

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
Институт химии

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химии  
Проф., д.х.н. Федотова О.В.

"21" \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
Комплексные соединения в экспертизе

Направление подготовки бакалавриата  
04.03.01 Химия

Профиль подготовки бакалавриата  
Аналитическая химия и химическая экспертиза

Квалификация (степень) выпускника  
*Бакалавр*

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Кожина Любовь Филипповна	<i>Кожина</i>	21.05.2019
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна	<i>Крылатова</i>	21.05.2019
Заведующий кафедрой	Черкасов Дмитрий Геннадиевич	<i>Черкасов</i>	21.05.2019
Специалист Учебного управления	Зими́на Елена Валерьевна	<i>Зими́на</i>	21.05.2019г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Комплексные соединения в экспертизе» являются частичное формирование профессиональных компетенций ПК-1, ПК-4, ПК-5, которые направлены на оценку возможности практического применения комплексных соединений в химической экспертизе на основе изучения строения, современных представлений о химической связи и свойств координационных соединений.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Комплексные соединения в экспертизе» относится к разделу Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.5 рабочего учебного плана ООП бакалавриата по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиля «Аналитическая химия и химическая экспертиза». Данная дисциплина изучается в 7 семестре 4 года обучения.

Приступая к изучению дисциплины студенты должны:

**Знать:** электронные конфигурации атомов различных химических элементов; основные положения теории валентных связей и метода молекулярных орбиталей; кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства химических веществ различных классов.

**Уметь:** записывать уравнения реакций, иллюстрирующие кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства химических веществ различных классов химических соединений; оценивать химическое равновесие и определять возможные направления протекания химических взаимодействий.

**Владеть:** методами расчета кинетических и термодинамических характеристик химических реакций; навыками химического эксперимента и исследования химических веществ и реакций; навыками безопасной работы в химической лаборатории; навыками поиска химической информации с использованием различных источников.

Выше перечисленные навыки, умения и знания студенты приобретают при изучении дисциплин предшествующих дисциплинам 7 семестра. Студенты должны обладать морально-психологической готовностью и желанием получать новые фундаментальные знания, приобретать навыки и умения, необходимые для формирования у бакалавров общего химического мировоззрения и развития химического мышления, проявлять настойчивость в решении поставленных учебно-научных задач.

Изучение данной дисциплины дает возможность расширения и углубления знаний, умений и практических навыков для выполнения научно-исследовательской выпускной квалификационной работы (ВКР) в 8 учебном семестре и последующей успешной профессиональной деятельности.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>ПК-1.</b> Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.</p> <p><b>ПК-1.2.</b> Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации</p>	<p><b>Знать</b> – основные теоретические принципы, законы и закономерности, лежащие в основе методов получения, исследования и применения комплексных соединений в экспертизе</p> <p><b>Уметь</b> - систематизировать литературные данные по синтезу, исследованию и применению комплексных соединений в экспертизе; прогнозировать оптимальные условия синтеза химических веществ; использовать полученные теоретические знания по дисциплине в своей учебно-практической деятельности.</p> <p><b>Владеть</b> - навыками логического мышления и методами анализа, синтеза, сравнения и обобщения информации; теоретическими основами методов получения, изучения свойств комплексных соединений, лежащих в основе практического использования в экспертизе; навыками химического эксперимента, необходимыми для синтеза, анализа и исследования химических веществ.</p> <p><b>Знать</b> – основные фундаментальные понятия, законы и закономерности общей и неорганической химии, химии комплексных соединений при осуществлении предлагаемых специалистом более высокой квалификации методов</p>

	<p><b>ПК-1.3.</b> Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин</p>	<p>учебно-исследовательской деятельности</p> <p><b>Уметь</b> – применять теоретические основы и современные представления о химии координационных соединений; особенности строения и свойств комплексных соединений;</p> <p><b>Владеть</b> - навыками использования теоретических основ неорганической химии при решении конкретных задач по синтезу, анализу и идентификации неорганических химических соединений.</p> <p><b>Знать</b> – базовые понятия общей и неорганической химии, химии комплексных соединений по вопросам синтеза, строения и идентификации химических веществ</p> <p><b>Уметь</b> - применять знания общих закономерностей неорганической химии при решении конкретных задач по синтезу и идентификации неорганических химических соединений</p> <p><b>Владеть</b> - навыками обработки и анализа научно-технической информации с учетом теоретических основ химии комплексных соединений</p>
<p><b>ПК-4.</b> Способен решать технологические задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации, и выбирать технические средства и методы их испытаний</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> Проводит поиск и систематизацию информации для выбора оптимальных методов и методик синтеза и характеристики функционального материала (вещества)</p>	<p><b>Знать</b> – основы работы по поиску и систематизации различных видов информации для выбора оптимальных методов и методик синтеза комплексных соединений для последующей характеристики</p> <p><b>Уметь</b> – применять выбранные из различных источников оптимальные</p>

	<p><b>ПК-4.2.</b> Осуществляет подбор веществ и выбор оптимальных условий для синтеза функционального материала (вещества)</p> <p><b>ПК-4.3.</b> Проводит характеристику полученного функционального материала (вещества) физико-химическими методами с использованием типового научного оборудования</p>	<p>методы и методики синтеза для характеристики вещества</p> <p><b>Владеть</b> – навыками систематизации и анализа информации по выбору оптимальных методов и методик синтеза исследуемого вещества и его характеристики</p> <p><b>Знать</b> – теоретические основы физико-химического исследования соединений для прогнозирования свойств комплексных соединений; объяснить выбор того или иного метода синтеза и исследования</p> <p><b>Уметь</b> - использовать знания о химической связи, устойчивости, реакционной способности комплексных соединений для выбора оптимальных условий синтеза, для их применения в экспертизе</p> <p><b>Владеть</b> – навыками подбора веществ и выбора оптимальных условий для получения и исследования выбранного комплексного соединения и возможности их последующего применения в экспертизе</p> <p><b>Знать</b> – основные принципы работы на типовом научном оборудовании, имеющемся в лаборатории</p> <p><b>Уметь</b> – выбрать методы для исследования заданного комплексного соединения (состава, свойств и возможности использования в анализе) с использованием имеющегося в лаборатории оборудования;</p> <p><b>Владеть</b> – навыками работы на типовом научном оборудовании при проведении характеристики</p>
--	---	--

