



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Химия координационных соединений»**

Кафедра неорганической химии

Образовательная программа  
**04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия**

Профиль подготовки  
**Неорганическая химия**

Уровень высшего образования  
**Специалист**

Форма обучения  
**очная**

Статус дисциплины: вариативная

Рабочая программа дисциплины составлена в 2016 и переработана в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности **04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия** (код и наименование направления подготовки) **Неорганическая химия** (уровень **Специалист**)

от «12» сентября 2016г №1174

Разработчик(и): неорганической химии, Гасангаджиева У.Г., к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры неорганической химии от «14» 02 2017г., протокол № 4

Зав. кафедрой Магомедбеков У.Г.  
(подпись)

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

Председатель Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г. \_\_\_\_\_  
(подпись)

### Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Химия координационных соединений входит в вариативную часть обязательные дисциплины (Б1 В ОД11) образовательной программы специалитета по специальности **04.05.01** – Фундаментальная и прикладная химия.

Дисциплина реализуется на факультете Химическом кафедрой неорганической химии.

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: общекультурных – , общепрофессиональных – , профессиональных – ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-7.

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 часах по видам учебных занятий

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том чис- леэк- замен	Форма проме- жуточной атте- стации (зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
9	144	28	44	-	-		72	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 ООП бакалавриата

Дисциплина «Химия координационных соединений» входит в *вариативную* часть образовательной программы *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) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ПК – 1	способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты	<b>Знать:</b> теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач <b>Уметь:</b> анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии <b>Владеть:</b> навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии..
ПК-2	выпускник должен владеть навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	<b>Знать:</b> принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии; <b>Уметь:</b> работать на современной аппаратуре, используемой при исследовании неорганических и координационных соединений <b>Владеть:</b> базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии.
ПК – 5	Знанием основных этапов и закономерностей развития химической науки, наличием представления о системе	<b>Знать:</b> Роль химии координационных соединений в системе химических наук, ее связь с неорганической, аналитической, физической химией, дисци-

	<p>фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков</p>	<p>плиной по физическим и физико-химическим методам исследования веществ.</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам.</p>
<b>ПК – 7</b>	<p>готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати</p>	<p><b>Знать:</b> сущность и значение информации в развитии современного общества, основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основные тенденции развития современных информационных технологий, основы информационной безопасности, современные антивирусные программы.</p> <p><b>Уметь:</b> получать, хранить, перерабатывать информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны; работать в локальной и глобальной вычислительных сетях с соблюдением политики информационной безопасности.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером как средством управления информацией; практическими навыками работы с информацией с использованием компьютерных систем (с соблюдением политики безопасности).</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	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
	<b>Модуль 1. Координационная теория.</b>								
1.	Введение. Координационная теория	9	I-II	2				4	

2.	Теория строения координационных соединений. Метод ВС	9	III-V	4		4		6	Коллоквиум 1
3	Теория кристаллического поля	9	VI-VII	4		6		6	
	<i>Итого модуль 1:</i>			<b>10</b>		<b>10</b>		<b>16</b>	
<b>Модуль 2. Теория строения комплексных соединений</b>									
4	Метод молекулярных орбиталей (теория поля лигандов)	9	VIII - IX	4		6		2	Коллоквиум 2
5	Электронные спектры поглощения	9	X-XI	2		8		2	
6	Термодинамика координационных соединений	9	XIII - XIII	4		6		2	Коллоквиум
	<i>Итого модуль 2</i>			<b>10</b>		<b>20</b>		<b>6</b>	
<b>Модуль 3. Реакций комплексных частиц</b>									
7	Реакции комплексных частиц	9	XIV-XV	2		6		6	
8	Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений	9	XVI-XVII	2		6		6	
	Применение координационных соединений	9	XVII-XVIII	2		2		4	Коллоквиум
	<i>Итого модуль 3</i>			<b>6</b>		<b>14</b>		<b>16</b>	зачет
<b>Модуль 4</b>									
	Подготовка к экзамену							<b>36</b>	экзамен
	<b>Всего за I семестр</b>		<b>144</b>	<b>28</b>		<b>44</b>		<b>72</b>	

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

##### 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).

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

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

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

3. 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 Оргелла и Танабе-Сугано. Спектрофотометрия. Методы определения состава, констант устойчивости, молярных коэффициентов поглощения.
4. 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.
5. Термодинамика образования координационных соединений. Термодинамические характеристики. Ступенчатый характер равновесий. Вспомогательные функции. Хелатный эффект.
6. Термодинамика координационных соединений. Термодинамические характеристики. Хелатный эффект. 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.

