

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И РЕАГЕНТЫ В
АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Направление подготовки 04.04.01 **Химия**

Направленность (профиль программы) **«Аналитическая химия»**

Квалификация (степень) – магистр

Форма обучения - очная

Владикавказ 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению 04.04.01 Химия, программа «Аналитическая химия», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13.07.2017 г. № 655, учебным планом подготовки магистра по направлению 04.04.01 Химия, программа «Аналитическая химия», утвержденным ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» (протокол № 9 от 27.04.2023 г.).

Составитель: к.х.н., доцент О.В. Неелова

Рабочая программа дисциплины принята в составе основной профессиональной образовательной программы решением ученого совета (протокол № 9 от 27.04.2023 г.)

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии» составляет 3 зачетные единицы – 108 ч.

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	2	-
Семестр	3	-
Лекции	18	-
Практические (семинарские) занятия	36	-
Лабораторные занятия	-	-
Консультации	-	-
Итого аудиторных занятий	54	-
Самостоятельная работа	54	-
Курсовая работа	-	-
Форма контроля		
Экзамен	-	-
Зачет	зачет	-
Общее количество часов	108	-

2. Цели освоения дисциплины

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 04.04.01 Химия, программа «Аналитическая химия», и уровню высшего образования магистратура, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13.07.2017 г. № 655, целью освоения дисциплины «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии» является углубление знаний студентов по изучению состава, структуры, физико-химических свойств координационных соединений и органических реагентов и их применения в аналитической химии.

Изучение данной дисциплины служит подготовкой студента к будущей профессиональной деятельности в областях – научно-исследовательской и педагогической согласно профессиональным стандартам:

1. **40.010. Профессиональный стандарт «Специалист по техническому контролю качества продукции»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 123н. (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 22 апреля 2014 г. № 32067). Вид профессиональной деятельности – «Технический контроль качества продукции».
2. **40.011. Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 марта 2014 г. № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 г., регистрационный № 31692). Вид профессиональной деятельности – «Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива».
3. **01.004. Профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»** утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 24 сентября 2015 г. № 38998). Вид

профессиональной деятельности – «Педагогическая деятельность в профессиональном обучении, профессиональном образовании, дополнительном профессиональном образовании».

Изучение дисциплины «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии» приведет к формированию творчески работающих специалистов с развитым научным мышлением, обладающих необходимым запасом знаний в области аналитической химии, способных использовать теоретические знания при решении практических задач, проявляя при этом самостоятельность, инициативу, а также в необходимых случаях – умение участвовать в принятии коллективных решений, выбирая наиболее оптимальные из них.

Задачи дисциплины

1. Формирование систематизированного представления о современном состоянии химии координационных соединений, методах их синтеза и исследования свойств.
2. Изучение основных областей применения комплексных соединений и органических реагентов в различных методах химического анализа.
3. Получение навыков практической работы с химическими реактивами и посудой, приборами.
4. Обучение студентов навыкам научного исследования.
5. Формирование навыков изучения научной литературы.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Б1.В.ДВ.02.01 Часть, формируемая участниками образовательных отношений, Блока 1, дисциплина по выбору.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 ОПОП направления подготовки 04.04.01 «Химия», программа «Аналитическая химия» квалификация (степень) – академический магистр. Является дисциплиной по выбору Б1.В.ДВ.02.01 учебного плана.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины, относятся знания, умения и навыки, сформированные в результате изучения дисциплин направления подготовки 04.03.01 Химия, бакалавриата: «Аналитическая химия», «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Физика», «Математика», а также дисциплин, изучаемых в течение 1 курса магистратуры: «Анализ природных и промышленных объектов», «Современные электрохимические методы анализа», «Современные хроматографические методы анализа».

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося согласно предварительным компетенциям по ФГОС 03.04.01 Химия, необходимые при освоении дисциплины «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии»:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием современных информационно-коммуникационных технологий с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способность к поиску и первичной обработке научной и научно-технической информации (ОПК-5);

- знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6);
- способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владение системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способность применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);
- способность получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий (ПК-5);
- владение навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);
- владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств (ПК-7);
- способность использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач (ПК-8).

Для освоения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами. Студент должен:

Знать:

1. Основные понятия и методы химических дисциплин.
2. Связь свойств соединений с положением составляющих их элементов в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева.
3. Строение и химические свойства основных классов неорганических и органических соединений.
4. Основные теоретические положения, лежащие в основе химических и физико-химических методов идентификации и определения веществ.
5. Природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе химических и физико-химических методов анализа.
6. Специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа.
7. Основы химических методов качественного и количественного анализа – специфические реакции, действие групповых реагентов, основы гравиметрического и титриметрического анализа.
8. Основы физико-химических методов анализа: оптических, электрохимических и хроматографических.
9. Методы и способы выполнения качественного анализа, методы обнаружения неорганических катионов и анионов.
10. Методы, приемы и способы выполнения химического и физико-химического анализа для установления качественного состава и количественных определений.
11. Методы разделения веществ (химические, хроматографические, экстракционные).
12. Основные положения теории учета погрешностей анализа и статистической обработки результатов анализа.
13. Правила техники безопасности и работы в химической лаборатории и с аналитической аппаратурой.
14. Основные законы физики, физические явления и закономерности.
15. Основы теории вероятности и математической статистики.

Уметь:

1. Пользоваться современной научной, учебной и справочной литературой по химии и химической технологии и информационными технологиями.
2. Правильно использовать номенклатуру неорганических и органических соединений.
3. Прогнозировать реакционную способность химических соединений и физические свойства в зависимости от положения в периодической системе.
4. Пользоваться основными реактивами, растворителями, химической посудой.
5. Готовить растворы с заданной концентрацией растворенных веществ.
6. Проводить лабораторные опыты, объяснять сущность конкретных реакций и их аналитические эффекты.
7. Оформлять результаты экспериментальной работы в виде отчета.
8. Готовить истинные, буферные и коллоидные растворы; измерять физико-химические параметры растворов.
9. Собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований.
10. Проводить разделение веществ химическими и хроматографическими методами.
11. Проводить лабораторные опыты, объяснять суть конкретных реакций и их аналитические эффекты, оформлять отчетную документацию по экспериментальным данным.
12. Проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных в химических экспериментах.

Владеть:

1. Навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщающие выводы.
2. Навыками безопасной работы в химической лаборатории и умения обращаться с химической посудой, реактивами, работать с газовыми горелками и электрическими приборами.
3. Основными приемами и техникой выполнения экспериментов, иметь навыки работы с физико-химическими приборами и установками.
4. Навыками проведения анализа физических и химических свойств веществ различной природы.
5. Базовыми технологиями преобразования информации, текстовыми и табличными редакторами, техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности.
6. Навыками обработки результатов эксперимента и формулирования практических выводов.
7. Навыками математической обработки текстовой и графической информации.

Дисциплина «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии» имеет логическую и содержательно-методическую взаимосвязь с последующими дисциплинами и практиками учебного плана, а именно: «Современные спектроскопические методы анализа», «Экспресс-методы в химическом анализе», «Методы контроля качества продуктов питания», «Научно-исследовательская работа», «Преддипломная практика», выполнения выпускной квалификационной работы.

При освоении данной дисциплины обучающийся сможет продемонстрировать (**частично**) следующие **обобщенные трудовые функции (ОТФ)** и **трудовые функции (ТФ)**:

Код и наименование профессионального стандарта		Обобщенная трудовая функция (ОТФ)		Трудовая функция (ТФ)	
01 Образование и наука (в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования)					
01.004 Педагог	Код	Наименование ОТФ	Уровень	Наименование ТФ	Код

профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования, утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 24 сентября 2015 г. № 38998).			квалификации		
	А	Преподавание по программам профессионального обучения, среднего профессионального образования (СПО) и дополнительным профессиональным программам (ДПП), ориентированным на соответствующий уровень квалификации	6	Организация учебной деятельности обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и (или) ДПП.	A/01.6
				Педагогический контроль и оценка освоения образовательной программы профессионального обучения, СПО и (или) ДПП в процессе промежуточной и итоговой аттестации.	A/02.6
				Разработка программно-методического обеспечения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и (или) ДПП.	A/03.6
40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-технических, опытно-конструкторских разработок и внедрения химической продукции различного назначения, в сфере метрологии, сертификации и технического контроля качества продукции)					
40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции, утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 123н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 22 апреля 2014 г. №	Код	Наименование ОТФ	Уровень квалификации	Наименование ТФ	Код
	А	Контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса	5	Анализ качества сырья и материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий	A/01.5
				Инспекционный контроль производства	A/02.5
				Внедрение новых методов и средств технического контроля	A/03.5

32067)				Проведение испытаний новых и модернизированных образцов продукции	A/04.5
40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам, утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации от 21 марта 2014 г. № 31672)	Код	Наименование ОТФ	Уровень квалификации	Наименование ТФ	Код
	С	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	6	Осуществление научного руководства проведением исследований по отдельным задачам	C/01.6
				Управление результатами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	C/02.6

4. Требования к результатам освоения дисциплины (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля))

Изучение дисциплины «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии» предполагает формирование у студента следующих компетенций и индикаторов их достижений:

Профессиональные компетенции (ПК):

Задача профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС)
Научно-исследовательский тип задач			
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	ПК-2 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или	ПК-2.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий. ПК-2.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов. ПК-2.3. Проводит испытания инновационной продукции.	Анализ опыта, ПС: 40.010 40.011

	смежных с химией науках		
	ПК-3 Способен использовать фундаментальные законы химии и владеть теорией и навыками практической работы для решения научно-исследовательских задач с использованием современных приборов и компьютерных технологий.	ПК-3.1. Использует фундаментальные законы химической науки для разработки новых методов и методик анализа веществ и материалов, а также для решения научно-исследовательских задач в области аналитической химии и смежных с химией науках. ПК-3.2. Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в научно-исследовательской деятельности в выбранной области химии с использованием современных приборов и компьютерных технологий. ПК-3.3. Владеет теорией и навыками практической работы для решения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских задач.	Анализ опыта, ПС: 40.010 40.011

В результате освоения дисциплины «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии» обучающийся должен:

Знать:

1. Общие теоретические основы и понятия химии комплексных соединений (ПК-2, ПК-3).
2. Современные теории строения комплексных соединений (ПК-2, ПК-3).
3. Равновесные лигандно-обменные процессы, устанавливающиеся в химических процессах, и их количественные характеристики (ПК-2, ПК-3).
4. Реакции и методы синтеза координационных соединений (ПК-2, ПК-3).
5. Особенности и возможности практического применения комплексных соединений и органических реагентов в различных методах химического анализа, в том числе реальных объектов (ПК-2, ПК-3).