		полученных соединений.
<p><b>ПК-5.</b> Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалиста более высокой квалификации</p>	<p><b>ПК-5.1.</b> Выбирает методы и средства контроля качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации</p> <p><b>К-5.2.</b> Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.</p>	<p><b>Знать</b> – методы и средства контроля качества сырья, компонентов, продукции химического назначения в соответствии с имеющейся информацией и нормативной документацией под руководством специалиста более высокой квалификации</p> <p><b>Уметь</b> – выбирать методы и средства контроля качества сырья, компонентов, выпускаемой продукции химического назначения в соответствии с имеющейся информацией и нормативной документацией под руководством специалиста более высокой квалификации</p> <p><b>Владеть</b> – наиболее доступными методами и средствами контроля качества сырья, компонентов, продукции химического назначения в соответствии с имеющейся информацией и нормативной документацией под руководством специалиста более высокой квалификации</p> <p><b>Знать</b> – основные принципы работы при выполнении стандартных операций на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства под руководством специалиста более высокой квалификации</p> <p><b>Уметь</b> – проявляет навыки выполнения стандартных операций на типовом</p>

	<p><b>ПК-5.3.</b> Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме.</p> <p><b>ПК-5.4.</b> Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации.</p>	<p>оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства под руководством специалиста более высокой квалификации</p> <p><b>Владеть</b> – способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства под руководством специалиста более высокой квалификации</p> <p><b>Знать</b> – правила и требования, предъявляемые к оформлению отчетов о выполненной работе</p> <p><b>Уметь</b> – составлять отчетную документацию о выполненной работе</p> <p><b>Владеть</b> – навыками составления протоколов и отчетов о выполненной работе по заданной форме</p> <p><b>Знать</b> – рабочие характеристики используемого оборудования и соответствие их требуемой нормативной документации</p> <p><b>Уметь</b> – в соответствии с требуемой документацией определить точность получаемых характеристик</p> <p><b>Владеть</b> – навыками установления точности получаемого аналитического сигнала используемого оборудования</p>
--	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 часа, из которых контактная (аудиторная нагрузка) – **90** часов; из них лекции – **36** часов, лабораторные занятия – **54** часа, самостоятельная работа **45** часа, контроль – **9** часов, промежуточная аттестация **зачет с оценкой**.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семе стр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекци и	лаборато рные	семи нары	СРС	
1	Основные понятия химии комплексных соединений.	7	1	2				Беседа дискуссия.
2	Классификация и номенклатура комплексных соединений	7	2	2				Беседа дискуссия.
3	Изомерия комплексных соединений	7	3,4	4				Беседа дискуссия. Проверочная контрольная работа.
4	Строение комплексных соединений. Квантово-механические представления о природе химической связи в комплексных соединениях. Метод ВС, ТКП, МО.	7	5,6,7	6	6		5	Беседа дискуссия. Решение задач. Отчет в лабораторном журнале.
5	Теория кристаллического поля лигандов. Взаимосвязь между методами, их возможности в интерпретации и предсказании свойств комплексных соединений. Окраска комплексных соединений.	7	8,9,10	6	6		5	Беседа дискуссия. Решение задач. Проверочная контрольная работа Отчет в лабораторном журнале
6	Кинетическая и термодинамическая устойчивость комплексных соединений.	7	11,12	4	6		5	Беседа дискуссия. Решение задач. Отчет в лабораторном журнале
7	Типы химических равновесий комплексных соединений в растворах.	7	13,14	4	6		5	Беседа дискуссия. Решение задач. Отчет в лабораторном журнале. Проверочная контрольная работа.

8	Методы исследования комплексных соединений в растворах (методы изомолярной серии, метод отношения наклонов, метод насыщения, ограниченно-логарифмический метод и т.д.)	7	15,16	4	18		15	Беседа дискуссия. Решение задач. Отчет в лабораторном журнале. Защита и обсуждение рефератов
9	Физико-химические методы исследования строения и свойств комплексных соединений.	7	17	2	6		5	Беседа дискуссия. Решение задач. Отчет в лабораторном журнале. Защита и обсуждение рефератов
10	Практическое значение комплексных соединений. Применение комплексных соединений в химической экспертизе.	7	18	2	6		5	Беседа дискуссия. Решение задач. Отчет в лабораторном журнале. Защита и обсуждение рефератов .
	Контроль- 9 часов	7						
	<b>Промежуточная аттестация</b>	7						<b>Зачет с оценкой</b>
	<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>54</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Основные понятия химии координационных соединений:

Координационная теория А.Вернера. Терминология химии комплексных соединений: комплексные соединения, координационное число, лиганд, степень окисления центрального атома. Классификация лигандов. Моно-, би-и полидентатные лиганды. Хелатные циклы. Принцип электронейтральности.