### **Лабораторные работы (лабораторный практикум)**

Проведение лабораторных занятий способствует привитию навыков в постановке и проведении эксперимента, формированию навыков работы в химической лаборатории. Обучающиеся знакомятся с химической посудой и оборудованием, осваивают методические аспекты проведения эксперимента, учатся наблюдать и анализировать наблюдаемые явления, оформлять результаты эксперимента в лабораторный журнал и формулировать выводы.

№№ п/п	Раздел дисциплины	Результаты лабораторной работы
	Модуль 1	
1.	Теория строения координационных соединений. Метод ВС  <b>Лабораторная работа №1</b>	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.

	Спектрофотометрическое исследование комплексообразования железа (III) с лимонной кислотой.	
2.	Теория кристаллического поля <b>Лабораторная работа №2</b> 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		
3.	Метод молекулярных орбиталей (теория поля лигандов) <b>Лабораторная работа №3</b> Изучение взаимодействия молекулярного кислорода с комплексами биометалл – диоксим – азотистое основание	1. Определяется состав комплекса. 2. Приводятся графические зависимости по изоляционной серии и метода насыщения 2. Предлагается вероятное строение КС
4.	Электронные спектры поглощения <b>Лабораторная работа №4</b> Изучение комплексных соединений биометаллов с $\alpha$ -аминокислотами (глицин, аланин) методом ИК-спектроскопии.	1. Определяется состав комплекса. 2. Приводятся графические зависимости по изоляционной серии и метода насыщения 2. Регистрация и расшифровка ИК спектров
5.	Термодинамика координационных соединений <b>Лабораторная работа №5</b> Интерпретация электронных спектров поглощения комплексных соединений биометаллов с аминокислотами с помощью диаграммы Оргелла	Для исследуемы КС строится диаграмма Оргелла
Модуль 3		
13.	Реакции комплексных частиц <b>Лабораторная работа №6</b> Интерпретация электронных спектров поглощения комплексных соединений биометаллов с аминокислотами с помощью диаграммы Танабе-Сугано.	Для исследуемы КС строится диаграмма Танабе-Сугано
14.	Окислительно-восстановительные свойства координационных соедине-	1. Приводятся результаты измерения рН растворов 2. Рассчитывают равновесные концентрации



ний <b>Лабораторная работа №7</b> Потенциометрическое исследование комплексообразования в системе биометалл-аминокислота (дипептид).	3. Приводится расчет промежуточных констант обазования.
--	---

### 5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС реализация компетентностного 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 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 7.3; 8-10 данного документа

5	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы	См. разделы 4.3, 7.3; 8-10 данного документа
6	Подготовка к зачету	Устный опрос	См. разделы 7.3; 8-10 данного документа
7	Подготовка к экзамену	Опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7.3; 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.

Программный материал по неорганической химии дается на лекциях, лабораторных занятиях и прорабатывается в ходе самостоятельной работы.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы:

а) для проработки учебного материала используются источники, приведенные в основном и дополнительном списке литературы, а также электронные и интернет ресурсы;

б) для подготовки к лабораторным и практическим занятиям:

1. Магомедбеков У.Г., Гасангаджиева У.Г., Гасанова Х.М. Программа практикума по общей и неорганической химии и контрольные задания для самостоятельной работы студентов I курса (специальности: Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) /Под ред. Магомедбекова У.Г. Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2010
  2. Практикум по общей и неорганической химии /В.В. Батраков и др..М, КолосС, 2007. 463с.
  3. Практикум по неорганической химии: Учебн. пособие /Под. ред. В.П. Зломанова. М.: МГУ, 1994. 320с.
  4. Бабич Л.А., Балезин С.А. и др. Практикум по неорганической химии. М.: Просвещение, 1991, 321с.
  5. Полный интерактивный курс химии Открытая химия 2.6, CD-ROM, 2005 г. Издатель: Новый Диск; Разработчик: Физикон
- в) решение задач и упражнений, работа с тестами и вопросами для самопроверки:

1. Важнейшие классы химических соединений /Под ред. У.Г. Магомедбекова. Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2001
2. Магомедбеков У.Г., Алиева Н.М., Гаджиев М.И., Заруба Н.В. Вопросы, задачи и упражнения по неорганической химии. Махачкала: ИПЦ ДГУ, 1998
3. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. М.: Интеграл-Пресс, 2003. 276 с.
4. Витинг Л.М., Резницкий Л.А. Задачи и упражнения по общей химии. М.: МГУ, 1995. 221 с.
5. Лавут Е.А., Полунина Г.Г. Перфокартный контроль знаний по неорганической химии. Учебное пособие. М.: МГУ, 1979. 141 с.
6. Тренировочные и контрольные тесты по каждому модулю (электронный ресурс).
7. Текст лекций с контрольными вопросами для самопроверки (электронный ресурс).

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

## 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.

**ОК-6** - способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ПК-1	<b>Знать:</b> принципы функционирования профессионального коллектива, понимать роль корпоративных норм и стандартов.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>Уметь:</b> работать в коллективе, эффективно выполнять задачи профессиональной деятельности.	Письменный опрос, коллоквиум
	<b>Владеть:</b> приемами взаимодействия с сотрудниками, выполняющими различные профессиональные задачи и обязанности.	Выполнение лаб работ
ПК-2:	<b>Знать:</b> принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии;	Устный опрос, собеседование.
	<b>Уметь:</b> работать на современной аппаратуре, используемой при исследовании неорганических и координационных соединений	
	<b>Владеть:</b> базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований по химии.	
ПК-5	<b>Знать:</b> Роль химии координационных соединений в системе химических	Устный опрос, письменный опрос, тестирование

	наук, ее связь с неорганической, аналитической, физической химией, дисциплиной по физическим и физико-химическим методам исследования веществ.	
	<b>Уметь:</b> выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин.	Письменный опрос, коллоквиум
	<b>Владеть:</b> навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам.	Отчет по лаб работе
ПК-7	<b>Знать:</b> сущность и значение информации в развитии современного общества, основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основные тенденции развития современных информационных технологий, основы информационной безопасности, современные антивирусные программы.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>Уметь:</b> получать, хранить, перерабатывать информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны; работать в локальной и глобальной вычислительных сетях с соблюдением политики информационной безопасности.	Письменный опрос, коллоквиум
	<b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером как средством управления информацией; практическими навыками работы с информацией с использованием компьютерных систем (с соблюдением политики безопасности).	Отчет по лаб. работе

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

**ПК-1** – способностью проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<b>Знать:</b> понятия и положения координатной теории, основы и закономерности действия комплексных соединений, используемых в	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний

	неорганическом и органическом анализе.			
	<b>Уметь:</b> использовать методы химического анализа с применением комплексных соединений в соответствии с поставленной задачей, совершенствовать и комбинировать методики	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
	<b>Владеть:</b> методами обработки результатов эксперимента	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

**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	<b>Знать:</b> принципы работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии;	<b>Имеет</b> общее представление о принципах работы современных приборов, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии;	<b>Знает</b> стандартные операции работы на современных приборах, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии (по инструкции),	<b>Знает</b> стандартные операции работы на современных приборах, используемых при проведении научных исследований по неорганической химии; оформление протоколов эксперимента.
	<b>Уметь:</b> работать на современной аппаратуре, используемой при исследовании неорганических и координационных соединений	<b>Умеет</b> работать на современной аппаратуре по инструкции	<b>Умеет</b> получать и интерпретировать результаты экспериментов на современной аппаратуре, но допускает отдельные неточности.	<b>Умеет</b> получать самостоятельно и интерпретировать результаты экспериментов на современной аппаратуре
	<b>Владеть:</b> базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведе-	<b>Владеет</b> определенными навыками использования современной аппара-	<b>Владеет</b> навыками самостоятельного использования современной аппара-	<b>Владеет</b> способностью самостоятельно получать и обрабатывать резуль-

