

*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
«СОВРЕМЕННЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»**

Направление подготовки **04.04.01 Химия**

Программа **«Аналитическая химия»**

Квалификация

магистр

(год начала подготовки 2022 г.)

Форма обучения

очная

**Владикавказ
2022**

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 № 13 от 31.05.2022 г.).

Составитель: доцент кафедры общей и неорганической химии, к.х.н. Хаева О.Э.

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры общей и неорганической химии (протокол № 9/21-22 от «08» апреля 2022 г.)

Заведующий кафедрой  Симеониди Д. Д.

Одобрена советом факультета химии, биологии и биотехнологии (протокол № 6/21-22 от «25» апреля 2022 г.)

Председатель совета факультета  Агаева Ф. А.

Рабочая программа дисциплины принята в составе основной профессиональной образовательной программы решением ученого совета Протокол № 13 от 31.05.2022 г.

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Современные электрохимические методы анализа» составляет 4 зачетных единиц – 144 часов.

	Очная форма обучения
Курс	1
Семестр	2
Лекции	32
Практические (семинарские) занятия	
Лабораторные занятия	32
Консультации	-
Итого контактных занятий	64
Самостоятельная работа	80
Часов в ЗЕТ	4
Форма контроля	Зачет
Общее количество часов	144

2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Современные электрохимические методы анализа» являются формирование представлений о теоретических основах электрохимических методов, о многообразии электрохимических методов в анализе различных объектов окружающей среды, а также приобретении практических умений и навыков электрохимического анализа для решения различных аналитических задач в профессиональной научно-исследовательской, педагогической и производственной деятельности 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».

В результате изучения дисциплины «Современные электрохимические методы анализа» приведет к формированию творчески работающих специалистов с развитым научным мышлением, обладающих необходимым запасом знаний в области аналитической химии реальных объектов, 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.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Согласно ФГОС ВО и ОПОП 04.04.01 Химия направление «Аналитическая химия» дисциплина «Современные электрохимические методы анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1- **Б1.В.04**.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины, относятся знания, умения и навыки, сформированные в результате изучения дисциплин направления подготовки 03.04.01 Химия бакалавриата: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Физика», «Математика», «Информатика», «Пробоотбор и пробоподготовка», дисциплин магистратуры: «Анализ природных и промышленных объектов» (Б1.В.03), «Организация работы аналитической лаборатории» (Б1.В.ДВ.03.01), а также прохождения «Производственной практики (научно-исследовательская работа)» (Б2.В.01(Н)).

Для освоения данной учебной дисциплины (УД) студент должен:

знать: правила работы в химической лаборатории, теоретические основы электрохимических методов, теорией пробоотбора и пробоподготовки, современное состояние и перспективы их развития;

уметь: проводить полную статистическую обработку результатов анализа, оценивать правильность полученных результатов, работать в коллективе, быть готовым к сотрудничеству с коллегами; использовать полученные навыки работы для решения профессиональных и социальных задач;

владеть: навыками экспериментальной работы, практикой пробоотбора и пробоподготовки. экспериментальными методиками электрохимического анализа.

Содержание дисциплины «Современные электрохимические методы анализа» выступает опорой для освоения содержания дисциплин «Метрологические основы химического анализа» (Б1.В.07), «Экспресс-методы в химическом анализе» (Б1.В.ДВ.01.01), «Физико-химический анализ неорганических материалов» (Б1.В.ДВ.01.02), «Методы контроля качества продуктов питания» (Б1.В.ДВ.03.02), «Химический анализ вод» (Б1.В.ДВ.02.02), для прохождения практик блока 2: «Производственная (преддипломная) практика» (Б2.В.02(Пд)), «Производственной практики (научно-исследовательская работа)» (Б2.В.01(Н)) и блока 3 – «Защита ВКР, подготовка к защите и процедура защиты».

Изучение данной учебной дисциплины является подготовкой студента к будущей профессиональной деятельности **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)**, а именно «Технический контроль качества продукции», код 40.010, профессиональный стандарт «Специалист по техническому контролю качества продукции» и «Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива», код 40.011, профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».

При освоении данной дисциплины студент сможет продемонстрировать следующие **обобщенные трудовые функции (ОТФ):**

- Организация работ по повышению качества продукции.
- Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации.