**2. Классификация и номенклатура комплексных соединений.** Типы комплексных соединений (моно-и полиядерные комплексы: хелаты и внутрикомплексные соединения, изо-и гетерополисоединения, аммиакаты и аминаты, ацидосоединения, полигалогениды, гидраты, кластеры и др). Особые свойства внутрикомплексных соединений: устойчивость, гидрофобность, окраска, преимущественная сольватируемость органическими растворителями. Хелатный эффект. Роль внутрикомплексных соединений в системе химико-аналитических операций.

Электропроводность растворов комплексных соединений. Ряды Вернера–Миолати. Номенклатура комплексных соединений.

**3. Изомерия координационных соединений.** Структурная изомерия: гидратные и ионизационные изомеры, изомерия связи, координационная изомерия. «Жесткие» и «мягкие» металлы и лиганды.

**4. Строение комплексных соединений.** Доквантовые представления о природе химической связи в комплексных соединениях: электростатические,

поляризация, ковалентные. Значение данных представлений в понимании причин образования комплексных соединений и их свойств.

Теории строения комплексных соединений. Метод валентных связей. Типы гибридизации атомных орбиталей и соответствующие им геометрические формы комплексов.

**5. Теория кристаллического поля лигандов. Окраска комплексных соединений.** Электростатическое взаимодействие между лигандами и  $d$ -орбиталями металла-комплексообразователя в октаэдрическом и тетраэдрическом комплексе. Расщепление  $d$ -орбиталей. Энергия расщепления. Факторы, влияющие на значение энергии расщепления. Спектрохимический ряд лигандов. Электронная конфигурация  $d$ -подуровня центрального атома в сильном и слабом октаэдрическом поле лигандов. Электронная конфигурация  $d$ -подуровня в слабом тетраэдрическом поле лигандов. Высоко- и низкоспиновые комплексные соединения. Расчет магнитного момента комплекса, содержащего  $d$ -элемент. Определение числа неспаренных электронов по значению магнитного момента. Энергия стабилизации кристаллическим полем и характер изменения радиусов и энтальпии гидратации двухзарядных ионов  $d$ -элементов. Эффект Яна-Теллера. Теорема Яна-Теллера. Влияние природы лиганда на энергию расщепления. Метод молекулярных орбиталей. Влияние молекулярных  $\pi$ -орбиталей на величину расщепления. Сопоставление теорий МО, ВС и ТКП. Окраска комплексов. Расчет энергии стабилизации кристаллического поля по значению длины волны максимума поглощения спектра водного раствора комплекса.

**6. Кинетическая и термодинамическая устойчивость комплексных соединений.** Термодинамическая и кинетическая устойчивость координационных соединений. Общие и ступенчатые константы устойчивости комплексов. Расчет термодинамических характеристик из констант устойчивости координационных соединений. Хелатный эффект и повышенная устойчивость хелатов. Инертные и лабильные комплексы. Комплексные соединения различных элементов. Возможности различных химических элементов Периодической системы в реакциях комплексообразования в зависимости от положения в таблице Д.И. Менделеева.

**7. Типы химических равновесий комплексных соединений в растворах.** Реакции обмена лигандами и реакции разрушения комплексных соединений, расчет констант равновесия. Эффект транс-влияния. Типы химических равновесий комплексных соединений в растворах. Взаимное влияние растворителя и растворенных частиц на свойства друг друга. Влияние других компонентов раствора (буферных смесей, соразтворителей, кислот, оснований, солей, ионной силы раствора и др.) на равновесие комплексообразования.

Окислительно-восстановительные процессы с участием комплексных соединений. Расчет значений стандартных окислительно-восстановительных потенциалов для комплексных ионов и ЭДС реакций.

## **8. Методы исследования комплексных соединений в растворах.**

Спектрофотометрическое исследование процессов комплексообразования в растворах. Методы определения состава и расчет констант устойчивости комплексных соединений. Метод изомолярных серий. Метод молярных отношений (метод «насыщения»). Титриметрический метод. Метод изобестической точки. Метод отношения наклонов (метод Гарвея-Меннинга). Метод прямой линии (метод Асмуса). Ограниченно-логарифмический метод (метод Бента-Френча). Метод пересечения кривых. Способ Клотца. Графические приемы для определения констант устойчивости. Возможности и ограничения каждого метода.

**9. Физико-химические методы исследования строения и свойств координационных соединений.** Криоскопия и эбуллиоскопия, термография, рентгеноструктурные исследования, рефрактометрия, полярометрия, магнитные свойства комплексных соединений, исследование спектров поглощения комплексных соединений.

**10. Практическое значение комплексных соединений.** Роль комплексных соединений: в гравиметрии, спектрофотометрии, экстракции, сорбции и других химических процессах. Применение комплексных соединений в биологии, медицине, сельском хозяйстве, экологии, химической экспертизе.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

Виды учебной работы:

- лекции;
  - лабораторные работы;
  - самостоятельная работа студентов (освоение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам, оформление лабораторных работ, подготовка к текущему и итоговому контролю);
  - индивидуальные консультации по материалу изучаемой дисциплины.
- Использование интерактивных технологий в образовательном процессе:
- лекции с элементами беседы по проблемным вопросам;
  - подготовка и защита рефератов (презентации);
  - лабораторные занятия, включающие в себя элементы научного исследования;
  - учебные беседы-дискуссии при сдаче письменных отчетов по лабораторным работам между преподавателем и студентов о полученных результатах;
  - индивидуальные консультации.

*Лекция* – это способ передачи учебной информации, основная цель которой заключается в формировании основы для последующего усвоения студентами учебного материала изучаемой дисциплины.

*Самостоятельная работа* – метод обучения, при котором по заданию преподавателя и под его руководством студенты самостоятельно решают познавательную задачу, проявляя усилия и активность. Самостоятельная работа включает в себя много элементов познавательной деятельности: конспектирование лекций, аудиторная и внеаудиторная работа, подготовка к текущему контролю, выполнению лабораторных работ, зачету. Управление

системой самостоятельной работы студентов требует интенсификации общения преподавателя и студентов.