	нии науч-ных исследований по неорганической химии	туры при проведении научных исследований	ратуры при проведении научных исследований	таты научных экспериментов с помощью современной аппаратуры.
--	---	--	--	--

**ПК-5** – Пониманием необходимости и способностью приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владением ими на уровне, необходимом для решения задач, имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<b>Знать:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин.	Имеет представление о содержании отдельных химических дисциплин, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках	Имеет представление о содержании основных учебных курсов по химии, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Имеет четкое, целостное представление о содержании основных химических курсов и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин
	<b>Уметь:</b> решать типовые учебные задачи по основным (базовым) химическим дисциплинам; выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых курсов химии	Умеет решать типовые задачи из базовых курсов химии	Умеет решать комбинированные задачи из базовых курсов химии	Умеет решать задачи повышенной сложности из базовых курсов химии

	вых химических дисциплин.			
	<b>Владеть:</b> навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам.	Умеет интерпретировать результаты относительно простых химических процессов с использованием общих представлений и закономерностей, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин	Умеет составлять схемы процессов с использованием знаний основных химических дисциплин, но допускает отдельные неточности при формулировке условий осуществления таких процессов	Умеет прогнозировать результаты несложных последовательностей химических реакций с учетом общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках основных химических дисциплин

**ПК-7** – готовностью представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовых докладов, рефератов и статей в периодической научной печати)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<b>Знать:</b> сущность и значение информации в развитии современного общества, основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основные тенденции развития современных информационных технологий, основы информационной безопасности, современные антивирусные программы.	Демонстрирует частичное знание сущности и значение информации в развитии современного общества, основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основные тенденции развития современных информационных технологий, основы информационной безопасности, современные антивирусные программы.	Демонстрирует знание сущности и значение информации в развитии современного общества, основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основные тенденции развития современных информационных технологий, основы информационной безопасности, современные антивирусные про-	Владеет сущностью и значение информации в развитии современного общества, основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; основные тенденции развития современных информационных технологий, основы информацион-

			граммы.	ной безопасности, современные антивирусные программы.
	<p><b>Уметь:</b> получать, хранить, перерабатывать информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны; работать в локальной и глобальной вычислительных сетях с соблюдением политики информационной безопасности.</p>	<p>Демонстрирует частичное умение получать, хранить, перерабатывать информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны; работать в локальной и глобальной вычислительных сетях с соблюдением политики информационной безопасности.</p>	<p>Демонстрирует умение получать, хранить, перерабатывать информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны; работать в локальной и глобальной вычислительных сетях с соблюдением политики информационной безопасности.</p>	<p>Умеет получать, хранить, перерабатывать информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны; работать в локальной и глобальной вычислительных сетях с соблюдением политики информационной безопасности.</p>
	<p><b>Владеть:</b> навыками работы с компьютером как средством управления информацией; практическими навыками работы с информацией с использованием компьютерных систем (с соблюдением политики безопасности).</p>	<p>Владеет отдельными навыками работы с компьютером как средством управления информацией; практическими навыками работы с информацией с использованием компьютерных систем (с соблюдением политики безопасности)</p>	<p>Владеет навыками работы с компьютером как средством управления информацией; практическими навыками работы с информацией с использованием компьютерных систем (с соблюдением политики безопасности).</p>	<p>Умеет работ с компьютером как средством управления информацией; практическими навыками работы с информацией с использованием компьютерных систем (с соблюдением политики безопасности)</p>

### 7.3. Типовые контрольные задания



Формы контроля следующие: текущий контроль, рубежный контроль по модулю и итоговый контроль. В соответствии с учебным планом предусмотрен экзамен. Оценка каждого вида деятельности проводится следующим образом:

1. Результаты всех видов учебной деятельности студентов оцениваются по 100 балльной шкале.
2. Средний балл за текущий контроль (ТК) определяется как средняя арифметическая баллов, полученных студентом за аудиторную и самостоятельную работу.
3. Итоговый модульный балл за текущий контроль определяется как произведение среднего балла за ТК и коэффициента весомости ТК, равный 30 %, или 0,3.
4. Средний балл за различные формы проведения промежуточного контроля (ПК), таких как тестирования, письменные работы (коллоквиумы), доклады, рефераты и др., определяется как их средняя величина.
5. Итоговый балл за ПК определяется как произведение среднего балла за ПК и коэффициента весомости ПК, равный 70 %, или 0,7.
6. Итоговый балл за модуль определяется как сумма баллов за ТК и ПК.

