

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Химия координационных соединений»**

Кафедра неорганической химии и химической экологии

Образовательная программа  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) программы  
Неорганическая химия

Уровень высшего образования  
Специалитет

Форма обучения  
Очная

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

Махачкала 2021

Рабочая программа дисциплины «Химия координационных соединений» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» от 13 июля 2017 г. N 652

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

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры неорганической химии и химической экологии  
от «31» 05 2021г., протокол № 9

Зав. кафедрой



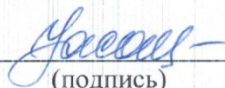
(подпись)

Исаев А.Б.

(Ф.И.О)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «18» 06 2021г., протокол № 10.

Председатель



(подпись)

Гасангаджиева У.Г.

(Ф.И.О)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» 07 2021г.

Начальник УМУ



(подпись)

Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Химия координационных соединений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

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

Содержание дисциплины. Курс "Химия координационных соединений" имеет своей целью усвоение фундаментальных знаний в области современной координационной химии; развитие навыков решения практических задач в области химии комплексных соединений.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-6, профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *контрольная работа, коллоквиум* и промежуточный контроль в форме *зачета, экзамена.*

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в 144 академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экза- мен	Форма проме- жуточной атте- стации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лек- ции	Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации				
9	144	102	32	70				42	зачет, экзамен

### 1. Цели освоения дисциплины

Цели дисциплины: усвоение фундаментальных знаний в области современной координационной химии; развитие навыков решения практических задач в области химии комплексных соединений.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Химия координационных соединений» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Курс «Химия координационных соединений» для студентов специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия строится на базе знаний и навыков, полученных студентами при проведении занятий по общим курсам химического и физико-математического направлений

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6 Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1. Грамотно составляет отчет о проделанной работе в письменной форме	<b>Знает:</b> требования к рабочему журналу химика; правила составления протоколов отчетов химических опытов; требования к представлению результатов исследований в виде курсовых и квалификационных работ. <b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии; представить результаты химических исследований в соответствии с требованиями к квалификационным работам. <b>Владет:</b> опытом представления результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ в виде протоколов испытаний, отчетов, курсовых и квалификационных работ	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	ОПК-6.2. Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке	<b>Знает:</b> требования к тезисам и научным статьям химического профиля; <b>Умеет:</b> составить тезисы доклада и отдельные разделы статьи на русском и английском языке <b>Владет:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде	Проведение лабораторных работ.
	ОПК-6.3. Представляет результаты работы в устной форме на русском и английском языках	<b>Знает:</b> грамматику, орфографию и орфоэпию русского и английского языка. <b>Умеет:</b> представить результаты исследований в виде постера; формулировать вопросы к членам профессионального сообщества и отвечать на вопросы по теме проведенного исследования; грамотно и логично изложить результаты проделанной работы в устной форме на русском и английском языке. <b>Владет:</b> свободно русским и английским языком.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения	ПК-1.1. Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использова-	<b>Знает:</b> Знает перечень открытых источников информации и специализированных баз данных в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> пользоваться электронными ресурсами и базами данных, а так же периодически-	Письменный опрос, устный опрос, тестирование

поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	нием открытых источников информации и специализированных баз данных	ми изданиями в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками сбора информации по тематике научного проекта в области неорганической химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных, в том числе Scopus и Web of Science.	
	<b>ПК-1.2.</b> Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии	<b>Знает:</b> знает методы систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> систематизировать и классифицировать литературные данные по тематике исследования в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками систематизации и классификации литературных данных по тематике исследования в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
<b>ПК-2.</b> Способен планировать работу и выбирать методы решения поставленных задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	<b>ПК-2.1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий.	<b>Знает:</b> методы составления планов отдельных стадий и общего плана исследования в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> составлять планы отдельных стадий и общий плана исследования в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками составляет общего плана исследования в области неорганической химии и детальных планов отдельных стадий.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	<b>ПК-2.2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.	<b>Знает:</b> экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области неорганической химии исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. <b>Владеет:</b> навыками выбора экспериментальных и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя в области неорганической химии из имеющихся материальных и временных ресурсов.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-2.3.</b> Планирование и проведение научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	<b>Знает:</b> методы нормативные документы по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. <b>Умеет:</b> планировать и проводить научно-исследовательские работы по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство. <b>Владеет:</b> навыками планирования и проведения научно-исследовательских работ по разработке и внедрению нормативных документов по системам стандартизации, разработки и постановки продукции на производство.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
<b>ПК-3.</b> Способен проводить экспериментальные и расчетно-теоретические работы по заданной теме в выбранной области химии,	<b>ПК-3.1.</b> Проводит экспериментальные исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> методы проведения экспериментальных исследований по заданной теме в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> проводить экспериментальные исследования по заданной теме в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками проведения экспериментальных исследований под руководством ру-	Письменный опрос, устный опрос, тестирование