Уметь:

1. Самостоятельно работать с учебной, научной и справочной литературой по аналитической химии (ПК-2, ПК-3).
2. Пользоваться физическим и химическим оборудованием (ПК-2, ПК-3).
3. Представлять результаты экспериментов и наблюдений в виде графиков и таблиц (ПК-2, ПК-3).
4. Применять полученные теоретические знания и экспериментальные навыки для решения задач, связанных с применением комплексных соединений и органических реагентов (ПК-2, ПК-3).
5. Планировать и выполнять химико-аналитические исследования с применением комплексных соединений при анализе природных и промышленных объектов (ПК-2, ПК-3).
6. Работать с компьютером на уровне пользователя и применять навыки работы с компьютерами при написании рефератов и выпускной квалификационной работы (ПК-2, ПК-3).

Владеть:

1. Навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; вести поиск и делать обобщенные выводы (ПК-2, ПК-3).
2. Навыками практического применения современных инструментальных методов элементного и вещественного анализа в аналитических исследованиях (ПК-2, ПК-3).
3. Методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения (ПК-2, ПК-3).
4. Компьютерной техникой для получения необходимой научно-технической информации и обработки данных экспериментальных исследований (ПК-2, ПК-3).

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств.

Используется проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, материалы на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
		л	пр	Содержание	Часы		
1-2	Основные понятия химии комплексных (координационных) соединений Основные понятия координационной химии (комплексное соединение, координационное соединение, центральная частица, лиганд, донорный атом, координационная сфера, координационное число, дентатность). Типы координационных соединений.	2	4	История развития химии координационных соединений. Ученые, внесшие наибольший вклад в развитие координационной химии. Координационная теория А. Вернера. Классификация лигандов. Дентатность. Примеры. Выполнение упражнений.	6	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	[1]- [14]
3-4	Номенклатура координационных соединений. Изомерия. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений. Виды изомерии координационных соединений.	2	4	Составление координационных формул и названий комплексов в соответствии с рекомендациями ИЮПАК. Выполнение упражнений. Изомерия координационных соединений, ее виды. Примеры. Установление числа геометрических изомеров соединений заданного состава и их геометрической конфигурации. Выполнение упражнений.	6	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	[1]- [14]
5-6	Природа химической связи. Метод валентных связей (МВС). Теория кристаллического поля (ТКП). Теория поля лигандов. Объяснение пространственного строения и магнитных свойств комплексов. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. π -	2	4	Метод валентных связей и донорно-акцепторный механизм образования координационных соединений. Определение типа гибридизации атомных орбиталей центрального атома и пространственной конфигурации комплексов. Выполнение упражнений.	6	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	[1]- [14]

	Дативная связь.			Основные положения теории кристаллического поля. Примеры. Объяснение магнитных и оптических свойств координационных соединений. Выполнение упражнений. Основные положения теории поля лигандов. Составление схем образования молекулярных орбиталей в октаэдрических комплексах. Выполнение упражнений.			
7-8	Термодинамика процесса комплексообразования в растворах КС. Лиганды координационных соединений. Основные неорганические лиганды с различными донорными атомами. Основные типы донорных атомов. Общая характеристика соответствующих комплексов. Теория Льюиса. Взгляд на донорно-акцепторное взаимодействие как на кислотно-основное. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона. Взаимное влияние лигандов. Транс-влияние, открытое И.И. Черняевым. Цис-влияние.	2	4	Равновесия в растворах комплексных соединений. Ступенчатые и общие константы образования. Составление уравнений и математических выражений ступенчатых и общих констант устойчивости комплексов. Выполнение упражнений. Решение задач на расчет концентраций ионов комплексообразователя и лигандов, исходя из констант устойчивости комплексов. Выполнение упражнений по транс-влиянию лигандов.	6	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	[1]- [14]
9-10	Органические реагенты (ОР) в качественном и количественном анализе Применение органических реагентов в качественном анализе. Применение избирательных органических реагентов в	2	4	Общая характеристика органических реагентов. Исторические этапы развития теории и практики применения органических реагентов. Классификация органических реагентов. Выбор и особенности использования органических	6	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	[1]- [14]

	количественном анализе. ОР для осаждения веществ. Маскирование и демаскирование.			реагентов в аналитической химии.			
11-12	Органические реагенты в гравиметрическом и титриметрическом анализах. Основы теории действия реагентов. Функционально-аналитические группы органических реагентов. Правило циклов Чугаева. Хелатный эффект. Энтальпийная и энтропийная составляющие хелатного эффекта. Хромофорные группировки. Ауксохромы и антиауксохромы.	2	4	Теоретические основы взаимодействия органических реагентов (ОР) с неорганическими ионами. Основные критерии выбора органических реагентов для аналитического применения. Применение комплексных соединений и органических реагентов в анализе. Особенности использования хелатов при определении некоторых металлов: алюминия, железа, кадмия, кобальта, магния, марганца, меди, никеля, олова, ртути, свинца, серебра, титана, цинка.	6	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	[1]- [14]
13-14	Комплексоны в химическом анализе. Понятие о комплексонов. Использование комплексонов в титриметрическом и гравиметрическом анализах.	2	4	Комплексоны (полиаминополикарбоновые кислоты) и особенности их химического строения комплексонометрическое титрование. Кривые титрования. Металлохромные индикаторы. Методы титрования. Методы определения конечной точки. Повышение селективности определения. Исходные растворы и титранты. Особенности определения некоторых металлов: алюминий; магний, кальций, стронций и барий; железо; кадмий; РЗЭ; свинец; цинк.	6	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	[1]- [14]
15-16	Органические реагенты в оптических и электрохимических	2	4	Области применения фотометрических методов анализа с		Конспект,	[1]- [14]

	<p>методах анализа.</p> <p>Общая характеристика спектрофотометрического метода анализа. Применение органических реагентов в спектрофотометрии. Реагенты в фотометрическом анализе: селективность; чувствительность; чистота. Комплексные соединения в потенциометрических и полярографических методах.</p>			<p>применением хелатов. Измерение светопоглощения: постоянство во времени; влияние температуры; рассеяние света.</p> <p>Выбор спектральной области измерения. Поглощение исходного раствора.</p> <p>Комплексные соединения в различных потенциометрических методах.</p> <p>Методы определения металлов с применением хелатов. Комплексные соединения в полярографических методах. Полярографические методы с применением хелатов.</p>	6	устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	
17	<p>Органические реагенты в хроматографии и ионном обмене. Экстракция с применением органических реагентов.</p> <p>Применение органических реагентов и комплексных соединений в хроматографии и ионном обмене.</p> <p>Экстракция. Преимущества и недостатки метода. Терминология, количественные характеристики процесса.</p>	2	2	Наиболее распространённые экстрагенты. Требования к экстрагентам и экстрагируемому веществу.	3	Конспект, устный опрос, проверка д/з, доклад, тестирование	[1]- [14]
18	ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ		2	Подготовка к зачету	3		[1]- [14]
	ИТОГО	18	36		54		

6. Образовательные технологии

Формы организации обучения: лекции, лекции-беседы, практические занятия, самостоятельная работа студентов (конспекты, доклады, рефераты, презентации).

Для достижения планируемых результатов обучения в дисциплине «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.
2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов проведения физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.
3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения. Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем физической и коллоидной химии на лекциях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении поисковых лабораторных работ, решение задач повышенной сложности. При этом используются первые три уровня (из четырех) сложности и самостоятельности: проблемное изложение учебного материала преподавателем; создание преподавателем проблемных ситуаций, а обучаемые вместе с ним включаются в их разрешение; преподаватель лишь создает проблемную ситуацию, а разрешают её обучаемые в ходе самостоятельной деятельности.
4. *Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при сдаче коллоквиумов, при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам, решении олимпиадных задач, на еженедельных консультациях.

Инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе, основаны на использовании современных достижений науки и информационных технологий. Направлены на повышение качества подготовки путем развития у студентов творческих способностей и самостоятельности (методы проблемного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, рейтинговые системы обучения и контроля знаний и др.). Нацелены на активизацию творческого потенциала и самостоятельности студентов и могут реализовываться на базе инновационных структур (научных лабораторий, центров, предприятий и организаций и др.).

