



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

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

**Химический факультет
Кафедра неорганической химии**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Молекулярная спектроскопия координационных соединений

Образовательная программа
04.04.01 Химия

Профиль подготовки
Неорганическая химия

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины:
вариативная по выбору

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины «**Молекулярная спектроскопия координационных соединений**» составлена в 2016 и переработана в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратура) от «23» сентября 2015 г. №1042.

Разработчик: кафедра неорганической химии,
зав. кафедрой д.х.н., профессор Магомедбеков У.Г.

Программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры неорганической химии
от «14» февраля 2017 г., протокол № 7

Зав. кафедрой У.Магомедбеков Магомедбеков У.Г.

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «17» февраля 2017 г., протокол № 6.

Председатель Уасильева Гасангаджиева У.Г.

Программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением.

«24» 04 2017 г. Шо

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Молекулярная спектроскопия координационных соединений» входит в вариативную часть дисциплины по выбору образовательной программы направления **04.04.01 Химия**, профиль **Неорганическая химия**, уровень **магистратура**.

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

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-1, ОПК-2, профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-3.

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 **3** зачетных единицы, в том числе **108** в академических часах по видам учебных занятий:

Семестр	Учебные занятия				СРС	Форма промежуточной аттестации
	в том числе					
	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Консультации		
	Всего	Из них				
		Лекции	Лабор. занятия / практич. занятия			
2	108	16	18		74	зачет

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 «**Электронное строение координационных соединений**» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению **04.04.01 Химия**, профиль **Неорганическая химия** и является дисциплины по выбору.

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	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-1	способность использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	Знать: теоретические основы традиционных и новых разделов химии. Уметь: использовать теоретических основ химии при решении профессиональных задач. Владеть: навыками применения теоретических основ химии при решении профессиональных задач.
ОПК-2	владение современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче	Знать: современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности. Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-

	научной информации	теоретические методы исследования. Владеть: современными компьютерными технологиями, навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности.
ПК-1	способность проводить научные исследования, самостоятельно составлять план исследования и получать новые научные и прикладные результаты	Знать: методы проведения научных исследований по сформулированной тематике. Уметь: проводить научные исследования, в том числе в междисциплинарных областях, самостоятельно составлять план исследования. Владеть: навыками получения новых научных и прикладных результатов, анализа и обобщения результатов эксперимента.
ПК-2	владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии	Знать: теорию и практические аспекты избранной области химии Уметь: Проводить научные исследования в избранной области химии. Владеть: навыками практической работы в избранной области химии.
ПК-3	готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Знать: принципы работы применяемой для исследований аппаратуры. Уметь: использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований. Владеть: навыками практической работы на современной аппаратуре при проведении научных исследований.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

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

4.2. Структура дисциплины

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в час)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации
			Всего	Лек	Практ	СРС	
Модуль 1 Введение в молекулярную спектроскопию							
1.	Введение в молекулярную спектроскопию	I-II	6	2	0	4	Опрос
2.	Электронная спектроскопия	III-VI	12	2	4	10	Опрос
3.	Колебательная спектроскопия	VII-IX	12	2	6	10	Контр. работа
	<i>Итого по модулю 1</i>		36	6	10	20	Коллоквиум
Модуль 2 Методы спектрального анализа ЭПР							
4.	Электронный парамагнитный резонанс	X - XII	36	4	4	28	Контр. работа
	<i>Итого по модулю 1</i>		36	4	4	28	Коллоквиум
Модуль 3 Методы спектрального анализа ЯМР							
5.	Ядерный магнитный резонанс	XIII-XV	36	6	4	26	Контр. работа
	<i>Итого по модулю 2</i>		36	6	4	26	Коллоквиум
	<i>Всего за семестр</i>		108	16	18	74	зачет

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

а) Лекционные занятия.

Модуль I Введение в молекулярную спектроскопию

4.3.1. 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.

4.3.2. 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 Оргела, 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, определения состава комплексов и их констант образования, изучения кинетики химических реакций.

4.3.3. 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.

Модуль 2. Методы спектрального анализа ЭПР

4.3.4. 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. Методы спектрального анализа ЯМР

4.3.5. 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. 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}C , ^{19}F , ^{31}P , ^{59}Co , ^{195}Pt .

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

б) Практические занятия

Модуль 1. Введение в молекулярную спектроскопию

4.3.6. 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.

4.3.7. 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 анализе, исследование процесса комплексообразования,

4.3.8. 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.

Модуль 2. Методы спектрального анализа ЭПР

4.3.9. 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. Методы спектрального анализа ЯМР

4.3.10. 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. Химический сдвиг. Шкалы химических сдвигов. Внутримолекулярные факторы, влияющие на химический сдвиг.