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

В результате изучения курса магистрант должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

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 смежных с химией науках	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
Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива	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 наук. 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.	ПС: 40.010 40.011

Формирование указанных компетенций по дисциплине связано с областями профессиональной деятельности выпускника магистратуры:

- Профессиональный стандарт «Специалист по техническому контролю качества продукции», код 40.010. Вид профессиональной деятельности – «Технический контроль

качества продукции». Обобщенные трудовые функции – Контроль качества продукции на всех стадиях производственного процесса. Код А. Уровень квалификации – 5.

• Профессиональный стандарт «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», код 40.011. Вид профессиональной деятельности – «Осуществление научно-исследовательской деятельности по решению фундаментальных и прикладных задач химической направленности в составе научного коллектива». Обобщенные трудовые функции – Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации. Код С. Уровень квалификации – 6.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методические основы планирования электрохимического эксперимента и практической его реализации исследований в области органического и нефтехимического синтеза, экологии, в анализе продуктов питания, в агрохимии, в медицинской химии (ПК-2, ПК-3).

уметь:

- осуществлять поиск информации (учебной, научной и справочной литературы) в области электрохимических методов исследования состава сложных смесей (ПК-2, ПК-3);
- анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области электрохимических методов исследования (ПК-2, ПК-3);
- выполнять экспериментальные процедуры электрохимического анализа, модернизировать известные электрохимические методики для решения конкретных аналитических задач (ПК-2, ПК-3);
- проводить научно-исследовательскую работу в области аналитической химии на современном оборудовании (ПК-2, ПК-3);
- использовать полученные знания для решения профессиональных задач (ПК-2, ПК-3)

владеть:

- экспериментальными методиками электрохимического анализа различных объектов исследования (ПК-2, ПК-3);
- методологией научных исследований, критической оценкой полученных результатов (ПК-2, ПК-3);
- творческим анализом возникающих новых проблем в области аналитической химии (ПК-2, ПК-3).

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

№ недел и	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Аудиторные занятия, часы		Самостоятельная работа		Формы контроля	Литература
		Л.	лаб.	содержание	часы		
1	Введение в электрохимические методы анализа (ЭХМА). Классификация ЭХМА, их особенности, чувствительность, точность, разрешающая способность. Тенденции и перспективы развития ЭХМА. Определяемые компоненты. Вещества, мешающие проведению анализа. Требования, предъявляемые к подготовке проб. Основные стадии электрохимического анализа	2	2	Место и роль ЭХМА среди других методов анализа. Современное состояние метода и области применения, значение и место среди других аналитических методов	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, контрольная работа, реферат, мультимедийная презентация	[1-6]
2	Равновесные электрохимические методы. Кондуктометрические методы анализа. Принципы и классификация метода. Электропроводность растворов электролитов (удельная, эквивалентная, молекулярная). Зависимость электропроводности от экспериментальных параметров (природы ионов и растворителя, концентрации, температуры и др.).	2	2	Определение электропроводности слабых электролитов, констант диссоциации слабых кислот и оснований, растворимости малорастворимых соединений, состава и константы устойчивости комплексных соединений.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, тест, решение задач	[1-6]
3	Равновесные электрохимические методы. Кондуктометрические методы анализа. Применение прямой кондуктометрии. Аппаратура и техника кондуктометрических измерений. Кондуктометрическое титрование (КТ)	2	2	Определение электропроводности слабых электролитов, констант диссоциации слабых кислот и оснований, растворимости малорастворимых соединений, состава и константы устойчивости комплексных соединений.	6	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, тест, решение задач	[1-6]
4	Равновесные электрохимические методы. Потенциометрические методы анализа. Принцип и классификация методов потенциометрии. Преимущества и ограничения метода. Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе металл – раствор. Равновесный потенциал. Термодинамический вывод уравнения Нернста.	2	2	Способы определения концентраций с помощью ионоселективных электродов (уравнение Нернста, метод градуировочных прямых, метод стандартных добавок, титрование с ионселективными электродами). Биметаллические системы электродов в практике ПТ.	6	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, тест, решение ситуационных задач, коллоквиум	[1-7]