В процессе обучения используются активные и интерактивные формы обучения: творческие задания, разработка проектов, работа в малых группах, исследовательский метод обучения, обучение на основе опыта, дискуссионные технологии.

Традиционные лекции и лабораторные занятия проводятся в форме с использованием современных интерактивных технологий.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или

презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.)

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Используются технологии с применением дистанционного обучения на платформе «Moodle» <http://lms.nosu.ru/>.

Примечания:

1. Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
2. В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Cisco Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью (для очной формы обучения 54 часа) и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературных данных и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического материала для подготовки к практическим занятиям;
- работы с тестами и вопросами для самопроверки;
- подготовки докладов и итогового реферата;
- подготовки к зачету.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в виде письменных домашних заданий (конспектов), а также подготовки рефератов по заданной тематике. Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, а также учебная литература и методический материал

по организации самостоятельной работы студентов отражены в Учебно-методической карте дисциплины «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии» (табл. 5.1.) и на сайте дистанционного обучения СОГУ.

Самостоятельная работа студентов должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

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

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

Для подготовки к занятиям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями, указанными в списке рекомендованной литературы, а также интернет-источниками. Все методические материалы представлены в системе дистанционного обучения СОГУ на платформе Moodle (<http://lms.nosu.ru>).

Методические рекомендации студентам по написанию рефератов

Написание реферата является:

- одной из форм обучения студентов, направленной на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов;
- одной из форм научной работы студентов, целью которой является расширение научного кругозора студентов, ознакомление с методологией научного поиска.

Реферат, как форма обучения студентов - это краткий обзор максимального количества доступных публикаций по заданной теме, с элементами сопоставительного анализа данных материалов и с последующими выводами.

При проведении обзора должна проводиться и исследовательская работа, но объем ее ограничен, так как анализируются уже сделанные предыдущими исследователями выводы и в связи с небольшим объемом данной формы работы.

Темы рефератов определяются кафедрой (преподавателем) и содержатся в программе курса. Допускается выбор свободной темы, но по согласованию с преподавателем и в рамках тем учебного плана по данной дисциплине. Преподаватель рекомендует литературу, которая может быть использована для написания реферата.

Целью написания рефератов является:

- привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);
- привитие студентам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;
- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;
- выявление и развитие у студента интереса к определенной научной и практической проблематике с тем, чтобы исследование ее в дальнейшем продолжалось в подготовке и написании курсовых и дипломной работы и дальнейших научных трудах.

Основные задачи студента при написании реферата:

- с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции;
- верно (без искажения смысла) передать авторскую позицию в своей работе;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

Требования к содержанию:

- материал, использованный в реферате, должен относиться строго к выбранной теме;
- необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)
- при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам;
- реферат должен заканчиваться подведением итогов проведенной исследовательской работы: содержать краткий анализ-обоснование преимуществ той точки зрения по рассматриваемому вопросу, с которой Вы солидарны.

Структура реферата:

1. Начинается реферат с титульного листа.

Образец оформления титульного листа для реферата:

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени
Коста Левановича Хетагурова»
Факультет химии, биологии и биотехнологии**

Реферат
по дисциплине «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии»

Комплексоны в химическом анализе

Наименование темы

Работу выполнил(а)
студент(ка) **Иванов И.А.**
2 курса, направление
подготовки 04.04.01 Химия
программа «Аналитическая
химия»

Научный руководитель:
доцент кафедры общей и
неорганической химии, к.х.н.
Неёлова О.В.

Владикавказ 20 ____

2. За титульным листом следует *Оглавление*. Оглавление - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.

3. *Текст* реферата. Он делится на три части: *введение, основная часть и заключение*.

а) *Введение* - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.

б) *Основная часть* - это раздел работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует «перегружать» текст.

в) *Заключение* - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключении можно обозначить проблемы, которые "высветились" в ходе работы над рефератом, но не были раскрыты в работе.

4. *Список источников и литературы.* В данном списке указываются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. В работе должно быть использовано не менее 5 разных источников. Работа, выполненная с использованием материала, содержащегося в одном научном источнике, является явным плагиатом и не принимается. Оформление Списка источников и литературы должно соответствовать требованиям библиографических стандартов.

Объем и технические требования, предъявляемые к выполнению реферата.

Объем работы должен быть, как правило, не менее 12 и не более 20 страниц. Работа должна печататься через полуторный интервал 12 шрифтом, размеры оставляемых полей: левое - 30 мм, правое - 15 мм, нижнее - 20 мм, верхнее - 20 мм. Страницы должны быть пронумерованы.

Расстояние между названием части реферата или главы и последующим текстом должно быть равно трем интервалам. Фразы, начинающиеся с «красной» строки, печатаются с абзацным отступом от начала строки, равным 1,25 см.

Критерии формирования оценок при представлении реферата

Оценивая реферат, преподаватель обращает внимание на:

- соответствие содержания выбранной теме;
- отсутствие в тексте отступлений от темы;
- соблюдение структуры работы, и ее обоснованность;
- умение работать с научной литературой - вычленять проблему из контекста;
- умение логически мыслить;
- культуру письменной речи;
- умение оформлять научный текст (правильное применение и оформление ссылок, составление библиографии);
- способность верно, без искажения передать используемый авторский материал;
- соблюдение требований к объему работы;
- аккуратность и правильность оформления, а также технического выполнения работы;
- выступление по теме реферата и ответы на вопросы студентов и преподавателя (защита реферата) на занятии.

Оценочный лист подготовки и защиты реферата

1. Реферат соответствует предложенной теме, имеет вступление, основную часть, заключение, список литературы – 2 б.
 2. Тема раскрыта полностью, студент продемонстрировал способность анализировать разные точки зрения – 1 б.
 3. Сообщение сделано с соблюдением норм современного русского литературного языка и с представлением презентации – 2 б.
- Максимальное количество баллов – 5.

Схема оценивания реферата	
Оценка, балл	Описание
5 (отлично)	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, выполнена задача заинтересовать обучающихся; деление текста на введение, основную часть и заключение. В основной части: логично, связно и полно доказывается выдвинутый тезис; заключение содержит выводы, логично вытекающие из содержания основной части; для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-

	<p>примитивным языком; демонстрирует полное понимание проблемы; представлена презентация к докладу; получены правильные ответы на все вопросы преподавателя; все требования, предъявляемые к оформлению реферата, выполнены.</p>
4 (хорошо)	<p>Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме реферата, в известной мере выполнена задача заинтересовать обучающихся; в основной части логично, связно, но недостаточно полно доказывается выдвинутый тезис; заключение содержит выводы, логично вытекающие из содержания основной части; представлена презентация к докладу; для выражения своих мыслей студент не пользуется упрощённо-примитивным языком; получены правильные ответы не на все вопросы преподавателя; все требования, предъявляемые к оформлению реферата, выполнены.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Во введении тезис сформулирован нечетко или не вполне соответствует теме выступления; в основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно логично (убедительно) и последовательно; заключение содержит выводы, не полностью соответствующие содержанию основной части; представлена презентация к докладу, но имеются грамматические ошибки; студент не смог четко ответить на вопросы преподавателя; язык работы в целом не соответствует уровню магистранта; имеются недочеты в оформлении реферата.</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>Во введении тезис сформулирован нечетко или не вполне соответствует теме реферата; в основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно логично (убедительно) и последовательно; в заключении выводы не полностью соответствуют содержанию основной части; язык работы в целом не соответствует уровню магистранта; оформление работы не соответствует требованиям.</p>

Примерная тематика докладов и рефератов по дисциплине

1. Вклад русских ученых в координационную химию.
2. Кинетика и механизм реакций комплексообразования.
3. Координационные соединения как аналитические реагенты.
4. Координационные соединения как катализаторы. Металлокомплексный катализ.
5. Координационные соединения как органические красители и неорганические пигменты.
6. Координационные соединения в химической технологии.
7. Краун-эфиры и их металлокомплексы.
8. Амбидентатные лиганды в современной химии координационных соединений.
9. Константы устойчивости координационных соединений и методы их определения.

10. Виды изомерии координационных соединений.
11. Основные типы и номенклатура координационных соединений.
12. Физические и физико-химические методы исследования координационных соединений.
13. Синтез координационных соединений.
14. Химическая связь в координационных соединениях.
15. Кислотно-основные свойства координационных соединений.
16. Окислительно-восстановительные свойства координационных соединений.
17. Равновесия в растворах координационных соединений.
18. Взаимное влияние лигандов во внутренней сфере координационных соединений.
19. Общая характеристика органических реагентов. Исторические этапы развития теории и практики применения органических реагентов
20. Применение органических реагентов в качественном анализе.
21. Применение избирательных органических реагентов в количественном анализе.
22. Органические реагенты для осаждения веществ. Маскирование и демаскирование.
23. Классификация органических реагентов. Выбор и особенности использования органических реагентов в аналитической химии.
24. Органические реагенты в гравиметрическом и титриметрическом анализах.
25. Органические реагенты в оптических методах анализа.
26. Органические реагенты в электрохимических методах анализа.
27. Органические реагенты в хроматографии и ионном обмене.
28. Экстракция с применением органических реагентов.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль знаний проводится путем оценки выполнения заданий к практическим занятиям, а также устных ответов на практических занятиях, выступлений с докладами и рефератами, оценки подготовленных студентами презентаций.