Особенности ЯМР на ядрах ^{13}C , ^{19}F , ^{31}P , ^{59}Co , ^{195}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 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
ОПК-1:	<p>Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин (неорганической химии);</p> <p>Уметь: 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 (неорганической химии);</p> <p>Владеть: навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам.</p>	Письменный опрос, устный опрос, тестирование.
ОПК-2:	<p>Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;</p> <p>Уметь: проводить химические опыты по предлагаемым методикам;</p> <p>Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов.</p>	Письменный опрос, устный опрос, прием лабораторных работ.
ПК-1:	<p>Знать: стандартные операции проведения научных исследований по сформулированной тематике;</p> <p>Уметь: проводить исследования по сформулированной тематике и получать новые научные результаты;</p> <p>Владеть: базовыми навыками проведения научных исследований по сформулированной тематике и получения новые научных и прикладных результаты.</p>	Письменный опрос, собеседование, прием лабораторных работ.
ПК-2:	<p>Знать: принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии;</p> <p>Уметь: работать на современной аппаратуре, используемой при исследовании неорганических и координационных</p>	Устный опрос, собеседование.

	соединений Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии.	
ПК-3:	Знать: фундаментальные законы и понятия химии; Уметь: применять фундаментальные законы в химии; Владеть: системой фундаментальных понятий и методологических аспектов химии общей и неорганической химии.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование.

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

ОПК-1:

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник должен обладать способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов неорганической химии при решении профессиональных задач»:

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
Пороговый	Знать: теоретические основы базовых химических дисциплин (неорганической химии);	Имеет представление о содержании курса неорганической химии, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках.	Имеет представление о содержании курса неорганической химии, знает терминологию, основные законы, понимает сущность общих закономерностей	Имеет четкое, целостное представление о содержании неорганической химии и общих закономерностях протекания химических процессов.
базовый	Уметь: 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	Умеет интерпретировать результаты относительно простых процессов с использованием общих представлений неорганической химии.	Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний, по неорганической химии, но допускает отдельные неточности при осуществлении таких процессов.	Умеет прогнозировать результаты химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках неорганической химии.
продвинутый	Владеть: навыками работы с учебной литературой	Владеет навыками воспроизведения	Владеет навыками самостоятельного	Владеет навыками критического

	по основным химическим дисциплинам.	освоенного учебного материала	о изучения отдельных разделов учебной литературы для освоения материала	анализа учебной информации, формулировки выводов и участия в дискуссии по учебным вопросам
--	-------------------------------------	-------------------------------	---	--

ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник должен владеть навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования неорганических веществ и реакций»;

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
пороговый	Знать: стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;	Имеет общее представление о методах получения, идентификации и исследования свойств отдельных - веществ, правилах безопасного обращения с ними и способах представления результатов эксперимента	Знает стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности, основные требования к оформлению результатов эксперимента, но допускает отдельные неточности	Знает стандартные методы получения, идентификации исследования свойств различных групп веществ и материалов; правила техники безопасности при работе с ними, основные требования к оформлению результатов эксперимента
базовый	Уметь: проводить химические опыты по предлагаемым методикам;	Умеет проводить одно- и двухстадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта менее 50% от заявленного в методике; анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента	Умеет проводить одно- и двух-стадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта более 50% от заявленного; идентификацию и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний.	Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; одно- и двух-стадийный синтез по предлагаемой методике с выходом целевого продукта согласно заявленному в методике; проводить анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов.

				Умеет оформлять результаты эксперимента.
продвинутый	Владеть: базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов.	Владеет базовыми навыками синтеза, идентификации и изучения свойств несложных веществ	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов

ПК-1

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник должен обладать способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты»:

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
пороговый	Знать: стандартные операции проведения научных исследований по сформулированной тематике;	Имеет общее представление о стандартных операциях научных исследований по сформулированной тематике;	Знает стандартные операции выполнения научных исследований по сформулированной тематике, но допускает отдельные неточности.	Знает стандартные операции научных исследований по сформулированной тематике; четко представляет требования к оформлению результатов эксперимента.
базовый	Уметь: проводить исследования по сформулированной тематике и получать новые научные результаты;	Умеет проводить исследования по сформулированной тематике и получать новые научные результаты, но допускает ошибки при оформлении протокола эксперимента.	Умеет Проводить исследования по сформулированной тематике и получать новые научные результаты, оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний.	Умеет проводить исследования по сформулированной тематике и получать новые научные результаты, оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями.
продвинутый	Владеть: базовыми навыками проведения научных исследований по сформулированной тематике и	Владеет навыками синтеза, идентификации и изучения свойств несложных веществ.	Владеет навыками проведения научных исследований по сформулированной тематике; правильного	Владеет базовыми навыками проведения научных исследований по сформулированной тематике и получения новых