Итоговый контроль (экзамен) проводится в виде компьютерного тестирования – 100 баллов. Итоговый контроль (зачет) проводится в виде компьютерного тестирования – 100 баллов. Весомость итогового контроля в оценке знаний студента составляет 50 %, а среднего балла по всем модулям также – 50 %. Шкала диапазона для перевода рейтингового балла с учетом весомости различных видов контроля в «5» – бальную систему следующая: от 51 до 65 баллов – «удовлетворительно»; от 66 до 85 баллов – «хорошо»; от 86 до 100 баллов – «отлично»

#### а) задания для рубежного контроля

#### Вопросы для выполнения письменных работ

1. Приведите по три примера аквакомплексов, аммиакатов, ацидокомплексов.
2. Определить степень окисления центрального иона в комплексных соединениях:  
[Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>Br<sub>2</sub>]SO<sub>4</sub>; Na<sub>3</sub>[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)(CN)<sub>3</sub>]; Pd(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;  
[Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>ClBr]; Na[Pt(NH<sub>3</sub>)Cl<sub>3</sub>]; [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>]; [Co(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]I<sub>2</sub>;  
Na[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(OH)(CN)<sub>3</sub>]; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[SiF<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>]; [Pd(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]SO<sub>4</sub>.
3. Дать названия комплексным соединениям:  
[Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>][PtCl<sub>4</sub>]; Na[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(SO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]; [Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>][CrF<sub>6</sub>]; [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(CO<sub>3</sub>)]Cl;  
[Rh(NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>]; K<sub>2</sub>[Ir(H<sub>2</sub>O)Cl<sub>5</sub>]; [Cr(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>][Co(CN)<sub>6</sub>]; [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>][Fe(CN)<sub>6</sub>].
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 [Cr(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>][Co(CN)<sub>6</sub>], [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>][Fe(CN)<sub>6</sub>].
6. Определите заряд комплексообразователя в соединениях: [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>Br]SO<sub>4</sub>, [Co(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>], Cs[AuCl<sub>4</sub>].
7. Определите комплексные ионы в соединениях: CoSO<sub>4</sub>·5NH<sub>3</sub>, 3NaF·AlF<sub>3</sub>, 2Ba(OH)<sub>2</sub>·Cu(OH)<sub>2</sub>.
8. Определить степень окисления и координационное число комплексообразователя в следующих комплексных соединениях и привести их названия: а) K[AuBr<sub>4</sub>]; б)