Примеры заданий к практическим занятиям

Выполнить упражнения:

1. Чему равны степень окисления и координационное число центрального атома, координационная емкость лигандов и заряд внутренней сферы в соединениях?
 - а) $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$; б) $[\text{Co}(\text{en})_3]\text{Cl}_3$ в) $\text{K}_3[\text{Ir}(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{Cl}_2]$; г) $\text{H}[\text{AuCl}_4]$;
 - д) $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$; е) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$; ж) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_3$; з) $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$.
2. Напишите координационные формулы соединений меди(I и II), в которых лигандами являются молекулы и ионы: NH_3 , CN^- , Cl^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Координационное число Cu(I) равно 2, Cu(II) равно 4.
3. Напишите координационные формулы всех возможных соединений платины(II), в которых лигандами являются бромид-ионы и молекулы аммиака.
4. Вычислите заряды комплексных ионов, образованных хромом(III):
 - а) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]$; б) $[\text{Cr}(\text{NCS})_6]$; в) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$; г) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$.
5. Укажите внутреннюю и внешнюю сферы, комплексообразователь (центральный атом) и лиганды в следующих комплексных соединениях:
 - а) $\text{K}_3[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$; $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$; $\text{Sr}_2[\text{Cu}(\text{OH})_6]$;
 - б) $[\text{Cr}(\text{CO})_6]$; $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{Ca}[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]_2$;
 - в) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $[\text{K}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{SO}_4)_2$; $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$.
6. Определите степень окисления комплексообразователя в комплексных соединениях:

- а) $\text{Na}_3[\text{FeF}_6]$; $[\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2]$; $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$;
 - б) $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$; $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$; $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$;
 - в) $\text{Cs}[\text{ICl}_4]$; $\text{H}[\text{AuCl}_4]$; $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$;
 - г) $\text{K}[\text{I}(\text{I})_2]$; $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$; $\text{Li}[\text{AlH}_4]$;
 - д) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{SO}_3\text{S})_2]$; $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; $\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
 - е) $\text{K}_2[\text{TaF}_7]$; $\text{Rb}_2[\text{SnCl}_6]$; $[\text{Cr}(\text{en})_2(\text{NCS})_2]\text{SO}_4$.
7. Назовите следующие координационные соединения:
- а) $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{CO}_3)_3]$; б) $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{NCS})_6]$; в) $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$; г) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$;
 - д) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; е) $[\text{La}(\text{DMCO})_8][\text{Cr}(\text{NCS})_6]$; ж) $\text{K}[\text{BF}_4]$; з) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_3$.
8. Определите тип изомерии в наборах комплексных соединений:
- а) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ и $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
 - б) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$ и $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$;
 - в) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$ и $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{Cl})_2]\text{Cl}_2 \cdot \text{NH}_3$;
 - г) *транс*- $[\text{Cr}(\text{en})_2(\text{Cl})_2]\text{Cl}$ и *цис*- $[\text{Cr}(\text{en})_2(\text{Cl})_2]\text{Cl}$;
 - д) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4](\text{OH})_2$ и $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]\text{SO}_4$;
 - е) $[\text{Co}(\text{py})_2(\text{Cl})_2]\text{Cl}$ и $[\text{Co}(\text{py})\text{Cl}_3] \cdot \text{py}$.
9. Известно, что комплекс $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ диамагнитен, а комплекс $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ парамагнитен, ион $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ содержит только один неспаренный электрон, а ион $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ - пять. Объясните эти экспериментальные факты, базируясь на методе ВС.
10. Какие из перечисленных координационных соединений окрашены и какие бесцветны: $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_4](\text{NO}_3)_2$; $\text{Na}[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]$; $\text{Ca}[\text{Al}(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}]$; $\text{Na}_3[\text{V}(\text{SCN})_6]$; $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$? Используйте для объяснения теорию кристаллического поля.
11. Вычислите концентрацию ионов серебра в 0,1М растворе $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, если константа нестойкости комплексного иона равна $5,89 \cdot 10^{-8}$. Раствор соли содержит 5 г/л NH_3 .

Вопросы и задания для самоконтроля при подготовке к практическим занятиям

1. История развития химии координационных соединений.
2. Координационная теория А. Вернера.
3. Основные понятия координационной химии: комплексообразователь, лиганды, координационное число, внутренняя и внешняя сферы. Примеры.
4. Классификация лигандов. Дентатность. Примеры.
5. Какие лиганды относятся к амбидентатным? Примеры.
6. Типы классификаций координационных соединений.
7. Как можно классифицировать координационные соединения в зависимости от заряда внутренней сферы?
8. Как классифицируются координационные соединения в зависимости от природы лигандов?
9. Какие соединения называются хелатными?
10. Какие комплексы относятся к одноядерным и к многоядерным?
11. Какие лиганды получили название мостиковых?
12. Какие комплексные соединения называют двойными солями?
13. Какие соединения называются кластерными? В чем различие между полиядерными и кластерными координационными соединениями?
14. Приведите примеры двух-, трех- и шестиядерных кластеров.
15. Какие элементы образуют кластеры, относящиеся к группе низших галогенидов и оксидов?
16. Правила номенклатуры координационных соединений.
17. Типы комплексных соединений.
18. Составление координационных формул и названий комплексов в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.
19. Изомерия координационных соединений, ее виды. Примеры.
20. Установление числа геометрических изомеров соединений заданного состава и их геометрической конфигурации.

21. Охарактеризуйте геометрическую изомерию. Какие факторы ее определяют? Приведите примеры.
22. Сколько геометрических изомеров имеют тетраэдрический комплекс $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ и плоский квадратный комплекс $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$?
23. Дайте характеристику ионизационной изомерии. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
24. Охарактеризуйте сольватную изомерию. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
25. Дайте характеристику координационной изомерии и координационной полимерии. Приведите примеры.
26. Охарактеризуйте структурную (связевую) изомерию. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
27. Дайте характеристику координационной изомерии. От чего она зависит? Приведите примеры.
28. Охарактеризуйте конформационную изомерию. Какие факторы ее определяют? Приведите примеры.
29. Дайте характеристику оптической изомерии. Сформулируйте понятие «энантиомер». Зависит ли оптическая изомерия от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
30. Перечислите основные положения метода валентных связей.
31. Метод валентных связей и донорно-акцепторный механизм образования координационных соединений.
32. Поясните терминологию: ионные и ковалентные комплексы, спин-свободные, спин-связанные, внешне- и внутриорбитальные комплексы.
33. Типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома и пространственная конфигурация комплексов.
34. Дативные π – связи.
35. Основные положения теории кристаллического поля.
36. Какие факторы определяют силу кристаллического поля?
37. Какие поля принимают в теории кристаллического поля?
38. Как определяют высоко- и низкоспиновые комплексы? От чего зависит выбор
39. такого описания комплекса?
40. Энергия расщепления и сила поля лигандов.
41. Как изменится значение параметра расщепления с увеличением степени окисления и заряда ядра комплексообразователя?
42. Спектрохимический ряд лигандов. Какую информацию он дает?
43. Как с позиций теории кристаллического поля объясняется окраска комплексных соединений? Расчет длины волны окрашенного комплекса.
44. Как вычислить энергию стабилизации кристаллическим полем?
45. Схема расщепления энергетических уровней для d-электронов в октаэдрическом поле лигандов.
46. Схема расщепления энергетических уровней для d-электронов в тетраэдрическом поле лигандов.
47. Схема расщепления энергетических уровней для d-электронов в квадратном поле лигандов.
48. Эффект Яна – Теллера. Для каких комплексов он характерен?
49. Основные положения теории молекулярных орбиталей при образовании химической связи в химических соединениях.
50. Составление схемы образования молекулярных орбиталей на примере молекулы CO.
51. Основные положения теории поля лигандов.
52. Какие молекулярные орбитали называются связывающими, разрыхляющими, несвязывающими?
53. Составление схем образования молекулярных орбиталей в октаэдрических комплексах.

54. Высокоспиновые и низкоспиновые октаэдрические комплексы с d^6 – конфигурацией.
55. Спин-свободные и спин-спаренные комплексы.
56. Первичная и вторичная диссоциации комплексных соединений в водных растворах.
57. Существует ли понятие константа равновесия для первичной диссоциации комплексного соединения? Объяснить, почему.
58. Для каких комплексов первичная диссоциация отсутствует?
59. Константы нестойкости комплексов.
60. В чем состоит различие между термодинамическими и концентрационными константами нестойкости?
61. С изменением какой термодинамической функции связаны величины констант нестойкости?
62. Как влияет изменение энтропии на константы устойчивости?
63. Ступенчатые и общие константы образования комплексов, их связь с константами нестойкости.
64. Связь между положением элементов в периодической системе и их способностью к комплексообразованию.
65. В чем заключается концепция жестких и мягких кислот и оснований?
66. Какие кислоты относятся к жестким, а какие – к мягким?
67. Какой характер химической связи преобладает в координационных соединениях, образованных мягкими кислотами и основаниями?
68. Какие ионы металлов координируют тиоцианат-ион через атом азота, а какие – через атом серы?
69. В чем сущность хелатного эффекта?
70. Транс-влияние, открытое И. И. Черняевым.
71. Ряд трансвлияния лигандов в комплексах $Pt(II)$.
72. Объяснение закономерностей реакций замещения с позиций закономерности транс-влияния.
73. Как исходя из закономерностей транс-влияния можно объяснить правило Пейроне?
74. В чем заключается правило Иергенсена? Как оно связано с транс-влиянием лигандов?
75. Почему с помощью тиомочевинной реакции Курнакова можно определить геометрическую конфигурацию комплекса?
76. Теории транс-влияния. Трансвлияние по Гринбергу. Транс-эффект по Чатту.
77. Применение координационных соединений в качественном анализе.
78. Применение координационных соединений в количественном анализе.
79. Применение КС в методе осаждения. Примеры.
80. Применение КС в объемном анализе. Комплексонометрия. Примеры.
81. Применение КС в колориметрических методах. Примеры.
82. Применение КС в полярографическом анализе. Примеры.