*Лабораторные работы* - форма обучения, связанная с процессом осознания изучаемого материала на основе самостоятельной предварительной учебной деятельности студентов. Разрешается выполнять части экспериментальных работ небольшой группой с распределением обязанностей между собой. Это позволяет студентам успешно выполнять сложные эксперименты, обсуждать между собой ход выполнения и результаты работы. При этом обсуждаются наиболее трудные для понимания и усвоения вопросы. Обсуждение таких вопросов в условиях коллективной работы обеспечивает активное участие в ней каждого студента. Во время занятий студенты выступают с небольшими сообщениями (рефератами) с последующим обсуждением. При этом студент учится точнее выражать свои мысли; отстаивать свою точку зрения; аргументировано возражать, приобретая навыки научного общения.

Технология интерактивного обучения состоит в том, чтобы на протяжении всего процесса обучения, практически на каждом занятии, создать условия для целенаправленного усиленного взаимодействия преподавателя и студентов. Это способствует саморазвитию, самосовершенствованию и реализации творческой деятельности студентов.

К методам мотивации, позволяющим реализовать творческую деятельность, развить коммуникативную способность каждого студента, научить его аргументировано выражать свои мысли, относятся поисково-исследовательские работы. Все лабораторные работы, выполняемые при изучении данной дисциплины, можно считать поисково-исследовательскими работами, проводимыми с использованием **интерактивных технологий** в объеме **54 часов**.

Игровые приемы являются составной частью лабораторных занятий. При этом отрабатываются теоретические и практические навыки, позволяющие студенту увереннее чувствовать себя в профессиональной деятельности, а усвоенные логические приемы позволяют находить пути правильного решения практических задач.

- *Игра-соревнование* (тренинг) соотнесения понятий с соответствующими явлениями.

- *Игра-тренинг «Карусель»* на отработку навыков составления формул комплексов по названию и наоборот, составление названий по формуле соединения.

- *«Мозаика»* - игра по составления структурных формул комплексных соединений по описанию.

- *«Мозговая атака»* - метод, при котором принимается любой ответ студента на заданный вопрос. При этом преподавателю нельзя сразу же давать оценку высказываниям студента. Нужно записывать все ответы и мнения каждого на доске. Происходит выяснение информированности обучающихся по конкретному вопросу. Отвечая на поставленный вопрос, студент должен знать, что от него не требуется объяснения и обоснованного ответа. Данный

метод является эффективным при обсуждении спорных химических вопросов; выяснения степени подготовленности студентов по изучаемой теме; поощрения неуверенных и сомневающихся студентов.

***Адаптация образовательных технологий для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.***

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия и переработки материала. Поэтому подбор и разработка учебных материалов будут производиться с учетом того, чтобы предоставлять этот материал в различных формах, например инвалиды с нарушениями слуха будут получать информацию в основном визуально.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в программе результатов обучения и уровень сформированности компетенций, заявленных в программе дисциплины.

Форма проведения текущей и итоговой аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете. Для оптимизации времени труда и отдыха запланированы дополнительные перерывы.

При обучении лиц с *ограниченными возможностями здоровья и инвалидов*

- необходимо создание комфортного психологического климата в студенческой группе;
- обеспечение студентов печатными и электронными образовательными ресурсами;
- проведение текущей и итоговой аттестации с учетом состояния здоровья обучающегося. В случае необходимости – предоставление дополнительного времени для подготовки ответа;
- оказание помощи студенту в организации самостоятельной работы;
- проведение индивидуальных консультаций;
- в случае необходимости содействовать обучению студента по индивидуальному учебному плану или индивидуальному графику обучения.

Наиболее эффективным механизмом обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов является использование компьютерных технологий; прием-передача информации в доступных формах. Не выходя из дома, студенты могут получать и осваивать учебный материал в спокойной обстановке, в удобном темпе и удобное время.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме **45** часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- выполнение письменных домашних заданий;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- выполнение проверочных контрольных работ;
- реферат (характеристика) комплексного соединения по формуле вещества о строении и свойствах комплекса; обсуждение возможности использования в анализе продуктов химического назначения;
- выполнение и отчет по лабораторной работе;
- работу с Интернет-источниками (поиск в различных системах, таких как [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)), справочниками, научными и научно-популярными изданиями.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять новыми сведениями.

Организовать самостоятельную работу так, чтобы активно работал каждый студент, можно с помощью использования учебных пособий, содержащих краткое изложение основных теоретических положений дисциплины, справочный материал, примеры решения задач, задания для самостоятельной работы. Методические разработки, дополняя традиционный метод обучения (лекцию), способствуют интенсификации учебного процесса. Их применение обеспечивает индивидуализацию обучения, активизацию познавательной деятельности, развитие творческого мышления студентов.

При выполнении самостоятельной работы студентам рекомендуется использование учебных пособий, в которых рассмотрены теоретические вопросы изучаемой дисциплины и примеры решения задач.

Вопросы для самостоятельной подготовки к лабораторным занятиям студенты получают на предыдущем занятии или по электронной почте от преподавателя.