химической технологии или смежных с химией науках		ководителя по заданной теме в области неорганической химии.	
	<b>ПК-3.2.</b> Проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в выбранной области химии	<b>Знает:</b> методы расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> проводит расчетно-теоретические исследования по заданной теме в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками качественного проведения расчетно-теоретических исследований по заданной теме в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-3.3.</b> Управляет высокотехнологичным химическим оборудованием	<b>Знает:</b> технические характеристики высокотехнологического химического оборудования. <b>Умеет:</b> управлять высокотехнологичным химическим оборудованием. <b>Владеет:</b> навыками управления и обслуживания высокотехнологичного химического оборудования.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	<b>ПК-3.4.</b> Проводит испытания новых образцов продукции	<b>Знает:</b> методы проведения анализа новых образцов продукции. <b>Умеет:</b> проводить анализ новых образцов продукции. <b>Владеет:</b> навыками анализа образцов новых реальных объектов.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-3.5.</b> Разрабатывает новые методики контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции	<b>Знает:</b> методологию разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. <b>Умеет:</b> проверять правильность новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции. <b>Владеет:</b> навыками разработки новых методик контроля сырья, прекурсоров и готовой продукции и проверки их правильности.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
<b>ПК-4.</b> Способен обрабатывать и интерпретировать результаты проведенных работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках с использованием различных методов и подходов.	<b>ПК-4.1.</b> Обрабатывает полученные данные с использованием современных методов анализа информации.	<b>Знает:</b> современные методы анализа информации. <b>Умеет:</b> применять современные методы анализа информации для обработки полученных данных. <b>Владеет:</b> навыками обработки полученных результатов анализа реальных объектов с использованием современных методов анализа информации.	Письменный опрос, устный опрос, тестирование
	<b>ПК-4.2.</b> Грамотно интерпретирует результаты исследований в выбранной области химии.	<b>Знает:</b> методы интерпретации результатов исследований в области неорганической химии. <b>Умеет:</b> грамотно интерпретировать результаты исследований в области неорганической химии. <b>Владеет:</b> навыками интерпретации и наглядного представления результатов исследований в области неорганической химии.	Проведение лабораторных работ.
	<b>ПК-4.3.</b> Анализирует результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценивает степень их соответствия нормативным документам (стандартам и технологическим регламентам).	<b>Знает:</b> стандарты и технологические регламенты сырья, прекурсоров, готовой продукции. <b>Умеет:</b> анализировать результаты испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции. <b>Владеет:</b> навыками статистической обработки результатов испытаний сырья, прекурсоров, готовой продукции; оценки степени их соответствия стандартам и технологическим регламентам.	прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала
<b>ПК-5.</b> Способен проводить крити-	<b>ПК-5.1.</b> Критически анализирует получен-	<b>Знает:</b> методы критического анализа полученных результатов исследований в области	Письменный опрос, устный

<p>ческий анализ полученных результатов и оценивать перспективы продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ные результаты исследований в выбранной области химии, выявляет достоинства и недостатки</p>	<p>аналитической химии, способы выявления достоинств и недостатков.  <b>Умеет:</b> критически анализировать полученные результаты анализа реальных объектов и научных исследований в области неорганической химии.  <b>Владеет:</b> навыками критического анализа полученных результатов анализа реальных объектов и научных исследований в области неорганической химии</p>	<p>опрос, тестирование</p>
	<p><b>ПК-5.2.</b> Готовит отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии</p>	<p><b>Знает:</b> методологию подготовки отчетов по результатам НИР и НИОКР в выбранной области химии.  <b>Умеет:</b> готовить отдельные разделы отчетов по результатам НИР и НИОКР в области неорганической химии.  <b>Владеет:</b> навыками подготовки отдельных разделов отчетов по результатам НИР и НИОКР в области неорганической химии.</p>	<p>Проведение лабораторных работ.</p>
	<p><b>ПК-5.3.</b> Формулирует рекомендации по продолжению исследования в выбранной области химии.</p>	<p><b>Знает:</b> способы подготовки рекомендаций по продолжению исследования в области неорганической химии.  <b>Умеет:</b> формулировать рекомендации по продолжению исследования в области неорганической химии.  <b>Владеет:</b> навыками формулировки рекомендаций по продолжению исследования в области неорганической химии</p>	<p>Письменный опрос, устный опрос, тестирование</p>
	<p><b>ПК-5.4.</b> Анализирует полученные результаты и формулирует предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса</p>	<p><b>Знает:</b> методы анализа полученных результатов и оптимизации отдельных стадий технологического процесса.  <b>Умеет:</b> анализировать полученные результаты и формулировать предложения по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.  <b>Владеет:</b> навыками анализа полученных результатов и разработки предложений по оптимизации отдельных стадий технологического процесса.</p>	<p>Проведение лабораторных работ.</p>
	<p><b>ПК-5.5.</b> Разрабатывает техническую документацию и регламенты</p>	<p><b>Знает:</b> виды технической документации и регламентов в области неорганической химии.  <b>Умеет:</b> разрабатывать техническую документацию и регламенты в области неорганической химии.  <b>Владеет:</b> навыками и практическим опытом разработки технической документации и регламентов в области неорганической химии.</p>	<p>прием лабораторных работ, оформление лабораторного журнала</p>