Примеры тестов для текущего контроля знаний студентов

1. Комплексные соединения — это:
 - 1) сложные устойчивые химические образования;
 - 2) вещества, состоящие из комплексообразователя и лигандов;
 - 3) соединения, состоящие из внутренней и внешней сферы;
 - 4) сложные устойчивые химические соединения, в которых обязательно присутствует донорно-акцепторная связь.Выберите наиболее правильное определение.
2. Комплексообразователь — это:
 - 1) ион, занимающий центральное место, являющийся акцептором электронных пар;
 - 2) отрицательно-заряженный ион, являющийся донором электронных пар;
 - 3) только d-элементы, доноры электронных пар;

- 4) только p-элементы, акцепторы электронных пар.
3. Лиганды – это:
- 1) молекулы, доноры электронных пар;
 - 2) молекулы и ионы, доноры электронных пар;
 - 3) ионы, акцепторы электронных пар;
 - 4) молекулы и ионы, акцепторы электронных пар.
4. Дентатность – это:
- 1) число связей между комплексообразователем и лигандами;
 - 2) число электронодонорных атомов в лиганде;
 - 3) число электронодонорных атомов в комплексообразователе;
 - 4) число электроноакцепторных атомов в комплексообразователе.
5. Из перечисленных лигандов выберите бидентатные: а) CN^- ; б) OH^- ; в) CO_3^{2-} ; г) $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$; д) NO_2^- ; е) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$:
- 1) а, б, д;
 - 2) в, г, е;
 - 3) а, в, г;
 - 4) б, д, е.
6. В каком качестве галогенид-ионы входят в состав комплексных соединений:
- а) лигандов; б) комплексообразователей; в) лигандов и комплексообразователей; г) внешней сферы?
- 1) а, б;
 - 2) б, г;
 - 3) в, г;
 - 4) а, г.
7. Чем меньше $K_{\text{нест}}$, тем комплекс более:
- 1) устойчивый;
 - 2) устойчивость не определяется величиной $K_{\text{нест}}$;
 - 3) неустойчивый;
 - 4) растворимый.
8. Чему равна степень окисления иона-комплексообразователя в молекуле $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$?
- 1) +3;
 - 2) +4;
 - 3) +2;
 - 4) +6.
9. Определите заряд внутренней сферы и координационное число комплексообразователя в комплексном соединении $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{OH})_2(\text{CN})_4]$:
- 1) +4, 4;
 - 2) +2, 6;
 - 3) -4, 6;
 - 4) -2, 4.
10. Выберите правильное название комплексному соединению $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_2(\text{CN})]\text{Br}_2$:
- 1) дибромодиакватриамминкобальта (III);
 - 2) бромид цианодиакватриамминкобальта (III);
 - 3) бромид цианодиакватриамминкобальта (II);
 - 4) цианодиакватриамминкобальтат (III) брома.
11. В комплексном соединении $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{OH}$ заряд внутренней сферы и комплексообразователя равны:
- 1) +2, +2;
 - 2) -2, +1;
 - 3) +1, +2;
 - 4) +2, +1.
12. Определите заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединении $\text{K}[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{OH})_4]$:
- 1) -1, +2, 4;
 - 2) -1, +3, 6;
 - 3) -1, +3, 4;
 - 4) +1, +4, 6.

13. Наименьшей способностью к комплексообразованию обладают:
- 1) d-элементы;
 - 2) s-элементы;
 - 3) p-элементы;
 - 4) f-элементы.
14. Назовите комплексообразователь в гемоглобине:
- 1) Fe^0 ;
 - 2) Fe^{3+} ;
 - 3) Fe^{2+} ;
 - 4) Mg^{2+} .
15. Какой элемент является комплексообразователем в хлорофилле?
- 1) кобальт;
 - 2) железо;
 - 3) магний;
 - 4) марганец.
16. Какой элемент является комплексообразователем в витамине B_{12} ?
- 1) кобальт;
 - 2) железо;
 - 3) магний;
 - 4) никель.
17. Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального иона в комплексном соединении $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6] \text{Br}_2$:
- 1) sp^3 ;
 - 2) sp ;
 - 3) dsp^2 ;
 - 4) d^2sp^3 .
18. Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального иона в комплексном соединении $\text{NH}_4[\text{Ag}(\text{CN})_2]$:
- 1) sp^3 ;
 - 2) sp ;
 - 3) dsp^2 ;
 - 4) d^2sp^3 .
19. Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального иона в комплексном соединении $\text{K}_2 [\text{PtCl}_4]$:
- 1) sp^3 ;
 - 2) sp ;
 - 3) dsp^2 ;
 - 4) d^2sp^3 .
20. Укажите тип гибридизации атомных орбиталей центрального иона в комплексном соединении $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4] \text{Cl}_2$:
- 1) sp^3 ;
 - 2) sp ;
 - 3) dsp^2 ;
 - 4) d^2sp^3 .
21. Какой комплекс наиболее прочный, если:
- 1) $K_{\text{нест}} [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 8,3 \cdot 10^{-12}$;
 - 2) $K_{\text{нест}} [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} = 1,99 \cdot 10^{-18}$;
 - 3) $K_{\text{нест}} [\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} = 2,4 \cdot 10^{-20}$;
 - 4) $K_{\text{нест}} [\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} = 2,1 \cdot 10^{-10}$.
22. Как можно разрушить комплекс $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{Cl}$:
- а) добавить HNO_3 ;
 - б) добавить NaOH ;
 - в) добавить NaCl ;
 - г) добавить KI .
- 1) а,г;
 - 2) а,б;
 - 3) б,в;
 - 4) в,г.

23. Определите геометрию комплекса $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2 \text{Cl}_2]$:
- 1) тетраэдр;
 - 2) октаэдр;
 - 3) квадрат;
 - 4) линейная.
24. Определите геометрию комплекса $\text{K}_4 [\text{FeF}_6]$:
- 1) тетраэдр;
 - 2) октаэдр;
 - 3) квадрат;
 - 4) линейная.
25. Определите геометрию комплекса $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{Cl}$:
- 1) тетраэдр;
 - 2) октаэдр;
 - 3) квадрат;
 - 4) линейная.
26. Определите геометрию комплекса $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4] \text{Br}_2$:
- 1) тетраэдр;
 - 2) октаэдр;
 - 3) квадрат;
 - 4) линейная.
27. Чем меньше $K_{\text{нест}}$, тем комплекс более:
- 1) устойчивый;
 - 2) неустойчивый;
 - 3) растворимый;
 - 4) нерастворимый.
28. Какой комплекс не имеет первичной диссоциации:
- 1) $\text{K}_2 [\text{PtCl}_6]$;
 - 2) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4] \text{Cl}_2$;
 - 3) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2 \text{Cl}_2]$;
 - 4) $\text{NH}_4 [\text{Ag}(\text{CN})_2]$.
29. Комплексоны – это:
- 1) любые лиганды;
 - 2) би- и полидентатные лиганды;
 - 3) любые комплексообразователи;
 - 4) только полидентатные лиганды.
30. Гемоглобин – это:
- 1) сложный белок, содержащий хелатный макроцикл гем с Fe^{2+} ;
 - 2) кислый белок, содержащий небелковую часть – гемм с Fe^{3+} ;
 - 3) транспортная форма кислорода, содержащая атом железа в нейтральном состоянии;
 - 4) резервная форма кислорода, содержащая атом железа в степени окисления +2.
31. Через атомы каких элементов, как правило, идет координация лигандов с металлами в биоконкомпексах?
- 1) Н, N, S;
 - 2) Н, Р, О;
 - 3) О, N;
 - 4) Р, Н, S.
32. Для цинка в бионеорганических комплексах характерно координационное число:
- 1) 2;
 - 2) 4;
 - 3) 4,6;
 - 4) 6.
33. Взаимное влияние лигандов во внутренней сфере комплекса связано с
- 1) лигандом, находящимся в транс-положении по отношению к определенному лиганду
 - 2) лигандом, находящимся в цис-положении по отношению к определенному лиганду
 - 3) лигандом, находящимся в транс- и цис-положении по отношению к определенному лиганду
 - 4) взаимное влияние лигандов отсутствует