- $K_2[Cd(CN)_4]$ ; в)  $Ca[ZrF_6]$ ; г)  $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$ ; д)  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ ; е)  $K[Pt(NH_3)Cl_5]$ ; ж)  $H[Co(H_2O)_2(CN)_4]$ ; з)  $[Pt(NH_3)_5Cl]Cl_3$ ; и)  $Na_2[FeNO(CN)_5]$ ; к)  $K[Cr(SO_4)_2]$
- Определить величину и знак заряда комплексных ионов. Составить формулы комплексных соединений с приведенными катионом или анионом: а)  $[Bi^{+III}I_4]$ ; б)  $Cr^{+III}(NH_3)_5Cl$ ; в)  $[Pd^{+II}(NH_3)_2(CN)_2]$ ; г)  $[Fe^{+III}F_6]$ ; д)  $[Hg^{+II}(SCN)_4]$ ; е)  $[Cr^{+III}(H_2O)_4Cl_2]$ ; ж)  $[Co^{+III}(NH_3)_2(NO_2)_4]$ ; з)  $[Zr^{+IV}(OH)_6]$ ; и)  $[Ag^{+I}(CN)_2]$ ; к)  $[Fe^{+III}(H_2O)_5Br]$
  - Написать координационные формулы следующих комплексных соединений, обосновать выбор комплексообразователя и привести их названия: а)  $3NaF \cdot AlF_3$ ;  $SiF_4 \cdot BaF_2$ ;  $2Ca(CN)_2 \cdot Fe(CN)_2$ ; б)  $2Ba(OH)_2 \cdot Cu(OH)_2$ ;  $CoCl_3 \cdot 4NH_3 \cdot H_2O$ ;  $2KNO_3 \cdot HNO_3 \cdot Au(NO_3)_3$ ; в)  $2NH_4Br \cdot CuBr_2 \cdot 2NH_3$ ;  $3KCN \cdot Fe(CN)_3$ ;  $3NaCl \cdot IrCl_3$ ; г)  $Cd(OH)_2 \cdot 4NH_3$ ;  $KCl \cdot PtCl_4 \cdot NH_3$ ;  $KCN \cdot Co(CN)_3 \cdot 2H_2O$  д)  $NH_4CN \cdot Cr(CN)_3 \cdot 2H_2O$ ;  $CuCl_2 \cdot 2KCl$ ;  $PdCl_2 \cdot 4NH_3$
  - Напишите формулы ионизационных изомеров для комплексов  $[Co(NH_3)_4Br_2]SO_4$ ,  $[Ni(NH_3)_4Br_2]Cl_2$ .
  - Составьте названия комплексных анионов:  $[Ni(H_2O)(CN)_5]^{3-}$ ;  $[Pt(NH_3)Cl_3]$ ;  $[AuCl_3(OH)]^-$ ;  $K_4[Fe(CN)_6]$ ;  $Na_2[PdI_4]$ ;  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ ;  $K_2[Co(NH_3)_2(NO_2)_4]$
  - Составьте формулы комплексных соединений: гексахлоропалладат(IV) аммония; дихлороаргентат(I) цезия. бис(сульфато)тетраакваферрат(III) натрия; гидроксотрихлороаурат(III) оксония.
  - Составьте формулы всех возможных комплексных соединений, комбинируя один  $Co^{III}$ ,  $x NH_3$ ,  $y NO_2^-$  и (при необходимости)  $z K^+$  (для атома  $Co^{III}$  КЧ = 6). Назовите эти соединения.
  - Используя теорию кристаллического поля, определите, будут ли диамагнитными или парамагнитными следующие октаэдрические комплексы, в которых лиганды создают сильное поле: а)  $[Co(H_2O)_2(CN)_4]$ ; б)  $[Mn(CN)_6]^{4-}$ ; в)  $[Cr(NO)(CN)_5]^{3-}$   
Укажите число неспаренных электронов у центрального атома в парамагнитных комплексах.
  - Используя теорию кристаллического поля, установите, будут ли диамагнитными или парамагнитными следующие октаэдрические комплексы, в которых лиганды создают слабое поле: а)  $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ ; б)  $[Mn(C_2O_4)_3]^{3-}$ ; в)  $[Fe(H_2O)F_5]^{3-}$   
Укажите число неспаренных электронов у центрального атома в парамагнитных комплексах.
  - Объясните с помощью теории кристаллического поля, почему комплексная соль  $K_2[Zn(CN)_4]$  бесцветна, а соль  $K_3[Fe(CN)_6]$  окрашена.
  - В комплексах  $[Co(NO_2)_6]^{4-}$  и  $[Ni(NCS)_6]^{4-}$  лиганды обладают сильным полем. Составьте энергетическую схему образования связей в этих комплексах и укажите магнитные свойства комплексов.
  - Будет ли иметь окраску ион  $Zn^{2+}$  в водных растворах?
  - С помощью метода МО изобразите электронную конфигурацию высокоспинового комплексного иона  $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ .
  - Каков механизм образования донорно-акцепторной связи? Укажите донор и акцептор в следующих комплексных ионах:  $[SiF_6]^{2-}$ ,  $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ ,  $[HgI_4]^{2-}$ .
  - 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:  
 $\text{CdSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3 + \text{SrCl}_2 = \dots$ ;               $\text{AgCl} \cdot 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \dots$
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 диаминсеребра(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 диаминмеди(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 нитра-

том серебра, но не взаимодействуют с хлоридом бария. Написать координационные формулы обоих соединений.

**б) 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. Гетерополикислоты.
7. Фталоцианиновые комплексы в природе и технике.
8. Металлопорфирины в природе и технике.
9. Дитизон и его комплексы в аналитической химии.
10. Краун-эфиры и их металлокомплексы.
11. Криптандалы.
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.