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

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 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)
-------	---------------------------	---------	--	------------------------	--

			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоят. раб.		Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
Модуль 1. Координационная теория.								
1.	Введение. Координационная теория	9	2		6		4	Устный опрос
2.	Теория строения координационных соединений. Метод ВС	9	4		8		2	Письменный опрос
3	Теория кристаллического поля	9	4		8		1	Контрольная работа
<i>Итого по модуль 1:</i>			<b>10</b>		<b>22</b>		<b>4</b>	Коллоквиум
Модуль 2. Теория строения комплексных соединений								
4	Метод молекулярных орбиталей (теория поля лигандов)	9	4		8			Устный опрос
5	Электронные спектры поглощения	9	4		8			Письменный опрос
6	Термодинамика координационных соединений	9	4		8		2	Контрольная работа
<i>Итого по модуль 2</i>			<b>12</b>		<b>24</b>			Коллоквиум
Модуль 3. Реакции комплексных частиц								
7	Реакции комплексных частиц	9	2		8			Устный опрос
8	Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений	9	4		8		2	Письменный опрос
	Применение координационных соединений	9	4		8			Контрольная работа
<i>Итого по модуль 3</i>			<b>10</b>		<b>24</b>		<b>2</b>	Коллоквиум
Модуль 4 Подготовка к экзамену								
	Подготовка к экзамену						36	<b>зачет, экзамен</b>
<i>Итого по модуль 4</i>							<b>36</b>	<b>зачет, экзамен</b>
<b>Всего за семестр</b>			<b>32</b>		<b>70</b>		<b>42</b>	<b>зачет, экзамен</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

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

##### **Модуль I. Координационная теория.**

1. Основные понятия, терминология. Координационная теория А. Вернера, основные положения. Номенклатура комплексных соединений, основные их типы. Изомерия комплексных соединений (гидратная, координационная, связевая, ионизационная, трансформационная, геометрическая, конформационная, оптическая, формальная).

2. Теория строения координационных соединений. Метод валентных схем (ВС). Основные положения. Высоко- и низкоспиновые, внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Возможности и ограничения метода.

3. Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Расщепление d - орбиталей в полях различной симметрии. Энергия расщепления и спаривания. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд. Эффект Яна-Теллера. Возможности и ограничения метода.

##### **Модуль II. Теория строения комплексных соединений**



4. Теория поля лигандов (ТПЛ). Основные положения. Качественные аспекты ТПЛ. Нефелoaуксетический ряд. Построение групповых орбиталей. Схема молекулярных орбиталей для соединений типа  $ML_6$ .

5. Электронные спектры поглощения, основные понятия, теоретические основы. Типы электронных переходов, отнесение и характеристики полос поглощения. Электронные переходы в координационных соединениях переходных металлов, d-d переходы. Диаграммы Орелла и Танабе-Сугано. Спектрофотометрия. Методы определения состава, констант устойчивости, молярных коэффициентов поглощения. Колебательные спектры. Теоретические основы. Проявление колебательных переходов в ИК – спектрах. Интенсивность колебательных переходов. Характеристические частоты и группировки. Общие рекомендации по интерпретации ИК – спектров координационных комплексов.

6. Термодинамика образования координационных соединений. Термодинамические характеристики. Ступенчатый характер равновесий. Вспомогательные функции. Хелатный эффект. Термодинамика координационных соединений. Термодинамические характеристики. Ступенчатый характер равновесий. Теоретические основы потенциометрии, возможность применения для исследования координационных соединений. Вспомогательные функции.

### Модуль III. Реакций комплексных частиц

7. Реакции комплексных частиц. Классификация реакций. Механизм реакций замещения. Взаимное влияние лигандов.

8. Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Механизмы окислительно-восстановительного взаимодействия. Типы превращений.

9. Применение координационных соединений. Аналитическая, неорганическая и бионеорганическая химия. Металлокомплексный катализ. Химическая технология. Экология.

#### 4.3.2. Лабораторные работы (лабораторный практикум)

№ п/п	Раздел дисциплины	Результаты лабораторной работы
	Модуль 1 Координационная теория	
1.	Теория строения координационных соединений. Метод ВС. Лабораторная работа №1. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования железа (III) с лимонной кислотой.	1. Построение графика зависимости оптической плотности раствора в области его поглощения от его концентрации. Изомолярная серия 2. Результаты определения константы устойчивости по методу последовательного разбавления.
2.	Теория кристаллического поля. Лабораторная работа №2. Изучение комплексообразования меди (II) с аминокислотами фотометрическим методом.	1. В таблицу вносятся результат изменения оптической плотности от концентрации растворов. 2. Приводится расчет константы образования
	Модуль 2. Теория строения комплексных соединений	
3.	Метод молекулярных орбиталей (теория поля лигандов). Лабораторная работа №3. Изучение взаимодействия молекулярного кислорода с комплексами биометалл – диоксим – азотистое основание	1. Определяется состав комплекса. 2. Приводятся графические зависимости по изомолярной серии и метода насыщения 2. Предлагается вероятное строение КС
4.	Электронные спектры поглощения. Лабораторная работа №4. Изучение комплексных соединений биометаллов с $\alpha$ -аминокислотами (глицин, аланин) методом ИК- спектроскопии.	1. Определяется состав комплекса. 2. Приводятся графические зависимости по изомолярной серии и метода насыщения 2. Регистрация и расшифровка ИК спектров
5.	Термодинамика координационных со-	Регистрация и расшифровка термограммы по-