	получения новые научных и прикладных результаты.		протоколированы опыты с небольшими ошибками.	научных и прикладных результатов, правильного протоколирования опытов
--	--	--	--	---

ПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник должен владеть навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований»:

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
пороговый	Знать: принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии;	Имеет общее представление о принципах работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии;	Знает стандартные операции работы на современных приборах, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии (по инструкции)	Знает стандартные операции работы на современных приборах, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии; оформление протоколов эксперимента.
базовый	Уметь: работать на современной аппаратуре, используемой при исследовании неорганических и координационных соединений	Умеет работать на современной аппаратуре по инструкции	Умеет получать и интерпретировать результаты экспериментов на современной аппаратуре, но допускает отдельные неточности.	Умеет получать самостоятельно и интерпретировать результаты экспериментов на современной аппаратуре
продвинутый	Владеть: базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по неорганической химии	Владеет определенными навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеет навыками самостоятельного использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	Владеет способностью самостоятельно получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современной аппаратуры.

ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «выпускник должен владеть системой фундаментальных химических понятий и

методологических аспектов химии, формами и методами научного познания»):

Уровень	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетв.	Хорошо	Отлично
пороговый	Знать: фундаментальные законы и понятия химии.	Имеет представление о фундаментальных законах и понятиях химии, но допускает неточности в формулировках.	Имеет общее представление о фундаментальных законах и понятиях химии, знает терминологию, основные законы, понимает сущность общих закономерностей.	Имеет четкое, целостное представление о фундаментальных законах и понятиях химии, об общих закономерностях протекания химических процессов
базовый	Уметь: применять фундаментальные законы в химии.	Умеет интерпретировать результаты относительно простых процессов с использованием фундаментальных законов и понятий химии.	Умеет составлять схемы процессов с использованием фундаментальных законов и понятий химии, но допускает отдельные неточности.	Умеет прогнозировать результаты химических процессов с учетом фундаментальных законов и понятий химии.
продвинутый	Владеть: системой фундаментальных понятий общей и неорганической химии.	Владеет навыками использования фундаментальных понятий общей и неорганической химии	Владеет навыками самостоятельного изучения отдельных разделов учебного материала на основе использования фундаментальных понятий неорганической химии	Владеет навыками критического анализа фундаментальных понятий общей и неорганической химии относительно конкретных процессов

7.3. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (сдачи зачета)

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 спином. 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.

7.4. 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.

Зачеты даются 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. Киселёв Ю. М. Химия координационных соединений. Учебник и задачник для бакалавриата и магистратуры. М.: Издательство Юрайт, 2014.
2. Скопенко В. В., Цивадзе А. Ю., Савранский Л. И., Гарновский А. Д.. Координационная химия. Москва, ИКЦ Академкнига, 2007.
3. Киселев Ю. М., Добрынина Н. А.. Химия координационных соединений. Москва, Изд. Центр Академия, 2007.
4. Пентин Ю. А., Вилков Л. В., Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия: Учеб. М.: Мир, 2003
5. Дяткина М.. Основы теории молекулярных орбиталей. М. Наука. 1975г.
6. Слетер Д.. Электронная структура молекул. М.: Мир, 1965. 585 с.

б) дополнительная литература:

1. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А.. Химия координационных соединений, М.: Высшая школа, 1990, С.433
2. Кукушкин Ю.А. Химия координационных соединений. – М.: Высшая школа, 1985.
3. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. – Л.: Химия, 1986.
4. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии / пер. с англ. – М.: Мир, 1979.
5. Драго Р. Физические методы в химии. Т.1,2.– М.: Мир, 1981
6. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений. В 2-х частях. – М.: Мир, 1987.
7. Нефедов В.И., Вовна В.И. Электронная структура химических соединений. – М.: Наука, 1987 г. 345 с.

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 Microsoft Windows XP, Microsoft Vista;
поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo;
специализированное программное обеспечение СДО Moodle, SunRAVBookOfficePro, SunRAVTestOfficePro;
программное обеспечение по химии [http://www/mdli.com](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;
рисование лабораторного оборудования TheGlasswareGallery

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную 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 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), вытяжными шкафами, учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами, химической посудой и химическими реактивами, 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 трубчатые и муфельные, 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).

В материально-техническое обеспечение образовательного процесса входит используемое кафедрой в процессе преподавания входит учебное и лабораторное оборудование (приборы): Атомно-абсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; ИК- и КР- спектрометры отечественного и иностранного производств.

Имеются **химические реактивы** (классификация не ниже ч.д.а): растворы солей, кислот, щелочей и аммиака, концентрированные растворы кислот и щелочей, сухие соли, неорганические и органические реактивы, специальные реактивы и органические растворители, индикаторная бумага, растворы индикаторов и т.д.