5	Равновесные электрохимические методы. Классификация электродов. Измерение потенциалов. Измерение рН электрохимическим методом. Общая техника и аппаратура потенциометрического анализа. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Методы определения конечной точки потенциометрического титрования (ПТ). Компенсационные и некомпенсационные методы ПТ	2	2	Методы титрования до ЭДС, равной нулю и до тока, равного нулю (при потенциале конечной точки титрования). Потенциометрическое титрование по методу нейтрализации, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления (типы индикаторных электродов, кривые титрования). Примеры определения веществ методами ПТ. Обработка кривых титрования (метод Грана, метод Б. М. Марьянова).	6	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, тест, решение ситуационных задач, коллоквиум	[1-7]
6	Основные закономерности электрохимической кинетики. Электрохимические методы, основанные на поляризации электродов. Электрохимические методы, основанные на поляризации электродов и протекании тока через электроды. Основные закономерности электрохимической кинетики. Основные понятия электрохимической кинетики (ток, перенапряжение, обратимые и необратимые процессы). Стадии электрохимического процесса. Диффузионно-концентрационная поляризация. Закономерности диффузии. 1-ый и 2-ой законы Фика. Уравнения концентрационной поляризации (теория Нернста-Левича). Критика теории Нернста.	2	2	Потенциальные кривые. Ток обмена. Кинетический вывод уравнения Нернста. Вывод уравнений для общей и частных поляризационных кривых. Поляризационные кривые при малых и больших перенапряжениях и токах.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, выполнение кейс-задания, тест, решение ситуационных задач	[1-6], [8]
7	Основные закономерности электрохимической кинетики. Электрохимические методы, основанные на поляризации электродов. Электрохимическая поляризация. Теория замедленного разряда-ионизации. Строение двойного электрического слоя (ДЭС) и его влияние на кинетику электрохимических процессов. Причины образования ДЭС. Методы изучения ДЭС. Электрокапиллярные кривые. Фазовая поляризация.	2	2	Уравнение Тафеля. Потенциал нулевого заряда. Распределение зарядов в ДЭС. Факторы, влияющие на потенциал. Учет потенциала при выводе уравнения электрохимической кинетики. Факторы, влияющие на перенапряжение и структуру осадка. Перенапряжение при выделении водорода, стадии выделения водорода	6	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, выполнение кейс-задания, тест, решение ситуационных задач	[1-6], [8]
8	Основные закономерности электрохимической кинетики. Электрохимические методы, основанные на поляризации электродов. Электролиз. Электрохимическое выделение	2	2	Диаграмма устойчивости воды при равновесных потенциалах. Напряжение разложения. Влияние природы металла на перенапряжение.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, выполнение кейс-задания,	[1-6], [8]

	металлов. Устойчивость водных растворов при электролизе. Законы Фарадея. Выход по току.					тест	
9	Основные закономерности электрохимической кинетики. Электрохимические методы, основанные на поляризации электродов. Аппаратура и общая техника электрохимических определений. Методы электроанализа. Выделение на катоде, на аноде. Осаждение на ртутном электроде. Электролиз при контролируемом токе и электролиз при контролируемом потенциале. Примеры определения веществ методами электролиза. Метод внутреннего электролиза. Механизм электродных процессов на катоде и аноде	2	2	Влияние плотности тока, состава раствора, поверхностно-активных веществ (ПАВ) на перенапряжение. Раздельное выделение металлов при электролизе. Подготовка поверхностей перед нанесением электрохимических покрытий	6	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, выполнение кейс-задания, тест, решение ситуационных задач	[1-6]
10	Основные закономерности электрохимической кинетики. Электрохимические методы, основанные на поляризации электродов. Кулонометрия. Принцип метода, классификация. Условия, определяющие 100 % выход по току при электродных процессах. Кулонометрия при контролируемом потенциале. Аппаратура. Кулонометрия при постоянном токе. Аппаратура, техника выполнения.	2	2	Внутренняя и внешняя генерация реагента. Методы фиксирования конца реакции (оптические, электрохимические).	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач	[1-6]
11	Основные закономерности электрохимической кинетики. Электрохимические методы, основанные на поляризации электродов. Кулонометрическое титрование. Сущность метода, история возникновения и развития. Аппаратура, техника выполнения	2	2	Метрологические характеристики метода кулонометрического титрования. Преимущества. Примеры определений	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач	[1-6]
12	Вольтамперометрические методы анализа. Полярографический метод анализа. Сущность метода, история возникновения и развития. Области применения полярографии. Принцип полярографических измерений. Особенности ртутного капяющего электрода. Требования к составу полярографируемого раствора. Теория полярографических методов анализа. Диффузионный ток. Вывод уравнений для диффузионного тока на плоском и сферическом электродах. Линейная диффузия к растущему капельному электроду. Уравнение Ильковича.	2	2	Миграционный ток в полярографии. Емкостный ток. Влияние адсорбции катионов, анионов и поверхностно-активных веществ на вид электрокапиллярной кривой. Уравнение обратимых полярографических волн при восстановлении аква-ионов до амальгамы, комплексных ионов, для восстановления ионов, не образующих амальгамы. Обратимая анодная и	6	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач, выполнение кейс-задания	[1-6], [8]