	единений. Лабораторная работа №5. Термический анализ координационных соединений	лученной на основе термического разложения синтезированного комплекса
Модуль 3. Реакций комплексных частиц		
6.	Реакции комплексных частиц. Лабораторная работа №6. Интерпретация электронных спектров поглощения комплексных соединений биометаллов с аминокислотами с помощью диаграмм Оржелла и Танабе-Сугано.	Для исследуемы КС строится диаграммы Орже-ла и Танабе-Сугано
7.	Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Лабораторная работа №7. Потенциметрическое исследование комплексообразования в системе биометалл-аминокислота (дипептид).	1. Приводятся результаты измерения pH растворов 2. Рассчитывают равновесные концентрации 3. Приводится расчет промежуточных кон-стант обазования.

## 5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование при проведении занятий по общей и 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

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

1. Теоретическая подготовка. Проработка учебного материала.
2. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
3. Решение задач.
4. Подготовка реферата
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к зачету
7. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методическое обеспечение
1	Теоретическая подготовка. Проработка учебного материала.	Устный опрос, тестирование	Лекции, рекомендованная литература, интернет ресурсы. См. разделы 4.3, 8-10 данного документа
2	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе	См. разделы 8-10 данного документа
3	Решение задач	Проверка задач, заданных на дом, Решение у доски.	См. разделы 8-10 данного документа
4	Подготовка реферата	Прием реферата и оценка качества.	См. разделы 7; 8-10 данного документа
5	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы	См. разделы 4.3, 7; 8-10 данного документа
6	Подготовка к зачету	Устный опрос	См. разделы 7; 8-10 данного документа
7	Подготовка к экзамену	Опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7; 8-10 данного документа

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение задач.
3. Промежуточная аттестация в форме коллоквиума.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся задачи, уравнения.

*Итоговый контроль* проводится либо в форме устного экзамена, либо в форме компьютерного тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

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.

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

### **7.1. Типовые контрольные задания**

Вопросы для выполнения письменных работ

1. Приведите по три примера аквакомплексов, аммиакатов, ацидокомплексов.
2. Определить степень окисления центрального иона в комплексных соединениях:  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{SO}_4$ ;  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})(\text{CN})_3]$ ;  $\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2\text{ClBr}]$ ;  $\text{Na}[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ;  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{I}_2$ ;  $\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})(\text{CN})_3]$ ;  $(\text{NH}_4)_2[\text{SiF}_4(\text{OH})_2]$ ;  $[\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_2]\text{SO}_4$ .
3. Дать названия комплексным соединениям:  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$ ;  $\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{SO}_3)_2]$ ;  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{CrF}_6]$ ;  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{CO}_3)]\text{Cl}$ ;  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ ;  $\text{K}_2[\text{Ir}(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}_5]$ ;  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$ ;  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
4. Написать формулы следующих комплексных соединений: калия пентацианоамминоферрат (III); калия пентахлороакваиридат (III); аммония гептафтороцирконат (IV); нитратопентаминкобальта (II) нитрат; натрия трихлоротриаквадмат
5. Напишите координационные изомеры для комплексов  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
6. Определите заряд комплексообразователя в соединениях:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$ ,  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3]$ ,  $\text{Cs}[\text{AuCl}_4]$ .
7. Определите комплексные ионы в соединениях:  $\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$ ,  $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ ,  $2\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ .
8. Определить степень окисления и координационное число комплексообразователя в следующих комплексных соединениях и привести их названия: а)  $\text{K}[\text{AuBr}_4]$ ; б)  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ ; в)  $\text{Ca}[\text{ZrF}_6]$ ; г)  $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ ; д)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ; е)  $\text{K}[\text{PtNH}_3\text{Cl}_5]$ ; ж)  $\text{H}[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})_4]$ ; з)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$ ; и)  $\text{Na}_2[\text{FeNO}(\text{CN})_5]$ ; к)  $\text{K}[\text{Cr}(\text{SO}_4)_2]$
9. Определить величину и знак заряда комплексных ионов. Составить формулы комплексных соединений с приведенными катионом или анионом: а)  $[\text{Bi}^{+\text{III}}\text{I}_4]$ ; б)  $\text{Cr}^{+\text{III}}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}$ ; в)  $[\text{Pd}^{+\text{II}}(\text{NH}_3)_2(\text{CN})_2]$ ; г)  $[\text{Fe}^{+\text{III}}\text{F}_6]$ ; д)  $[\text{Hg}^{+\text{II}}(\text{SCN})_4]$ ; е)  $[\text{Cr}^{+\text{III}}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$ ; ж)  $[\text{Co}^{+\text{III}}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$ ; з)  $[\text{Zr}^{+\text{IV}}(\text{OH})_6]$ ; и)  $[\text{Ag}^{+\text{I}}(\text{CN})_2]$ ; к)  $[\text{Fe}^{+\text{III}}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Br}]$
10. Написать координационные формулы следующих комплексных соединений, обосновать выбор комплексообразователя и привести их названия: а)  $3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$ ;  $\text{SiF}_4 \cdot \text{BaF}_2$ ;  $2\text{Ca}(\text{CN})_2 \cdot \text{Fe}(\text{CN})_2$ ; б)  $2\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ;  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ;  $2\text{KNO}_3 \cdot \text{HNO}_3 \cdot \text{Au}(\text{NO}_3)_3$ ; в)

