лекции, лабораторные занятия и своевременно выполнять все задания преподавателя.

Содержание тем, предназначенных для самостоятельного изучения, можно найти в списках основной литературы и дополнительной литературы.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке вспомогательной литературы.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы с проведением поиска информации в различных поисковых системах, а также пользоваться специализированными сайтами научной литературы по материаловедению доступных с IP-адресов компьютеров, подключенных к локальной сети. При подготовке к итоговой контрольной работе и зачету необходимо тщательно изучить весь материал, который давался на лекциях и лабораторных работах, а также изучить вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения с использованием рекомендованной литературы.

## **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 Microsoft Windows XP, Microsoft Vista;

поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo;

специализированное программное обеспечение СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro;

программное обеспечение по химии. Пакет офисных приложений OfficeStd 2016 RUS OLP NL Acdmc, Контракт №219-ОА от 19.12.2016 г. с ООО «Фирма АС»..

Acrobat Professional 9 Academic Edition и Acrobat Professional 9 DVD Set Russian Windows ГК №26-ОА от «07» декабря 2009 г

## **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 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 ЩЭ (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).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по неорганической химии. Материально-технические средства для проведения лабораторного практикума по дисциплине неорганическая химия включает в себя: специальное оборудование (комплект электропитания ЩЭ, водоснабжение), лабораторное оборудование (лабораторные весы типа ВЛЭ 250 и ВЛЭ 1100,

кондуктометр, термометры, рН-метры, печи трубчатая и муфельная, сушильный шкаф, устройство для сушки посуды, дистиллятор, очки защитные, колбонагреватели, штативы лабораторные, штативы для пробирок), Лабораторная посуда (Стаканы (100, 250 и 500 мл), колбы конические (100 мл), колбы круглодонные (250 мл) колбы плоскодонные (100, 250 и 500 мл), колбы Вюрца (250 и 100 мл), цилиндры мерные (100, 25 и 50 мл), воронки капельные, химические, воронки для хлора, воронки Мюнке, промывалки, U-образные трубки, реакционные трубки, фарфоровые чашки, тигли фарфоровые, холодильники прямой, обратный, воронки лабораторные, дефлегматоры), специальная мебель и оргсредства (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, мультимедиа проектор (переносной) с ноутбуком, экран, стол преподавателя, стул-кресло преподавателя, столы лабораторные прямоугольного профиля с твердым химическим и термически стойким покрытием, табуреты, вытяжные шкафы лабораторные, мойка).

При проведении занятий используется учебное и лабораторное оборудование: Атомно-абсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр UV-3600 с интегрирующей сферой LISR-3100, UV-3600, Япония; Многоцелевой экспериментальный масс-спектрометрический комплекс ЭМК, Россия; Рентген-флуоресцентный спектрометр EDX-800 HS, Япония; ИК-Фурье спектрометр ИнфраЛИОМ ФТ-02, Россия; Спектрофлуориметр F-700, Япония; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Спектрометрический комплекс МДР-41 в комплекте с азотным проточным криостатом OptCryo198, Россия; Микроволновая система минерализации проб под давлением, TOPwaveIV, AnalytikJena, Германия; Система капиллярного электрофореза, Капель-105М, ЛЮМЕКС, Санкт-Петербург; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2-FMC-50, Waters, США; Хромато-масс-спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США.