	Факторы, влияющие на величину диффузионного тока.			анодно-катодная волна.			
13	Вольтамперометрические методы анализа. Полярографические волны. Полярографические максимумы; причины их возникновения. Влияние растворенного кислорода на вид полярографической волны. Максимумы I и II рода. Подавление максимумов. Использование максимумов I и II рода для аналитических целей.	2	2	Исследование обратимости полярографических волн. Полярографический метод определения координационного числа и константы нестойкости комплексных ионов. Уравнение необратимой полярографической волны. Способы определения концентрации деполяризаторов в полярографии (метод калибровочных прямых, метод стандартных добавок, логарифмический анализ). Каталитические токи.	6	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач, выполнение кейс-задания	[1-6], [8]
14	Вольтамперометрические методы анализа. Инверсионная вольтамперометрия (ИВ). Сущность метода, классификация. Теоретические основы метода. Параметрическая теория метода ИВ на ртутном сферическом электроде. Влияние факторов на глубину анодного пика (концентрация ионов, время электролиза, объем раствора, объем ртутной капли, потенциал электролиза).	2	2	Электроды, используемые в методе ИВ (ртутные и ртутно-графитовые электроды). Инверсионная вольтамперометрия твердых фаз. Теория электрохимического растворения металлов с поверхности твердого индифферентного электрода.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач	[1-6], [8]
15	Вольтамперометрические методы анализа. Вольтамперометрия с быстрой (линейной) разверткой потенциала (осциллографическая полярография). Циклическая вольтамперометрия. Переменноточковая вольтамперометрия. Сущность метода.	2	2	Твердые (инертные) электроды. Определяемые вещества. Методика определения предела обнаружения в методе ИВ. Возможности метода ИВ и перспективы развития.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач, выполнение кейс-задания	[1-6], [8]
16	Вольтамперометрические методы анализа. Нормальная и дифференциальная импульсная полярография. Квадратно-волновая полярография. Амперометрия и амперометрическое титрование. Сущность метода. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами	2	2	Кривые амперометрического титрования (АТ) при постоянном и изменяющемся объеме титруемого раствора. Приложение амперометрического метода для определения физико-химических характеристик (определение произведения растворимости и константы нестойкости комплексных ионов). Преимущества метода	6	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, выполнение кейс-задания	[1-6], [8]
Итого		32	32		80		

6. Образовательные технологии

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия с использованием современных интерактивных технологий. Лекции с использованием мультимедийных презентаций, лекции-беседы, лекции-диалоги, эвристические лекции, лекции-визуализации, практические занятия, самостоятельная работа студентов, компьютерное тестирование.

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

Презентации на основе современных мультимедийных средств - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации с использованием мультимедийного оборудования позволяют эффективно и наглядно представить содержание изучаемого материала, выделить и проиллюстрировать сообщение, которое несет поучительную информацию, показать ее ключевые содержательные пункты. Использование интерактивных элементов позволяет усилить эффективность публичных выступлений, являющихся частью профессиональной деятельности преподавателя.

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.

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов.

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

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

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основе локальных нормативных актов.

- 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 Meetings, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на портале 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 и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического, правового и статистического материала для подготовки к лабораторным занятиям;
- подготовки к экзамену.

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

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Выполнение тестовых заданий. Перед началом выполнения тестов следует внимательно изучить теоретический материал, прорешать задачи по данной теме и ответить на вопросы, имеющиеся в учебнике. Выполняя тесты, следует иметь в виду, что они бывают следующих типов:

1. Выбор правильного ответа из числа предложенных. В этих тестах необходимо выбрать один правильный ответ из числа предложенных.

2. Множественный выбор (без метки). Необходимо выбрать все правильные ответы из числа предложенных.

3. Тесты сличения. В этих тестах к ряду вопросов нужно подобрать правильный ответ из числа предложенных.

4. Тесты ранжировки. В этом случае необходимо расположить ответы в правильном порядке.

5. Закрытые тесты. Здесь варианты ответа не предлагаются, свой ответ необходимо вписать в поле ответа.