$2\text{NH}_4\text{Br}\cdot\text{CuBr}_2\cdot 2\text{NH}_3$ ;  $3\text{KCN}\cdot\text{Fe}(\text{CN})_3$ ;  $3\text{NaCl}\cdot\text{IrCl}_3$ ; г)  $\text{Cd}(\text{OH})_2\cdot 4\text{NH}_3$ ;  $\text{KCl}\cdot\text{PtCl}_4\cdot\text{NH}_3$ ;  $\text{KCN}\cdot\text{Co}(\text{CN})_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  д)  $\text{NH}_4\text{CN}\cdot\text{Cr}(\text{CN})_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CuCl}_2\cdot 2\text{KCl}$ ;  $\text{PdCl}_2\cdot 4\text{NH}_3$

11. Напишите формулы ионизационных изомеров для комплексов  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{SO}_4$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{Cl}_2$ .

12. Составьте названия комплексных анионов:

$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})(\text{CN})_5]^{3-}$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]^-$ ;  $[\text{AuCl}_3(\text{OH})]^-$ ;  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ;  $\text{Na}_2[\text{PdI}_4]$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ;  $\text{K}_2[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$

13. Составьте формулы комплексных соединений:

гексахлоропалладат(IV) аммония; дихлороаргентат(I) цезия.

бис(сульфато)тетраакваферрат(III) натрия; гидроксотрихлороаурат(III) оксония.

14. Составьте формулы всех возможных комплексных соединений, комбинируя один  $\text{Co}^{\text{III}}$ ,  $x$   $\text{NH}_3$ ,  $y$   $\text{NO}_2^-$  и (при необходимости)  $z$   $\text{K}^+$  (для атома  $\text{Co}^{\text{III}}$  КЧ = 6). Назовите эти соединения.

15. Используя теорию кристаллического поля, определите, будут ли диамагнитными или парамагнитными следующие октаэдрические комплексы, в которых лиганды создают сильное поле: а)  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})_4]^-$ ; б)  $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ ; в)  $[\text{Cr}(\text{NO})(\text{CN})_5]^{3-}$ . Укажите число несвязанных электронов у центрального атома в парамагнитных комплексах.

16. Используя теорию кристаллического поля, установите, будут ли диамагнитными или парамагнитными следующие октаэдрические комплексы, в которых лиганды создают слабое поле: а)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ; б)  $[\text{Mn}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ ; в)  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})\text{F}_5]^{3-}$ . Укажите число несвязанных электронов у центрального атома в парамагнитных комплексах.

17. Объясните с помощью теории кристаллического поля, почему комплексная соль  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$  бесцветна, а соль  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  окрашена.

18. В комплексах  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{4-}$  и  $[\text{Ni}(\text{NCS})_6]^{4-}$  лиганды обладают сильным полем. Составьте энергетическую схему образования связей в этих комплексах и укажите магнитные свойства комплексов.

19. Будет ли иметь окраску ион  $\text{Zn}^{2+}$  в водных растворах?

20. С помощью метода МО изобразите электронную конфигурацию высокоспинового комплексного иона  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ .

21. Каков механизм образования донорно-акцепторной связи? Укажите донор и акцептор в следующих комплексных ионах:  $[\text{SiF}_6]^{2-}$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $[\text{HgI}_4]^{2-}$ .

22. По методу валентных связей предскажите тип гибридизации атомных орбиталей комплексообразователя и геометрическую форму следующих парамагнитных комплексов: тетрахлороникколат(II)-ион, катион хлоропентаамминхрома(III), катион гексааквамарганца(II).

23. Изобразите распределение электронов в октаэдрическом комплексном ионе  $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$ . Указать магнитные свойства иона.

24. Какая гибридизация проявляется при образовании комплексных ионов  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  и  $[\text{FeF}_6]^{4-}$ ? Каково пространственное строение этих комплексных ионов? Как метод ВС объясняет магнитные свойства и реакционную способность этих ионов?