*Примеры задач, решаемых при освоении материала дисциплины:*

1. Используя в качестве лигандов бромид-ион и аммиак, составьте формулы:
  - а) шестикоординационного комплекса палладия (IV), водный раствор которого является неэлектролитом;
  - б) координационного комплекса хрома (III), водный раствор которого имеет приблизительно такую же электропроводность, как и водный раствор бромида калия.
2. Используя ТКП и МВС, объясните образование следующих комплексов:



6. Тетрагидрат гекса(тиоцианато)хромата(III) калия  $K_3[Cr(NCS)_6] \cdot 4H_2O$

- Изучение свойств комплексов:

Для комплексов, полученных в предыдущей работе изучить реакции замещения лигандов (использовать справочные данные) и реакции разрушения комплексов (рассчитать константы равновесия); по спектрам поглощения комплексов рассчитать энергии расщепления d-подуровня и составить энергетические диаграммы (ТКП) для октаэдрических и тетраэдрических комплексов с учетом силы поля лигандов.

- Изучение комплексообразования редкоземельных ионов и d-элементов с органическими лигандами методом спектрофотометрии:

а) выбор оптимальных условий комплексообразования;

б) определение состава образующегося комплекса (различными методами);

в) расчет константы устойчивости комплексного соединения.

- Определение катионов металлов в модельных системах и в объектах сложного состава (рефераты).

а) определение железа в природных водах;

б) определение редкоземельных элементов в модельных системах и в сплавах;

в) определение железа и хрома в промышленных сточных водах;

*Пример лабораторной работы:* «Равновесия в растворах комплексных соединений»

*Цель работы:* изучение процессов диссоциации в растворах комплексных соединений; реакций обмена; разрушения комплексов; конкурирующего комплексообразования; влияния природы растворителя на устойчивость комплексов; окислительно-восстановительных процессов с участием комплексных соединений.

Опыт 1. «Образование и разрушение комплексных ионов»

- К нескольким каплям раствора  $AgNO_3$  добавьте раствора  $NaCl$ . К образовавшемуся осадку по каплям при встряхивании прилейте раствор  $NH_3$  до полного растворения осадка.

*Запишите уравнение реакции образования аммиачного комплекса серебра. Объясните наблюдаемые явления с точки зрения представлений о вторичной диссоциации комплексного иона с учётом растворимости труднорастворимых солей. Выведите формулу для расчета константы равновесия процесса растворения труднорастворимых солей в растворах, содержащих лиганды. Составьте название полученного соединения. Определите геометрическое строение комплексного иона. Укажите тип гибридизации центрального атома.*

Полученный прозрачный раствор аммиаката серебра разделите на 2 части: к одной добавьте несколько капель раствора  $HNO_3$ , к другой - раствора иодида калия. В обоих случаях образуются осадки.

*Укажите цвет осадков и составьте уравнения реакций в молекулярном и ионном виде, пояснив в каждом случае причину разрушения комплексного иона  $[Ag(NH_3)_2]^+$ . Эти реакции являются качественными для обнаружения ионов  $Ag^+$ .*

- К раствору аммиака меди(II), полученному ранее, добавьте раствор азотной кислоты. Наблюдайте изменение цвета раствора в результате разрушения комплексных ионов меди и образования более устойчивых комплексных ионов аммония.

*Объясните причину разрушения комплексных ионов. Составьте название аммиачного комплекса меди. Укажите геометрическую конфигурацию комплексного иона и тип гибридизации центрального атома. Дайте объяснение изменению окраски в растворе комплексных соединений с точки зрения ТКП.*

- *Качественная реакция обнаружения ионов кобальта:* Налейте в пробирку 3-4 капли раствора соли кобальта(II), 5-8 капель насыщенного раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$  (либо  $\text{KSCN}$ ), 5-8 капель органического растворителя (спирто-эфирная смесь). Встряхните пробирку, наблюдайте изменение цвета слоя органического растворителя, в котором растворимость роданидного комплекса кобальта(II)  $(\text{NH}_4)_2[\text{Co}(\text{SCN})_4]$  выше, чем в воде.

*Напишите уравнение образования комплекса. Назовите образующееся соединение. Оцените строение комплексного иона по методу ВС и ТКП.*

- *Качественная реакция обнаружения ионов никеля:* в пробирку внесите 3-4 капли раствора соли никеля(II), добавьте по каплям при встряхивании водный раствор аммиака  $\text{NH}_3$  до растворения выпавшей в осадок основной соли никеля(II) и образования комплексных ионов  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ .

*Наблюдайте изменение цвета раствора и напишите уравнение реакции. Дайте обоснованное объяснение происходящих превращений.*

- *Получите гексагидрохромат(III) натрия растворением гидроксида хрома в избытке щелочи и исследуйте отношение раствора этого комплекса к сероводородной воде, углекислому газу, хлориду хрома(III). Отметьте признаки происходящих химических превращений, напишите уравнения химических реакций и дайте обоснованное объяснение.*

Система заданий, позволяющая оценить степень освоения материала дисциплины и умений обучающегося - текущий контроль.

В качестве примера приведен один из вариантов заданий:

1. Какова формула соединения с комплексообразователем  $\text{Co} (+3)$ , координационное число 6, с лигандами  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_3$  и внешней сферой  $\text{K}^+$

- 1)  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$                       2)  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_4]$                       3)  $\text{K}[\text{CoCl}_4(\text{NH}_3)_2]$   
4)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]\text{K}$                       5)  $\text{K}[(\text{NH}_3)_2\text{CoCl}_4]$

2. Определите заряд комплекса хлорооксалатотриаквахром (III)

- 1) 2-                      2) 1-                      3) 0                      4) 1+                      5) 2+

3. Какова электронная формула d-подуровня атома  $\text{Co} (+3)$ ?