34. Закономерность транс-влияния впервые установил
- 1) Вернер
 - 2) Пейроне
 - 3) Гринберг
 - 4) Черняев
35. Правило Пейроне устанавливает, что при действии аммиака или аминов на тетрахлороплатинат (II) калия образуется
- 1) трихлороамминплатинат (II) калия
 - 2) транс-дихлородиамминплатина
 - 3) цис-дихлородиамминплатина
 - 4) в равной степени цис- и транс-дихлородиамминплатина
36. Из правила Пейроне следует, что хлорид-ион обладает
- 1) меньшим транс-влиянием, чем аммиак
 - 2) большим транс-влиянием, чем аммиак
 - 3) таким же транс-влиянием, как и аммиак
 - 4) невозможно установить транс-влияние этих лигандов
37. Правило Иергенсена устанавливает, что при действии HCl на хлорид тетраамминплатины (II) образуется
- 1) хлоротриамминплатинат (II)-ион
 - 2) транс-дихлородиамминплатина
 - 3) цис-дихлородиамминплатина
 - 4) в равной степени цис- и транс-дихлородиамминплатина
38. Тиомочевинная реакция Курнакова для $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ используется для
- 1) выяснения состава комплекса
 - 2) выяснения природы химической связи в комплексе
 - 3) выяснения геометрической конфигурации комплексов
 - 4) определения константы нестойкости комплексов
39. При взаимодействии цис- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ с тиомочевинной (Thio) образуется
- 1) $[\text{Pt}(\text{Thio})_4]^{2+}$
 - 2) цис- $[\text{Pt}(\text{Thio})_2(\text{NH}_3)_2]$
 - 3) транс- $[\text{Pt}(\text{Thio})_2(\text{NH}_3)_2]$
 - 4) транс- $[\text{Pt}(\text{Thio})_2\text{Cl}_2]$
40. При взаимодействии транс- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ с тиомочевинной (Thio) образуется
- 1) $[\text{Pt}(\text{Thio})_4]^{2+}$
 - 2) цис- $[\text{Pt}(\text{Thio})_2(\text{NH}_3)_2]$
 - 3) транс- $[\text{Pt}(\text{Thio})_2(\text{NH}_3)_2]$
 - 4) транс- $[\text{Pt}(\text{Thio})_2\text{Cl}_2]$
41. Транс-влияние – это эффект
- 1) равновесный
 - 2) неравновесный
 - 3) кинетический
 - 4) термодинамический
42. Первичная диссоциация для координационных соединений невозможна
- 1) для комплексов-неэлектролитов
 - 2) для комплексов-электролитов
 - 3) для комплексов с лигандами, являющимися нейтральными молекулами
 - 4) для комплексов только с π – дативной связью
43. В процессе первичной диссоциации растворимые в воде комплексы ведут себя как
- 1) слабые электролиты
 - 2) сильные электролиты
 - 3) неэлектролиты
 - 4) электролиты и неэлектролиты
44. Вторичная диссоциация координационных соединений в растворах – это
- 1) распад координационных соединений на лиганды и ион комплексобразователя
 - 2) распад координационных соединений на ион комплексобразователя и ионы, находящиеся во внешней сфере
 - 3) распад координационных соединений на комплексный ион и ионы, находящиеся во внешней сфере

- 4) возможна только у координационных соединений-неэлектролитов
- 45.** В процессе вторичной диссоциации
- 1) диссоциация комплекса протекает по типу сильных электролитов
 - 2) диссоциация комплекса невозможна
 - 3) диссоциация комплекса протекает ступенчато с установлением равновесия
 - 4) диссоциация комплекса протекает без участия молекул растворителя
- 46.** Термодинамические константы нестойкости КС выражаются через
- 1) исходные концентрации составных частей раствора
 - 2) равновесные концентрации составных частей раствора
 - 3) равновесные активности составных частей раствора
 - 4) парциальные давления составных частей раствора
- 47.** Концентрационные константы нестойкости КС выражаются через
- 1) исходные концентрации составных частей раствора
 - 2) равновесные концентрации составных частей раствора
 - 3) равновесные активности составных частей раствора
 - 4) парциальные давления составных частей раствора
- 48.** Термодинамические константы нестойкости К рассчитывают по уравнению
- 1) $\Delta G^0 = RT \ln K$
 - 2) $\Delta G^0 = -RT \ln K$
 - 3) $\Delta H^0 = -RT \ln K$
 - 4) $\Delta G^0 = -T \ln K$
- 49.** Изменение энтропии реакции вторичной диссоциации комплекса можно рассчитать по уравнению
- 1) $\Delta G^0 = \Delta H^0 - RT \cdot \ln K$
 - 2) $\Delta G^0 = \Delta H^0 - RT \cdot \Delta S$
 - 3) $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S$
 - 4) $\Delta H^0 = \Delta G^0 - T \cdot \Delta S$
- 50.** Хелатный эффект был открыт
- 1) Вернером
 - 2) Черняевым
 - 3) Чугаевым
 - 4) Пирсоном
- 51.** Правило циклов Чугаева устанавливает, что
- 1) хелатные соединения являются менее прочными по сравнению с комплексами, не содержащими циклов
 - 2) хелатные соединения являются более прочными по сравнению с комплексами, не содержащими циклов
 - 3) комплексы, содержащие полидентатные лиганды, не обладают высокой устойчивостью в растворах
 - 4) комплексы, содержащие монодентатные лиганды более устойчивы в растворах по сравнению с комплексами с полидентатными лигандами
- 52.** Равновесие реакции замещения лигандов $[\text{HgI}_4]^{2-} + 4\text{Cl}^- \leftrightarrow [\text{HgCl}_4]^{2-} + 4\text{I}^-$
 $K_{\text{н}} = 1,4 \cdot 10^{-30}$ $K_{\text{н}} = 8,5 \cdot 10^{-16}$
- 1) смещается в направлении
 - 2) влево
 - 3) вправо
 - 4) не смещается
- 53.** Концепцию жестких и мягких кислот и оснований предложил
- 1) Льюис
 - 2) Бренстед и Лоури
 - 3) Аррениус
 - 4) Пирсон
- 54.** Жесткие кислоты по Пирсону – это
- 1) ионы металлов, имеющие малые размеры, высокий положительный заряд и низкую способность к деформации внешних электронных оболочек
 - 2) ионы металлов, имеющие сравнительно большие размеры, высокий положительный заряд и высокую способность к деформации внешних электронных оболочек

- 3) ионы металлов, имеющие малые размеры, низкий положительный заряд и высокую способность к деформации внешних электронных оболочек
 - 4) ионы металлов, имеющие сравнительно большие размеры, низкий положительный заряд и высокую способность к деформации внешних электронных оболочек
- 55.** Мягкие кислоты по Пирсону – это
- 1) ионы металлов, имеющие малые размеры, высокий положительный заряд и низкую способность к деформации внешних электронных оболочек
 - 2) ионы металлов, имеющие сравнительно большие размеры, высокий положительный заряд и высокую способность к деформации внешних электронных оболочек
 - 3) ионы металлов, имеющие малые размеры, низкий положительный заряд и высокую способность к деформации внешних электронных оболочек
 - 4) ионы металлов, имеющие сравнительно большие размеры, низкий положительный заряд и высокую способность к деформации внешних электронных оболочек
- 56.** Типичными жесткими кислотами по Пирсону являются
- 1) Na^+ , Ag^+ , Fe^{2+} , Co^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Pd^{2+} , Pt^{2+} , Rh^{3+}
 - 2) Li^+ , Na^+ , K^+ , Be^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+}
 - 3) Cu^+ , Ag^+ , Au^+ , Tl^+ , Hg^+ , Hg^{2+} , Cd^{2+} , Pd^{2+} , Pt^{2+} , Pt^{4+}
 - 4) Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Bi^{3+} , Rh^{3+}

Вопросы для проведения рубежного контроля знаний:

1 рубежный контроль в форме коллоквиума или теста:

1. История развития химии координационных соединений.
2. Координационная теория А. Вернера. Основные понятия координационной химии: комплексообразователь, лиганды, координационное число, внутренняя и внешняя сферы. Примеры.
3. Классификация лигандов. Дентатность. Примеры. Какие лиганды относятся к амбидентатным? Примеры.
4. Типы классификаций координационных соединений.
5. Как можно классифицировать координационные соединения в зависимости от заряда внутренней сферы?
6. Как классифицируются координационные соединения в зависимости от природы лигандов?
7. Какие соединения называются хелатными?
8. Какие комплексы относятся к одноядерным и к многоядерным?
9. Какие лиганды получили название мостиковых?
10. Какие комплексные соединения называют двойными солями?
11. Какие соединения называются кластерными? В чем различие между полиядерными и кластерными координационными соединениями?
12. Приведите примеры двух-, трех- и шестиядерных кластеров.
13. Какие элементы образуют кластеры, относящиеся к группе низших галогенидов и оксидов?
14. Правила номенклатуры координационных соединений.
15. Типы комплексных соединений.
16. Составление координационных формул и названий комплексов в соответствии с рекомендациями ИЮПАК.
17. Изомерия координационных соединений, ее виды. Примеры.
18. Установление числа геометрических изомеров соединений заданного состава и их геометрической конфигурации.
19. Охарактеризуйте геометрическую изомерию. Какие факторы ее определяют? Приведите примеры.
20. Сколько геометрических изомеров имеют тетраэдрический комплекс $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ и плоский квадратный комплекс $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$?
21. Дайте характеристику ионизационной изомерии. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.

22. Охарактеризуйте сольватную изомерию. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
23. Дайте характеристику координационной изомерии и координационной полимерии. Приведите примеры.
24. Охарактеризуйте структурную (связевую) изомерию. Зависит ли этот тип изомерии от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.
25. Дайте характеристику координационной изомерии. От чего она зависит? Приведите примеры.
26. Охарактеризуйте конформационную изомерию. Какие факторы ее определяют? Приведите примеры.
27. Дайте характеристику оптической изомерии. Сформулируйте понятие «энантиомер». Зависит ли оптическая изомерия от химической природы координируемых групп? Приведите примеры.