25. Как метод ВС объясняет пространственное строение и магнитные свойства следующих комплексных ионов:  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ,  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ ,  $[\text{AuCl}_4]^-$ ,  $[\text{NiF}_6]^{4-}$ .

26. Определить тип гибридизации орбиталей в комплексах:

$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ , ( $\mu > 0$ );  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ , ( $\mu = 0$ );  $[\text{CoCl}_6]^{3-}$ , ( $\mu > 0$ );  $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ , ( $\mu > 0$ );  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , ( $\mu > 0$ ).

27. Составьте уравнения реакций получения комплексов в водном растворе:

а)  $\text{CuSO}_4(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}$  (изб.) = б)  $\text{HgI}_2(\text{т}) + \text{HI}$  (изб.) =

в)  $\text{Cu}_2\text{O}(\text{т}) + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (изб.) = г)  $\text{AgI}(\text{т}) + \text{Na}_2\text{SO}_3\text{S}$  (изб.) =

28. Составьте уравнения следующих реакций с участием комплексов в водном растворе:

а) катион гексаакваалюминия(III) + вода =

б) тетрагидроксобериллат(II)-ион + вода =

в) катион дигидроксотетраакважелеза(III) + катион оксония (изб.) =

г) тетрагидроксоцинкат(II) калия + азотная кислота (изб.) =

д) катион гексааквахрома(III) + гидроксид-ион (изб.) =

е) бис(тиосульфато)аргентат(I) натрия + сульфид натрия =

29. Напишите уравнения реакций обмена между соединениями:



30. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций с участием комплексов в водном растворе:

а) гексацианоферрат(II) калия + дихлор =

б) хлорид гексаамминкобальта(II) + пероксид водорода =

в) катион дихлоротетрааквахрома(III) + цинк + катион оксония =

г) гексагидроксохромат(III) калия + дибром =

31. Написать координационные формулы следующих комплексных соединений и привести их названия:

а)  $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$ ; б)  $\text{PtCl}_4 \cdot 5\text{NH}_3$ ; в)  $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$ ; г)  $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$ ; д)  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ .

32. Имея в виду, что координационное число кобальта (III) равно шести, написать координационные формулы следующих комплексных соединений:

а)  $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 6\text{NH}_3$ ; б)  $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{KNO}_2 \cdot 2\text{NH}_3$ ; в)  $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{NH}_3$ ; г)  $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 3\text{KNO}_2$

Написать уравнения электролитической диссоциации этих соединений и их названия.

33. Написать уравнения диссоциации в растворе комплексных ионов следующих соединений и выражение констант нестойкости комплексных ионов:

а)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ; б)  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_3$ ; в)  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_4\text{Cl}]\text{Cl}_2$ ; г)  $\text{Cs}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ; д)  $\text{K}[\text{VF}_6]$ ;

е)  $\text{Ba}[\text{BF}_5]$ ; ж)  $\text{Na}_2[\text{MoF}_6]$ ; з)  $\text{K}_2[\text{Zr}(\text{OH})_6]$ .

34. Из каких валентнонасыщенных молекул состоят следующие комплексные соединения:

а)  $\text{K}_2[\text{PdBr}_4]$ ; б)  $\text{Ba}_2[\text{Co}(\text{OH})_6]$ ; в)  $\text{Na}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ ; г)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{H}_2\text{OCl}_2]\text{Cl}$ ; д)  $\text{H}[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})_4]$ ;

е)  $(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$ ; ж)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{C}_2\text{O}_4]\text{Cl}$ ; з)  $\text{Cs}[\text{AuCl}_4]$ ; и)  $\text{Na}_2[\text{Pt}(\text{OH})_6]$ ;

к)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_3]\text{Cl}_3$ .

35. Известно, что из раствора комплексной соли  $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$  нитрат серебра осаждает весь хлор, а из раствора  $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$  только 2/3 хлора. Написать координационные формулы этих солей и уравнения их диссоциации.

36. Растворится ли 1 моль гидроксида алюминия в 100 г 10 %-го раствора едкого кали с образованием комплексного соединения  $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ?

37. Рассмотрите возможность электролитической диссоциации в водном растворе комплексных соединений: а) гидроксид диамминсеребра(I); б) гексацианоферрат(III) калия; в) тетрагидроксоцинкат(II) натрия; г) дихлородиамминплатина; д) бис(циклопентадиенил)кобальт. Почему некоторые из этих соединений диссоциируют полностью, а другие практически не диссоциируют?

38. Укажите, какие из комплексных соединений являются неэлектролитами и сильными электролитами в водном растворе:

а)  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Br}_4]$ ;  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

б)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2]\text{Cl}_2$ ;  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$ ;  $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$

в)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ;  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br}$ ;  $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ .

Для сильных электролитов составьте уравнения электролитической диссоциации.

39. Составьте уравнения ступенчатых реакций образования комплексов и запишите для них выражения ступенчатых констант устойчивости  $K_n$ : а) тетрагидроксоцинкат(II)-ион, б) тетраиодомеркурат(II)-ион, в) катион диамминмеди(I).