**в) контрольные вопросы для промежуточной аттестации (сдачи экзамена)**

**Модуль I**

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. Нефелоауксетический 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.

7.4. 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 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. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. М.: «Академия», 2007. 352 с.
2. Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский Л.И., Гарновский А.Д. Координационная химия. Учебное пособие. М.: Академкнига, 2007. 487 с.
3. Сапрыкова З.А., Амиров Р.Р., Зиятдинова А.Б., Мирсайязнова С.А. Спектрофотометрический метод исследования процессов комплексообразования в водных растворах и организованных средах. Учебное пособие. Казань.2009. 49 с.
4. Костромина Н.А., Кумок В.К., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 1990. 432 с.
5. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 1985. 455 с.
6. Неорганическая биохимия в 2 т. /Под ред. Г. Эйхгорна. М.: Мир, 1978. 543 с.

### **б) дополнительная литература**

7. Современная химия координационных соединений /Под ред. Дж. Льюиса и Р. Уилкинса М.: ИЛ. 1963. Гл. 4-5.
  8. Берсукер И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений. Л.: Химия, 1986
  9. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений в 2 т. М.: Мир. Т. 1, 2.
  10. Координационная химия редкоземельных элементов /Под ред. В.И. Спицына, Л.И. Мартыненко. М.: МГУ, 1979. Гл. 4-7.
  11. Хартли Ф., Бергес К., Оллок Р. Равновесия в растворах. М.: Мир. 1983.
  12. Магомедбеков У.Г. Спектрофотометрическое исследование комплексообразования в растворах. Уч. пособие. Грозный, 1991.
  13. Магомедбеков У.Г. Практикум по биокоординационной химии. Программа. Грозный, 1991
- Эберт К., Эдерер Х. Компьютеры. Применение в химии. М.: Мир, 1988.

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

**Электронные учебные ресурсы:**

Электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://edu.dgu.ru)  
[ЭБС «Университетская библиотека онлайн»](#); [Электронно-библиотечная система ibooks.ru](#); [ЭБС БиблиоРоссика](#); [ЭБС издательства Лань](#).  
 Тренировочные и контрольные тесты по каждому модулю.  
 Текст лекций с контрольными вопросами для самопроверки.  
 Полный интерактивный курс химии Открытая химия 2.6, CD-ROM, 2005 г. Издатель: Новый Диск; Разработчик: Физикон  
 Неорганическая химия. Электронный ресурс. М., ООО"ИнтелПро", 2004-2008 год, 1 диск.

**г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

образовательные ресурсы Интернета – Химия,  
 каталог образовательных интернет-ресурсов <http://www.edu.ru/> Химический каталог: химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/> Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru> XuMuK:  
 сайт о химии для химиков <http://www.xumuk.ru/>  
 Химические серверы <http://www.Himhelp.ru>, ChemWeb, ChemExpress Online, ChemNet.com  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>  
<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/thermo/welcome.html>.  
<http://www.alhimik.ru/cafedra/prac/etcet501.html>.  
<http://rushim.ru/books/neorganika/neorganika.htm>.  
[http://narod.ru/disk/6365824001/neorganicheskaja\\_himija\\_tret'jakova.rar.html](http://narod.ru/disk/6365824001/neorganicheskaja_himija_tret'jakova.rar.html)  
 Книги по химии <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki/Chemistry-books-Neorganika.html>  
<http://chemistry-chemists.com/Books/Uchebniki/Pilipenko.rar>  
<http://rapidshare.com/files/127084420/ripan-chetjanu.rar.html>  
<http://narod.ru/disk/1286050000/ripan-chetjanu.rar.html>  
 Кудрявцев А.А. Составление химических уравнений  
[http://www.newlibrary.ru/download/kudrjavcev\\_a\\_a/\\_sostavlenie\\_himicheskikh\\_uravnenii.html](http://www.newlibrary.ru/download/kudrjavcev_a_a/_sostavlenie_himicheskikh_uravnenii.html)  
 Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии.  
<http://gen.lib.rus.ec/search?req=%D0%9A...0%BE%D0%BD>  
<http://narod.ru/disk/11465880000/chem83.zip.html>  
[http://www.vargin.mephi.ru/book\\_him.html](http://www.vargin.mephi.ru/book_him.html)