2 рубежный контроль в форме коллоквиума или теста:

1. Перечислите основные положения метода валентных связей.
2. Метод валентных связей и донорно-акцепторный механизм образования координационных соединений.
3. Поясните терминологию: ионные и ковалентные комплексы, спин-свободные, спин-связанные, внешне- и внутриорбитальные комплексы.
4. Типы гибридизации атомных орбиталей центрального атома и пространственная конфигурация комплексов.
5. Основные положения теории кристаллического поля.
6. Какие факторы определяют силу кристаллического поля?
7. Какие поля принимают в теории кристаллического поля?
8. Как определяют высоко- и низкоспиновые комплексы? От чего зависит выбор
9. такого описания комплекса?
10. Энергия расщепления и сила поля лигандов.
11. Спектрохимический ряд лигандов. Какую информацию он дает?
12. Как с позиций теории кристаллического поля объясняется окраска комплексных соединений? Расчет длины волны окрашенного комплекса.
13. Как вычислить энергию стабилизации кристаллическим полем?
14. Первичная и вторичная диссоциации комплексных соединений в водных растворах.
15. Существует ли понятие константа равновесия для первичной диссоциации комплексного соединения? Объяснить, почему.
16. Для каких комплексов первичная диссоциация отсутствует?
17. Константы нестойкости комплексов.
18. Ступенчатые и общие константы образования комплексов, их связь с константами нестойкости.
19. Связь между положением элементов в периодической системе и их способностью к комплексообразованию.
20. Применение координационных соединений в качественном анализе.
21. Применение координационных соединений в количественном анализе.
22. Применение КС в методе осаждения. Примеры.
23. Применение КС в гравиметрическом и титриметрическом анализах. Комплексонометрия. Примеры.
24. Применение КС в спектроскопических методах. Примеры.
25. Применение КС в электрохимических методах анализа. Примеры.
26. Общая характеристика органических реагентов. Исторические этапы развития теории и практики применения органических реагентов
27. Применение органических реагентов в качественном анализе.

28. Применение избирательных органических реагентов в количественном анализе.
29. Органические реагенты для осаждения веществ. Маскирование и демаскирование.
30. Классификация органических реагентов. Выбор и особенности использования органических реагентов в аналитической химии.
31. Органические реагенты в гравиметрическом и титриметрическом анализах.
32. Органические реагенты в оптических методах анализа.
33. Органические реагенты в электрохимических методах анализа.
34. Органические реагенты в хроматографии и ионном обмене.
35. Экстракция с применением органических реагентов.

Вопросы к зачету

1. История открытия координационных соединений.
2. Классические теории образования координационных соединений.
3. Основные положения координационной теории А. Вернера.
4. Структура координационных соединений (комплексобразователь, координационное число).
5. Лиганды (моно- и полидентатные).
6. Классификация комплексных соединений в зависимости от заряда внутренней сферы.
7. Классификация комплексных соединений в зависимости от природы лигандов.
8. Циклические комплексные соединения.
9. Полиядерные комплексные соединения.
10. Номенклатура координационных соединений. Правила составления названий разных типов координационных соединений.
11. Изомерия координационных соединений:
 - геометрическая изомерия;
 - цис-, транс-изомерия;
 - координационная изомерия;
 - координационная полимерия;
 - ионизационная изомерия;
 - гидратная изомерия;
 - связевая изомерия;
 - оптическая изомерия.
12. Природа химической связи в координационных соединениях.
13. Электростатические представления.
14. Метод валентных связей. Сущность донорно-акцепторного механизма образования координационной связи.
15. Типы гибридизации атомных орбиталей при образовании координационных соединений и геометрическая конфигурация комплексов.
16. π -Дативная связь и ее влияние на эффективный заряд центрального иона.
17. Теория кристаллического поля.
18. Схемы расщепления d-орбиталей металла в октаэдрическом, тетраэдрическом и квадратном полях лигандов.
19. Параметр расщепления и его экспериментальное определение.
20. Спектрохимический ряд лигандов.
21. Высокоспиновые и низкоспиновые комплексы.
22. Объяснение окраски комплексных соединений по теории кристаллического поля.
23. Теория поля лигандов. Основные положения метода молекулярных орбиталей.
24. Взаимное влияние лигандов. Явление транс-влияния.
25. Ряд лигандов, расположенных по их транс-влиянию.
26. Основные теоретические представления о механизме транс-влияния.

27. Эффект цис-влияния.
28. Поведение комплексных соединений в растворе. Первичная и вторичная диссоциации. Ступенчатые и общие константы нестойкости.
29. Положение элементов в периодической системе и их способность к комплексообразованию.
30. Жесткие и мягкие кислоты и основания.
31. Хелатный эффект.
32. Равновесия в растворах комплексных соединений.
33. Условия, определяющие направление реакций в растворах комплексных соединений.
34. Термодинамическая устойчивость комплексов и транс-влияние.
35. Применение координационных соединений в аналитической химии.
36. Общая характеристика органических реагентов. Исторические этапы развития теории и практики применения органических реагентов
37. Применение органических реагентов в качественном анализе.
38. Применение избирательных органических реагентов в количественном анализе.
39. Органические реагенты для осаждения веществ. Маскирование и демаскирование.
40. Классификация органических реагентов. Выбор и особенности использования органических реагентов в аналитической химии.
41. Органические реагенты в гравиметрическом и титриметрическом анализах.
42. Органические реагенты в оптических и электрохимических методах анализа.
43. Органические реагенты в хроматографии и ионном обмене.
44. Экстракция с применением органических реагентов.
45. Хелаты в объемном анализе, общие вопросы. Применение других аминокислотных кислот в качестве комплексообразующих реагентов в химическом анализе.
46. Титрование стандартными растворами ЭДТА. Кривые титрования, контроль конечной точки титрования. Методы титрования (прямое, обратное и др.).
47. Индикаторы для комплексонометрического титрования. Повышение селективности определения. Исходные растворы и титранты.

**Образец билета к зачету по дисциплине
«Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии»**

Форма проведения зачета: смешанная – письменная и устная.

Министерство науки и высшего образования РФ
Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова
Кафедра общей и неорганической химии.
Дисциплина «Комплексные соединения и реагенты в аналитической химии»
Направление магистратуры 04.04.01 Химия
2 курс, 3 семестр
ЗАЧЕТ

БИЛЕТ № 1

1. Основные положения координационной теории А. Вернера.
2. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константа нестойкости.
3. Органические реагенты в гравиметрическом и титриметрическом анализах.

Зав. кафедрой общей и неорганической химии

Д.Д. Симеониди

Доцент кафедры, к.х.н.

О.В. Неёлова

Оценивание ответа студента на зачете

<i>Характеристика ответа</i>	<i>Оценка</i>
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Зачтено
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Зачтено
Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Зачтено
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не зачтено

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» Оценка «не зачтено»	«Минимальный уровень» Оценка «зачтено»	«Средний уровень» Оценка «зачтено»	«Высокий уровень» Оценка «зачтено»
<u>Компетенции не сформированы.</u> Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	<u>Компетенции сформированы.</u> Сформированы базовые структуры знаний.	<u>Компетенции сформированы.</u> Знания обширные, системные. Умения носят	<u>Компетенции сформированы.</u> Знания твердые, аргументированные, всесторонние.

	Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов,	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.

		присутствует неуверенность ответах.	в	
--	--	---	---	--

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Литература

а) основная литература:

1. Органические реагенты в неорганическом анализе / З.Хольцбежер, Л.Дивиш, М. Крал, Л. Шуха, Ф. Влачил; пер. с чешского З.З. Высоцкого. – М.: Мир, 1979. – 752 с.
2. Комплексные соединения в аналитической химии. Теория и практика применения. Перевод с нем. О.М. Петрухина. – М.: Мир, 1975. – 436 с.
3. Бургер К. Органические реагенты в неорганическом анализе. – М.: Мир, 1975. – 272 с.
4. Коренман И.М. Органические реагенты в неорганическом анализе: Справочник. – М.: Химия, 1980. – 448 с.
5. Неудачина, Л.К. Физико-химические основы применения координационных соединений: учебное пособие / Л.К. Неудачина, Н.В. Лакиза; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 125 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275816>
6. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. — Москва: Издательство Юрайт, 2016. — 657 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-4164-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/393369>
7. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для вузов / Ю.М. Киселев. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 439 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02960-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451948>
8. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для вузов / Ю.М. Киселев. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 229 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02962-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451949>
9. Неудачина, Л.К. Химия координационных соединений: учебное пособие для вузов / Л.К. Неудачина, Н.В. Лакиза. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 123 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10882-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454725>

б) дополнительная литература

10. Макроциклические соединения в аналитической химии / Ю.А. Золотов, А.А. Формановский, И.В. Плетнев и др. – М.: Наука, 1993. – 320 с.
11. Скопенко В.В., Цивадзе А.Ю., Савранский Л.И., Гарновский А.Д. Координационная химия. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. - 487 с.
12. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. - М.: Высшая школа, 1985. - 455 с.
13. Костромина Н.А. Химия координационных соединений. /Н.А. Костромина, В.Н. Кумок, Н.А. Скорик. - М.: Высшая школа, 1990. - 432 с.
14. Неорганическая химия. В 3 т. Учебник для вузов. Т. 3. Химия переходных элементов. /Ред. Ю.Д. Третьяков. – М.: Академия, 2001. - 400 с.

в) современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, электронные образовательные ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (требуется регистрация в библиотеке СОГУ):

1. Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ) (<https://dvs.rsl.ru>).
2. ЭБС «Университетская библиотека online» (<https://biblioclub.ru>).
3. ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» (<http://elibrary.ru>).
4. Универсальная баз данных East View (<https://dlib.eastview.com>). Логин: Khetagurov; Пароль: Khetagurov
5. ЭБС «Консультант студента». <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям (www.biblio-online.ru)
7. Информационно-правовой портал «Гарант» (<http://www.garant.ru/>).
8. Справочная правовая система Консультант Плюс (<http://www.consultant.ru/>).

Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)	Страна производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
3.	Windows 8.1 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
4.	Windows 8.1 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
5.	Windows 8 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
6.	Windows 8 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
7.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
8.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
9.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
10.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
11.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
12.	Система тестирования Sunrav WEB Class	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно)	Россия
13.	Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 г. (максимум-софт) бессрочно	Россия
14.	Система компьютерной верстки MikTex	Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно)	
15.	Kasperksy Endpoint Security	До 22.01.2024 г.	Россия

16.	Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw	Свободное программное обеспечение(бессрочно)	США
17.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат. ВУЗ»	№ 6262 от 09.01.2023 г. (действителен до 31.12.2023 г.) с ОАО «Анти-Плагат»	Россия
18.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 г. с ООО «Максимум»(бессрочно)	Россия
19.	Программное обеспечение 1С: зарплата и кадры гос. учреждения 8	№СД./ №126., 01.07.2020 г. «МАКСИМУМ-СОФТ» бессрочно	Россия
20.	Программное обеспечение 1С: бюджет	№СД/76 01.03.2017 г. «максимум-софт» (бессрочно)	Россия
21.	Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС»	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611830 от 06.02.2015 г. (бессрочно)	СОГУ
22.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно)	СОГУ
23.	Планы	№8867, от 09.01.2023 г. (09.01.2023 г. до 31.12.2023 г.) ООО ЛММИС	Россия
24.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021 г. ИП И,А. Сергеевич Тех. под. 07.04.2022 г.	Россия
25.	«Галактика»	от 14.03.2022 г. (примерная дата)	Россия
26.	DIRECTUM RX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022 г. (примерная дата)	Россия
27.	Услуги связи (доступ к сети интернет)	ООО Алком № AL-0044 от 01.02.2022 г.-31.12.2022 г.	Россия
28.	MOODLE	Бесплатное российское	США (бесплатное российское)
29.	«Галактика РУЗ»	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
30.	Личный кабинет абитуриента	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
31.	Личный кабинет студента/сотрудника	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
32.	Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ)	https://dvs.rsl.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
33.	ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»	https://biblioclub.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
34.	ЭБС «Научная электронная	http://elibrary.ru .	Россия

	библиотека eLibrary.ru»	Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	
35.	Универсальная база данных East View	https://dlib.eastview.com	США
36.	ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом.	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
37.	ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям	www.biblio-online.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
38.	КЭП (домен на яндексе)	бесплатное	Россия
39.	РусГард	бесплатное	Россия
40.	ViPNet		Россия

г) рекомендуемые интернет - адреса:

- www.xumuk.ru/encyklopedia/271.html
- www.chem.msu.su/rus/jvho/2002-4/8.pdf
- [Аналитическая химия в России \[Электронный ресурс\]. – Режим доступа: http://www.rusanalytchem.org/default.aspx;](http://www.rusanalytchem.org/default.aspx)
- [Книги по аналитической химии \[Электронный ресурс\]. – Режим доступа: http://hemsintez24.ru/analiticheskaya-himiya.](http://hemsintez24.ru/analiticheskaya-himiya)
- http://www.fptl.ru/Chem_block.html – различные учебно-методические материалы по химии.
- <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> - учебники, практикумы и справочники по химии.

10. Материально-техническое оснащение дисциплины

Проведение дисциплины обеспечено всем необходимым: лабораторным оборудованием, приборами, материалами, оперативным доступом к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Университет обеспечивает возможность свободного использования компьютерных технологий. Все компьютерные классы университета объединены в локальную сеть, со всех учебных компьютеров имеется выход в Интернет.

Обеспечивается доступ к информационным ресурсам, к базам данных, в читальных залах к справочной и научной литературе, к периодическим изданиям в соответствии с направлением подготовки. Компьютеры оснащены необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, в том числе приспособленных для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, классная доска.

Оборудование: Персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ. Проектор Epson EB-735Fi - комплект поставки (крепление для проектора, шнур питания) – 1шт. Ноутбук ООО "АЙСИЭЛТЕХНО" – 1шт.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Office Standard 2016, Система тестирования Sunrav WEB Class, Система компьютерной верстки MikTex, Kasperksy Endpoint Security, Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw, Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ», Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний», VSDESK, Услуги связи (доступ к сети интернет), MOODLE, Личный кабинет студента/сотрудника, КЭП (домен на яндексе), РусГард, ViPNet.

Лаборатория аналитической химии и физико-химических методов анализа для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, лабораторные столы и стулья для обучающихся, классная доска.

Оборудование: мультимедийный комплекс (проектор, экран, компьютер, колонки) с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; Система компьютерной верстки MikTex; Kasperksy Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class; Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; VSDESK; Услуги связи (доступ к сети интернет); MOODLE; Личный кабинет студента/сотрудника.

Лабораторное оборудование: рН-метр-милливольтметр РН-150МИ – 2 шт. Аквадистиллятор ДЭ-25- 1 шт. Баня водяная двухместная UT-4302E ULAB- 1 шт. Весы аналитические SHINKO HT 84RCE с поверкой – 1шт. Весы ЕК6000i- 1 шт. Весы лабораторные CAS MW-120 - 1 шт. Весы лабораторные электронные BM5101- 1 шт. Учебно-лабораторный комплекс "Физическая и коллоидная химия"- 1 шт. Фотометр КФК-3-01-1 шт. Шкаф сушильный (80л, камера из нерж.стали, диапазон 50-200 С)- 1 шт. Центрифуга Tagler настольная лабораторная медицинская по ТУ – шт. Весы электронные MW-300 г-1 шт. Ионномер И-510 (стандартный)-2шт. Кондуктомер Эксперт 002-2-6Н- 1 шт. Нагревательная плита ES-H3040-1 шт. Печь муфельная электрокамерная зуботехническая для нагрева литейных форм ЭКПС-10- 1 шт. Поляриметр круговой СМ-3-1 шт. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп. шкалой-1 шт. Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ- 1 шт. Мешалка магнитная с подогревом ПЭ 6110- 2 шт. Кондуктометр МАРК-603/1 – 1 шт.

Лаборатория Физико-химических методов анализа для проведения научно-исследовательской работы, курсового проектирования, выполнения выпускных квалификационных работ, групповых и индивидуальных консультаций: преподавательский стол, стул, лабораторные столы и стулья для обучающихся.

Оборудование: Персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ -2 шт.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Office Standard 2016, Система тестирования Sunrav WEB Class, Система компьютерной верстки MikTex, Kasperksy Endpoint Security, Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw, Система

поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ», Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний», VSDESK, Услуги связи (доступ к сети интернет), MOODLE, Личный кабинет студента/сотрудника, КЭП (домен на яндексе), РусГард, ViPNet.

Лабораторное оборудование: Приточно-вытяжная установка (Зонт из оцинкованной стали 2000*600*400-2 стола). Анализатор "Флюорат -02-2М"- 1 шт. Атомно-Абсорбционный спектрометр МГА-1000 с автосемплером- 1 шт. Фотометр КФК-3-01- 1 шт. Пламенный фотометр ФПА-2-01 ЗОМЗ- 1 шт. Спектофотометр ПЭ-5400УФ- 1 шт. Мешалка магнитная с подогревом ПЭ 6110- 2 шт.

Лаборатория химии окружающей среды и экологической безопасности для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, лабораторные столы, классная доска.

Оборудование: мультимедийный комплекс (проектор, экран, компьютер, колонки) с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; Система компьютерной верстки MikTex; Kasperksy Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class; Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; VSDESK; Услуги связи (доступ к сети интернет); MOODLE; Личный кабинет студента/сотрудника.

Лабораторное оборудование: Шкаф сушильный SNOL 67/350 LN – 1 шт. Иономер И-510 (стандартный)- 1 шт. Кондуктометр портативный OHAUS ST300C-1 шт. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой-1 шт. рН-метр 150 МИ- 1 шт. Мешалка магнитная с подогревом ПЭ 6110- 2 шт. Баня водяная двухместная UT-4302E ULAB-1 шт. Учебно-лабораторный комплекс "Экологический мониторинг"-1 шт. Кондуктометр портативный OHAUS ST300C- 1 шт. Нагревательная плита ES-H3040-1 шт. рН-метр 150 МИ-1 шт. Весы лабораторные прецизионные ET-300П с поверкой-1 шт.

Компьютерный класс для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся:

преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, классная доска.

Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ. Интерактивная доска 78*(1702070/15112/11344/2+), источники бесперебойного питания Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, проектор Beno MX503.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Office Standard 2016, Система тестирования Sunrav WEB Class, Система компьютерной верстки MikTex, Kasperksy Endpoint Security, Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw, Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ», Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний», VSDESK, Услуги связи (доступ к сети интернет), MOODLE, Личный кабинет студента/сотрудника, КЭП (домен на яндексе), РусГард, ViPNet.

Библиотека, в том числе читальный зал: столы и стулья для обучающихся; компьютеры в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.

Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Office Standard 2016, Система тестирования Sunrav WEB Class, Система компьютерной верстки MikTex, Kasperksy Endpoint Security, Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw, Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ», Программа для ЭВМ «Банк вопросов для

контроля знаний», VSDESK, Услуги связи (доступ к сети интернет), MOODLE, Личный кабинет студента/сотрудника, КЭП (домен на яндексе), РусГард, ViPNet.

ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» <https://biblioclub.ru>

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС «Юрайт» www.biblio-online.ru

Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ) <https://dvs.rsl.ru>

ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» <http://elibrary.ru>.