40. Составьте уравнения реакций полного замещения лигандов в водном растворе:

а)  $\text{K}_3[\text{RhCl}_6] + \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 =$  б)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 + en =$

в)  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} =$  г)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{OH}^- =$

41. Написать молекулярные и ионные уравнения реакций обмена между следующими соединениями:

а)  $\text{CdSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3 + \text{BaCl}_2 = \dots$  б)  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{AgNO}_3 = \dots$

в)  $\text{Fe}(\text{CN})_2 \cdot 4\text{KCN} + \text{FeCl}_3 =$

42. Какое основание является более сильным:  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  или  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ?  
 Ответ мотивировать.
43. Какая из кислот сильнее:  $\text{HCN}$  или  $\text{H}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ? Почему?
44. Степень гидролиза какой соли больше? а)  $\text{KCN}$  или  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ ; б)  $\text{ZnCl}_2$  или  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ . Ответ мотивировать.
45. Раствор сульфата меди образует осадки с растворами едкого натра и сульфида аммония. Раствор сульфата тетраамминмеди образует осадок только с сульфидом аммония. Объяснить эти явления, пользуясь таблицами ПР и  $K_{\text{нест}}$ .
46. Какой комплексный ион прочнее: а)  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  или  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ; б)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  или в)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ . Ответ мотивировать. Соответствуют ли величины констант нестойкости сделанным выводам?
47. Какой комплексообразователь должен давать более прочные комплексы: а)  $\text{Pt}^{4+}$  или  $\text{Pt}^{2+}$ ; б)  $\text{Ca}^{2+}$  или  $\text{Zn}^{2+}$ ; в)  $\text{Mg}^{2+}$  или  $\text{Ni}^{2+}$ ; г)  $\text{Zn}^{2+}$  или  $\text{Cd}^{2+}$ . Ответ мотивировать.
48. Почему гидроксид двухвалентной меди растворяется в аммиаке? Составьте уравнение реакции.
49. Написать графические формулы цис- и транс-изомеров тетрахлордиамминплатины (IV).
50. Существуют два комплексных соединения кобальта одинакового состава:  $\text{CoClSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Раствор одной соли дает осадок с раствором хлорида бария, но не взаимодействует с раствором нитрата серебра. Раствор другой соли дает осадок с нитратом серебра, но не взаимодействует с хлоридом бария. Написать координационные формулы обоих соединений.

#### Примерная тематика рефератов или докладов

1. Летучие металлокомплексы.
2. Комплексные соединения щелочных металлов.
3. Комплексные соединения в технологии лантаноидов.
4. Кластерные комплексы рения.
5. Металлокомплексы в борьбе с раковыми заболеваниями.
6. Гетерополиокислоты.
7. Фталоцианиновые комплексы в природе и технике.
8. Металлопорфирины в природе и технике.
9. Дитизон и его комплексы в аналитической химии.
10. Краун-эфир и их металлокомплексы.
11. Криптанты.
12. Роль комплексных соединений в органическом синтезе.
13. Ферроцен и его применение.
14. Комплексы, лаки и краски.
15. Комплексы и технология
16. Координационные соединения в медицине.
17. Электрохимические методы анализа координационных соединений.
18. Химия координационных соединений в анализе объектов окружающей среды.
19. Спектральные методы анализ в изучении координационных соединений.

#### Контрольные вопросы

1. Координационная теория А. Вернера, основные положения. Номенклатура комплексных соединений, основные их типы.
2. Изомерия комплексных соединений (гидратная, координационная, связевая, ионизационная, трансформационная, геометрическая, конформационная, оптическая, формальная).
3. Теория строения координационных соединений. Метод валентных схем (ВС). Основные положения. Высоко- и низкоспиновые, внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Возможности и ограничения метода.
4. Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Расщепление d - орбиталей в полях различной симметрии. Энергия расщепления и спаривания. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд. Эффект Яна-Теллера. Возможности и ограничения метода.

5. Теория поля лигандов (ТПЛ). Основные положения. Качественные аспекты ТПЛ. Нефелואуксетический ряд. Построение групповых орбиталей. Схема молекулярных орбиталей для соединений типа  $ML_6$ .
6. Электронные спектры поглощения, основные понятия, теоретические основы. Типы электронных переходов, отнесение и характеристики полос поглощения.
7. Электронные переходы в координационных соединениях переходных металлов, d-d переходы. Диаграммы Оргелла и Танабе-Сугано.
8. Спектрофотометрия. Методы определения состава, констант устойчивости, молярных коэффициентов поглощения.
9. Колебательные спектры. Теоретические основы. Проявление колебательных переходов в ИК- спектрах. Интенсивность колебательных переходов. Характеристические частоты и группировки. Общие рекомендации по интерпретации ИК- спектров координационных комплексов.
10. Термодинамика образования координационных соединений. Термодинамические характеристики. Ступенчатый характер равновесий. Вспомогательные функции.
11. Методы определения констант устойчивости. Теоретические основы потенциометрии, возможность применения для исследования координационных соединений. Хелатный эффект.
12. Реакции комплексных частиц. Классификация реакций. Механизм реакций замещения. Взаимное влияние лигандов.
13. Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Механизмы окислительно-восстановительного взаимодействия. Типы превращений.
14. Применение координационных соединений. Аналитическая, неорганическая и бионеорганическая химия. Металлокомплексный катализ. Химическая технология. Нанохимия. Экология.