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

№№ п/п	Раздел дисциплины	Виды и содержание самостоятельной работы
1.	<p>Теория строения координационных соединений. Метод ВС</p> <p><b>Лабораторная работа №1</b> Спектрофотометрическое исследование комплексообразования железа (III) с лимонной кислотой.</p>	<p>Проработка учебного материала по приведенным литературным источникам.</p> <p>Теория строения координационных соединений. Метод валентных схем (ВС). Основные положения. Высоко- и низкоспиновые, внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Возможности и ограничения метода.</p>
2.	<p>Теория кристаллического поля</p> <p><b>Лабораторная работа №2</b> Изучение комплексообразования меди (II) с аминокислотами фотометрическим методом.</p>	<p>Проработка учебного материала</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
3.	<p>Метод молекулярных орбиталей (теория поля лигандов)</p> <p><b>Лабораторная работа №3</b> Изучение взаимодействия молекулярного кислорода с комплексами биометалл – диоксим – азотистое основание</p>	<p>Проработка учебного материала</p> <p>Теория поля лигандов (ТПЛ). Основные положения. Качественные аспекты ТПЛ. Нефелоауксетический ряд. Построение групповых орбиталей. Схема молекулярных орбиталей для соединений типа <math>ML_6</math>.</p>
4.	<p>Электронные спектры поглощения</p> <p><b>Лабораторная работа №4</b> Изучение комплексных соединений биометаллов с <math>\alpha</math>-аминокислотами (глицин, аланин) методом ИК- спектроскопии.</p>	<p>Проработка учебного материала по приведенным литературным источникам.</p> <p>Электронные спектры, типы электронных переходов и отнесение полос поглощения, d-d переходы. Диаграммы Оргелла и Танабе-Сугано. Эффект Яна-Теллера.</p>
5.	<p>Термодинамика координационных соединений</p> <p><b>Лабораторная работа №5</b> Интерпретация электронных спектров поглощения комплексных соединений био-</p>	<p>Проработка учебного материала по конспектам лекций.</p> <p>Термодинамика координационных соединений. Термодинамические характеристики. Ступенчатый характер равновесий. Вспомогательные функции. Хелатный эффект.</p>



	металлов с аминокислотами с помощью диаграммы Ор-гелла	
13.	Реакции комплексных частиц Лабораторная работа №6 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 <b>Лабораторная работа №7</b> 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.**

Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista

Прикладные программные средства: Microsoft Office 2007 Pro.

Специализированное программное обеспечение: СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro, ChemOffice специализированные химические программы и др.

Полный интерактивный курс химии Открытая химия 2.6, CD-ROM, 2005 г. Издатель: Новый Диск; Разработчик: Физикон

Неорганическая химия. Электронный ресурс. М., ООО"ИнтелПро", 2004-2008 год, 1 диск.

### **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 каждого студента), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными

приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по неорганической химии. Материально-технические средства для проведения лабораторного практикума по дисциплине неорганическая химия включает в себя: специальное оборудование (комплект электропитания ЩЭ, водоснабжение), лабораторное оборудование (лабораторные весы типа ВЛЭ 250 и ВЛЭ 1100, кондуктометр, термометры, рН-метры, печи трубчатая и муфельная, сушильный шкаф, устройство для сушки посуды, дистиллятор, очки защитные, колбонагреватели, штативы лабораторные, штативы для пробирок), Лабораторная посуда (Стаканы (100, 250 и 500 мл), колбы конические (100 мл), колбы круглодонные (250 мл) колбы плоскодонные (100, 250 и 500 мл), колбы Вюрца (250 и 100 мл), цилиндры мерные (100, 25 и 50 мл), воронки капельные, химические, воронки для хлора, воронки Мюнке, промывалки, U-образные трубки, реакционные трубки, фарфоровые чашки, тигли фарфоровые, холодильники прямой, обратный, воронки лабораторные, дефлегматоры), специальная мебель и оргсредства (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, мультимедиа проектор (переносной) с ноутбуком, экран, стол преподавателя, стул-кресло преподавателя, столы лабораторные прямоугольного профиля с твердым химическим и термически стойким покрытием, табуреты, вытяжные шкафы лабораторные, мойка).