- 1)  $3d^7$                       2)  $3d^5$                       3)  $3d^6$                       4)  $3d^9$                       5)  $3d^4$

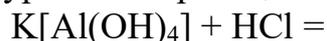
4. Определите конфигурацию d-подуровня атома  $\text{Co} (+3)$  в октаэдрическом комплексе при слабом поле лигандов

- 1)  $t_{2g}^4e_g^2$                       2)  $t_{2g}^3e_g^4$                       3)  $t_{2g}^6e_g^0$                       4)  $t_{2g}^5e_g^0$                       5)  $t_{2g}^2e_g^4$

5. Определите число неспаренных электронов у атома  $\text{Co} (+3)$  в комплексе предыдущего задания

- 1) 0                      2) 4                      3) 2                      4) 6                      5) 3

6. Составьте уравнение реакции



Ответ дайте в виде суммы стехиометрических коэффициентов молекулярного уравнения

1) 11            2) 17            3) 10            4) 12            5) 9

7. Составьте уравнение реакции



Ответ дайте в виде суммы стехиометрических коэффициентов краткого ионного уравнения

1) 8            2) 5            3) 12            4) 10            5) 7

8. Какой тип изомерии проявляется в следующих комплексных соединениях:



1) оптическая    2) гидратная    3) геометрическая    4) ионная

9. Из раствора, содержащего 0,05 моль  $CoCl_3 \cdot 3NH_3 \cdot 3H_2O$ , при добавлении избытка  $AgNO_3$  выпадает в осадок 0,1 моль  $AgCl$ . Установите правильную формулу комплексного соединения

1)  $[Co(H_2O)(NH_3)_3Cl_2]Cl \cdot 2H_2O$             2)  $[Co(H_2O)_2(NH_3)_3Cl]Cl_2 \cdot H_2O$

3)  $[Co(NH_3)_3Cl_3] \cdot 3H_2O$             4)  $[Co(H_2O)_3(NH_3)_3]Cl_3$

10. Равновесие в системе  $AgI + 2NH_3 = [Ag(NH_3)_2]I$ , если  $PP(AgI) = 8,3 \cdot 10^{-17}$  и  $K_{уст.} [Ag(NH_3)_2]^+ = 1,74 \cdot 10^7$  оценивается константой равновесия

1)  $1,4 \cdot 10^9$     2)  $1,4 \cdot 10^{-9}$     3)  $2,8 \cdot 10^{-17}$     4)  $2,8 \cdot 10^7$     5)  $1,2 \cdot 10^{-10}$

11. Хлорид серебра ( $PP = 1,78 \cdot 10^{-10}$ ) можно растворить в стандартных условиях в водных растворах с образованием комплексов

1)  $NH_3$  ( $K = 1,6 \cdot 10^7$ )            2)  $KCN$  ( $K = 7,1 \cdot 10^{19}$ )

3)  $Na_2S_2O_3$  ( $K = 2,9 \cdot 10^{13}$ )            4)  $KNCS$  ( $K = 1,7 \cdot 10^8$ )

Промежуточная аттестация включает **зачет с оценкой** по окончании семестра.

### Вопросы промежуточной аттестации

1. Понятие комплексного соединения. Атом - комплексообразователь.

Лиганды. Классификация комплексов. Катионные, анионные и нейтральные комплексы. В качестве примеров рассмотрите комплексы:

а) трисульфат бис {гексаамминкобальта(III)}

б) гексааммин осмия

в) калийтетрафторобериллий (II)

2. Координационное число. Внутренняя и внешняя координационные сферы. Многоядерные комплексы. Для ответа используйте следующие комплексы:  $K_3[Ni(H_2O)(CN)_5]$ ;  $[V(H_2O)_6](NO_3)_3$ ;  $Na_2[Rh_2(CH_3COO)_4Br_2]$

3. Номенклатура комплексных соединений. Составьте названия следующих комплексных соединений:

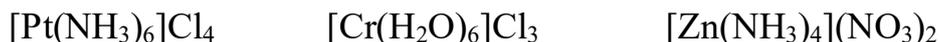


4. Номенклатура комплексов. Составьте формулы комплексов по названию:

- а) дифтородиоксиодат (V)- ион;
- б) катион нитритопентаамминкобальта (III);
- в) катион трис(этилендиамин)кобальта (III);
- г) гесафтороурат (V) – ион.

5. Изомерия комплексных соединений. Типы изомерии.

6. Теория валентных связей. Гибридизация орбиталей и структура комплексов. Составьте схему образования химических связей, определите тип гибридизации и магнитные свойства следующих комплексов:



7. Теория кристаллического поля. 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 их магнитные свойства.

8. Проявление эффекта Яна-Теллера в комплексных соединениях.

9. Окраска комплексных соединений с точки зрения теории кристаллического поля.

10. Метод молекулярных орбиталей. На примере комплексов кобальта (III) с сильным и слабым лигандом рассмотрите схему образования химической связи.

11. Окраска комплексных соединений с точки зрения теории кристаллического поля. Объясните, почему соединения золота (I) не окрашены, а соединения золота (III) – окрашены.

12. Энергия расщепления d – орбиталей в октаэдрическом поле слабых лигандов. Для иона  $[\text{CoF}_6]^{3-}$  запишите энергетическую диаграмму расщепления d-подуровня. Определите магнитные свойства комплекса и рассчитайте значение магнитного момента.

13. Энергия расщепления d – орбиталей в октаэдрическом поле сильных лигандов. Энергетическая диаграмма комплекса. Для иона  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  энергия расщепления равна 167,2 кДж/моль. Какова окраска соединений хрома (III) в водных растворах?

14. Диссоциация комплексных соединений в растворе. Константы нестойкости и устойчивости комплексных соединений.

15. Ступенчатые и общие константы образования комплексов.

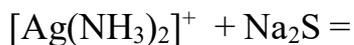
16. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.