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 – 10 баллов,
- выполнение домашнего задания и допуск к лабораторным работам – 25 баллов,
- выполнение и сдача лабораторных работ – 25 баллов,
- письменные контрольные работы – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

Коллоквиум – 100 баллов

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

а) основная литература

1. 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»
2. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений : учеб. пособие для вузов. - М.: Академия, 2007. - 344 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Допущено УМО. - ISBN 978-5-7695-3050-0: 385-00..
3. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений: Введение в теорию / И. Б. Берсукер. - 3-е изд., перераб. - Л. : Химия. Ленингр. отдние, 1986. - 286,[1] с.: ил.; 21 см. - 2-90.

4. Костромина Н.А., Кумок В.К., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 1990. 432 с.
- б) дополнительная литература
5. Координационная химия природных аминокислот: [монография] / С. Н. Болотин; [отв. ред. А.Д. Гарновский]; Кубан. гос. ун-т. - М.: URSS: [Изд-во ЛКИ, 2008]. - 238,[2] с. - Библиогр.: с. 214-238. - ISBN 978-5-382-00596-6: 140-00.
6. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. – Л.: Химия, 1986.
7. Мирзаева, Х.А. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования в растворах: Методические указания и лабораторные работы к спецпрактикуму / Даг. гос. ун-т им. В.И. Ленина. - Махачкала, 1986. - 35 с.
8. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений: учебное пособие для хим. фак. ун-тов и хим.-технол. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1990. - 432 с. - ISBN 5-06-001020-1: 1-30.

## 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 овсех 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/)

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды и содержание самостоятельной работы
1.	Теория строения координационных соединений. Метод ВС. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования железа (III) с лимонной кислотой.	Проработка учебного материала по приведенным литературным источникам. Теория строения координационных соединений. Метод валентных схем (ВС). Основные положения. Высоко- и низкоспиновые, внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Возможности и ограничения метода.
2.	Теория кристаллического поля. Изучение комплексообразования меди (II) с аминокислотами фотометрическим методом.	Проработка учебного материала Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Расщепление d - орбиталей в полях различной симметрии. Энергия расщепления и спаривания. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд. Возможности и ограничения метода. Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Расщепление d - орбиталей в полях различной симметрии. Энергия расщепления и спаривания. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд. Возможности и ограничения метода.
3.	Метод молекулярных орбиталей (теория поля лигандов). Изучение взаимодействия молекулярного кислорода с комплексами биометалл – диоксим – азотистое основание	Проработка учебного материала Теория поля лигандов (ТПЛ). Основные положения. Качественные аспекты ТПЛ. Нефелоауксетический ряд. Построение групповых орбиталей. Схема молекулярных орбиталей для соединений типа $ML_6$ .
4.	Электронные спектры поглощения. Изучение комплексных соединений	Проработка учебного материала по приведенным литературным источникам.



	биометаллов с $\alpha$ -аминокислотами (глицин, аланин) методом ИК- спектроскопии.	Электронные спектры, типы электронных переходов и отнесение полос поглощения, d-d переходы. Диаграммы Оргелла и Танабе-Сугано. Эффект Яна-Теллера.
5.	Термодинамика координационных соединений. Интерпретация электронных спектров поглощения комплексных соединений биометаллов с аминокислотами с помощью диаграммы Оргелла	Проработка учебного материала по конспектам лекций. Термодинамика координационных соединений. Термодинамические характеристики. Ступенчатый характер равновесий. Вспомогательные функции. Хелатный эффект.
13.	Реакции комплексных частиц. Интерпретация электронных спектров поглощения комплексных соединений биометаллов с аминокислотами с помощью диаграммы Танабе-Сугано.	Проработка учебного материала по конспектам лекций. Реакции комплексных частиц. Классификация реакций. Механизм реакций замещения. Взаимное влияние лигандов.
14.	Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Потенциометрическое исследование комплексообразования в системе биометалл-аминокислота (дипептид).	Проработка учебного материала по конспектам лекций. Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений. Механизмы окислительно-восстановительного взаимодействия. Типы превращений.

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Химия координационных соединений» используются следующие информационные технологии:

- Программа для ЭВМ Microsoft Imagine Premium, 3 years, Renewal. Производитель: Microsoft Corporation Товарный знак: Майкрософт Корпорейшн (Microsoft®) Страна происхождения: Ирландия. Контракт №188-ОА, «21» ноября 2018 г.

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

В соответствии с требованиями ГОС кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по **потокам** студентов, 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.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом 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 каждые 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, колбагреватели, 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, де-

флегматоры), 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).