17. Реакции замещения лигандов в комплексных соединениях. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций полного замещения лигандов в водном растворе:



18. Реакции замещения и эффект трансвлияния при синтезе комплексных соединений.

19. Реакции разрушения комплексных соединений. Расчет констант равновесия. Для обоснования ответа используйте реакцию:



20. Окислительно-восстановительные реакции с участием комплексных соединений. Расчет стандартных окислительно-восстановительных потенциалов для комплексных ионов. В качестве примера рассмотрите реакцию:  $\text{Au} + \text{NaCN} + \text{O}_2 =$

21. Спектрохимический ряд лигандов. Выберите из каждой указанной ниже пары комплексов тот комплекс, который, по вашему мнению, должен поглощать свет с более высокой энергией?

а)  $[\text{CoF}_6]^{4-}$  и  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  б)  $[\text{FeCl}_4]^-$  и  $[\text{FeCl}_4]^{2-}$  в)  $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  и  $[\text{V}(\text{NO}_3)_6]^{3-}$

22. Хелаты. Повышенная устойчивость хелатов. Применение хелатов в химическом анализе.

23. Определение состава комплексов методом отношения наклонов (метод Гарвея-Меннинга).

24. Определение состава комплексных соединений методом молярных отношений (метод «насыщения»).

25. Определение состава комплекса методом изобестической точки.

26. Спектрофотометрическое определение состава комплексов методом изомолярных серий.

27. Определение состава комплекса методом прямой линии (метод Асмуса).

28. Ограниченно-логарифмический метод определения состава комплексов (метод Бенга-Френча).

29. Применение способа Клотца для расчета констант устойчивости комплексных соединений.

30. Метод пересечения кривых для определения состава и прочности моноядерных комплексных соединений.

31. Графические приемы, используемые для расчета констант устойчивости комплексов.

32. Гравиметрический анализ с использованием комплексных соединений.

33. Комплексные соединения в спектрофотометрических методах анализа.

34. Комплексные соединения в химической экспертизе.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности по дисциплине «Комплексные соединения в экспертизе»

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
7	10	20	0	25	0	15	30	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента

#### *Проверка и оценка знаний и умений обучающихся:*

При оценке результатов обучения студентов учитываются следующие качественные показатели ответов:

- глубина (соответствие изученным теоретическим обобщениям);
- осознанность (соответствие требуемым в программе умениям применять полученную информацию);
- полнота (соответствие объему программы и информации учебника).

При оценке учитываются число и характер ошибок (существенные или несущественные). Существенные ошибки связаны с недостаточной глубиной и осознанностью ответа. Несущественные ошибки определяются неполнотой ответа.

#### Критерии оценивания учебной деятельности студента:

##### *Оценка устного ответа:*

Максимальный балл за данный вид учебной деятельности студентов	Ответ полный и правильный, на основании изученных теорий, самостоятельный, изложен в определенной логической последовательности.
70% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Ответ полный и правильный, на основании изученных теорий, изложен в определенной логической последовательности, но при этом допущены 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
60% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Ответ достаточно полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязанный.
Менее 50% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Непонимание основного содержания изучаемого материала, существенные ошибки, которые студент не может исправить по требованию преподавателя.

##### *Оценка экспериментальных умений и навыков:*

*Лабораторные занятия* – оценивается: выполнение лабораторных работ, письменный отчет по лабораторным работам, самостоятельность при выполнении работы, грамотность в оформлении, правильность выполнения,

соблюдение правил безопасности при работе в лаборатории. Диапазон баллов 0-20. Каждое лабораторное занятие 20 баллов / 9 = 2,2 балла.

**Условие** - отчет за выполненную работу предоставляется преподавателю в день выполнения работы.

Максимальный балл за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена полностью и правильно, сделаны соответствующие наблюдения и выводы; учтены правила техники безопасности.
70% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена правильно, сделаны соответствующие наблюдения и выводы, но при этом эксперимент выполнен не полностью, или допущены несущественные ошибки в ходе работы.
60% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Работа выполнена правильно приблизительно на 50%, или допущена существенная ошибка в ходе эксперимента, в объяснении и оформлении работы.
Менее 50% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Имеются две или более существенных ошибок при выполнении и оформлении работы, нарушены правила техники безопасности.

#### *Оценка умения решать расчетные задачи:*

*Решение задач* – решение должно быть оформлено с подробным описанием хода решения и расчетных формул в общем виде с указанием единиц измерения всех величин. Преподаватель может задать вопрос, с целью выяснения понимания студентом изучаемого материала.

Если у некоторой группы студентов работа выполнена «под копирку», то все студенты теряют баллы за данный вид деятельности (0 баллов).

Максимальный балл за данный вид учебной деятельности студентов	Задача решена правильно, без ошибок.
70% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Ход решения правильный, но допущена ошибка в математических расчетах.
60% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Допущено не более 2-х ошибок в ходе решения.
Менее 50% от максимального балла за данный вид учебной деятельности студентов	Ход решения задачи неверный

*Лекции* – оценивается посещаемость, активность студента при ответе на вопросы преподавателя. Диапазон баллов 0-10. Максимальный балл выставляется при 100% посещаемости и активной работе на лекциях. Число баллов за каждую лекцию: максимальный балл за данный вид деятельности / число лекций = 10/18 = 0,55 балла.

*Практические занятия* – не предусмотрены

*Самостоятельная работа* – общий диапазон баллов за данный вид деятельности 0-25. Оценивается подготовка к выполнению лабораторных работ, качество и количество выполненных домашних работ (0-16 баллов). *Подготовка и защита реферата* (владение материалом дисциплины, умение представлять и защищать свою работу) (0-9 баллов).

*Методические рекомендации*

Реферат (и последующий доклад) студента - конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой студентов.

Реферат (и последующий доклад) студента – представляет собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-исследовательской темы с последующим обсуждением. При этом студент учится точнее выражать свои мысли; отстаивать свою точку зрения; аргументировано возражать. Этот вид деятельности студента позволяет контролировать способность обобщать, систематизировать полученные знания. При оценке качества выполненной работы оцениваются структура реферата, полнота изложения материала, количество используемых источников информации. При выступлении студента с докладом учитывается последовательность изложения материала, убедительность, используемая терминология (грамотный химический язык).

Требования и правила оформления реферата представлены на сайте СГУ.

	0 баллов	4-5 баллов	6-7 баллов	8-9 баллов
Реферат	Работа не выполнена	Материала по теме недостаточно, содержание работы не отражает ее сути	Материал соответствует теме работы, но оформлен не в соответствии с правилами	Материал соответствует теме работы, оформлен в соответствии с правилами и доложен. Студент владеет материалом, отвечает на дополнительные вопросы

*Автоматизированное тестирование* – не предусмотрено

*Другие виды учебной деятельности* – диапазон баллов 0 – 15; в том числе проверочные работы (0-11 баллов); участие в игровых формах (1-4 балла).

	0 баллов	1 балл	2-3 балла	4 балла
Деловая игра	Не участвовал в игре	Способность выполнять задания, но отсутствие личной активности и самостоятельности при работе в команде	Проявление инициативы в работе команды, но отсутствие способности грамотно преподнести материал	Присутствуют групповые и индивидуальные элементы работы, активность и грамотная подача материала

Проведение проверочных работ способствует повышению мотивации студентов к изучению дисциплины, позволяет им составить представление об уровне своих знаний, в целом, способствует своевременному выполнению учебного плана. Результаты выполняемой работы позволяют студенту выявить, какие разделы необходимо дополнительно проработать при подготовке к зачету.

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы. Во время самостоятельной работы студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по изучаемой дисциплине. Во время **зачета** студент должен дать развернутый ответ на вопросы, указанные в задании. Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы по изучаемой дисциплине. Во время ответа студент должен продемонстрировать умение применения основных химических знаний для объяснения и решения конкретной задачи.

*Промежуточная аттестация* – собеседование по контрольным основным вопросам изучаемой дисциплины. Диапазон баллов 0-30.

ответ на «отлично» оценивается от 25 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 20 до 24 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 16 до 19 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 15 и менее баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 7 семестр по дисциплине «Комплексные соединения в экспертизе» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1. Таблица перерасчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Комплексные соединения в экспертизе» в зачет с оценкой

80-100 баллов	«отлично»
66-79 баллов	«хорошо»
55-65 баллов	«удовлетворительно»
Менее 55 баллов	«неудовлетворительно»

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Комплексные соединения в экспертизе»

а) литература:

1. Неорганическая химия. Ч.1 и Ч.2. [Текст]: учеб. пособие / Ядрицева Т.С. – [Б.м.]: изд-во ЛКИ, Б. – 110с. и 110с.- Б.ц. 2008. Книга находится в базовой версии ЭБС «РУКОНТ»

2. Неорганическая химия. В 2-х т./ Пер. с англ. А.И.Жирова, Д.О.Чаркина, М.Г. Розовой, С.Я. Истомина, М.Е.Тамм. М.: Мир. 2009.

3. Неорганическая химия. Химия элементов: Учебник в 2 томах / Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе – 2 изд., перераб. и доп. –М.: Изд-во Химия; 2001. - 537с.

4. Кожина Л.Ф., Косырева И.В., Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Учебно-методическое пособие для студентов направления «Педагогическое образование» профиль «Химия» Ч.1. Основные понятия химии комплексных соединений. Электронный ресурс. 2017. – 48 с. [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/1803.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1803.pdf)

5. Кожина Л.Ф. Косырева И.В. Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Ч.2. Строение комплексных соединений. Учебно-методическое пособие для студентов направления «Педагогическое образование» профиль «Химия». Электронный ресурс. 2017. – с. [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/1824.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1824.pdf)

6. Кожина Л.Ф., Косырева И.В., Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Часть III. Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Химия». Электронный ресурс. Саратов - 2018. - 51 с. [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/2062.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/2062.pdf)

7. Кожина Л.Ф., Косырева И.В., Крылатова Я.Г. Комплексные соединения в неорганической химии. Часть IV. Решебник к учебно-методическому пособию «Комплексные соединения в неорганической химии». Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки «Педагогическое образование», профиль «Химия». Электронный ресурс. Саратов – 2018. - 72 с. [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/2063.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/2063.pdf)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Microsoft Windows Pro 7 (Номер лицензии: OpenLicense № 46312747 (№ контракта 048K/07 на основании распоряжения [О лицензионном ПО] №46 от от 06.07.07.) (70 шт.); Microsoft Windows Vista Business Номер лицензии: № 42226296, от 21.12.2009. (21 шт.);

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютерный класс с выходом в Интернет.
2. Лекционный зал, оборудованный современной презентационной техникой.
3. Электронные весы, спектрофотометр СФ-201; спектрофотометр UV-1800 SHIMADZU с необходимым программным обеспечением.
4. Лаборатория с необходимым набором химических веществ и принудительной вентиляцией.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом ООП ВО по направлению «Химия» и профилю подготовки «Аналитическая химия и химическая экспертиза»

Автор \_\_\_\_\_  
доцент, к.х.н. кафедры общей  
и неорганической химии  
Института химии СГУ

Кожина Л.Ф.

Программа одобрена на заседании кафедры общей и неорганической химии от 21 мая 2019 года, протокол №15.