Подготовка научного доклада с мультимедийной презентацией. Доклад – письменная работа объемом 10-18 печатных страниц, выполняемая студентом в течение длительного срока (около месяца). Доклад – краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе нескольких первоисточников. Доклад должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу. Помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу.

Подготовка реферата. Реферат - краткое изложение представленной темы в письменном виде или в форме публичного доклада на основе самостоятельного изучения литературы по теме. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения избранной проблемы и способствует приобщению студентов к научной деятельности. Помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу.

Последовательность работы:

1. Выбор темы исследования. Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.
2. Планирование исследования. Включает составление календарного плана научного исследования и плана предполагаемого реферата. Календарный план исследования включает следующие элементы: выбор и формулирование проблемы, разработка плана исследования и
3. Предварительного плана реферата; сбор и изучение исходного материала, поиск литературы; анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы; сообщение о предварительных результатах исследования; литературное оформление исследовательской проблемы; обсуждение работы (на семинаре и т. п.).
4. Поиск и изучение литературы. Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подбранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати. Для разработки реферата достаточно изучение 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.
5. Обработка материала. При обработке полученного материала автор должен: систематизировать его по разделам; выдвинуть и обосновать свои гипотезы; определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме; уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы; сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования; окончательно уточнить структуру реферата.
6. Оформление реферата. При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил: Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику; Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод); Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты; Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – Times New Roman, размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – только чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть

сквозной, начиная с третьей страницы. Номер проставляется арабскими цифрами вверху каждой страницы справа.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Данный список отражает самостоятельную творческую работу студента, что позволяет судить о степени его подготовки и углублении в выбранную тематику. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

Методические рекомендации по созданию мультимедийной презентации. Структура и содержание презентации – это личное творчество автора. Полезно использовать шаблоны оформления для подготовки компьютерной презентации.

Слайды желательно не перегружать текстом, лучше разместить короткие тезисы. На слайдах необходимо демонстрировать небольшие фрагменты текста доступные для чтения на расстоянии; 2-3 фотографии или рисунка. Наиболее важный материал лучше выделить.

Таблицы с цифровыми данными плохо воспринимаются со слайдов, в этом случае цифровой материал, по возможности, лучше представить в виде графиков и диаграмм.

Не следует излишне увлекаться мультимедийными эффектами анимации. Особенно нежелательны такие эффекты как вылет, вращение, волна, побуквенное появление текста и т.д. Оптимальная настройка эффектов анимации – появление, в первую очередь, заголовка слайда, а затем — текста по абзацам. При этом если несколько слайдов имеют одинаковое название, то заголовок слайда должен постоянно оставаться на экране.

Чтобы обеспечить хорошую читаемость презентации необходимо подобрать темный цвет фона и светлый цвет шрифта. Нельзя также выбирать фон, который содержит активный рисунок.

Желательно подготовить к каждому слайду заметки по докладу. Затем распечатать их и использовать при подготовке или на самой презентации. Можно распечатать некоторые ключевые слайды в качестве раздаточного материала.

Необходимо обязательно соблюдать единый стиль оформления презентации и обратить внимание на стилистическую грамотность.

Следует пронумеровать слайды. Это позволит быстро обращаться к конкретному слайду в случае необходимости.

Рекомендации по содержанию и структуре слайдов мультимедийной презентации:

1-й слайд (титульный), на фоне которого студент представляет тему проекта, ФИО и научного руководителя.

2-й слайд. Включает в себя объект, предмет и гипотезу исследования.

3-й слайд. Содержит цель и задачи исследования. Цель проекта должна быть написана на экране крупным шрифтом. Здесь же, если позволяет место, можно написать и задачи. Задачи могут быть представлены и на следующем слайде.

4-й - слайд. Содержит структуру работы, которую можно предоставить, например, в виде графических блоков со стрелками. А также – перечисление применяемых методов и методик.

5-й - слайд. Представляется содержание и теоретическая значимость проекта. Суть решаемой проблемы может быть представлена в виде схем, таблиц, диаграмм, графиков, фотографий, фрагментов фильмов и т.п. На теоретическую часть представления проекта должно быть создано несколько слайдов.

6-й - слайд. Возможности применения результатов работы на практике. На эту тему также должно быть несколько слайдов.

7-й слайд. Главные выводы, итоги, результаты проекта целесообразно поместить на отдельном слайде. При этом не следует перечислять то, что было сделано, а лаконично изложить суть значимости проекта или полученных результатов исследования.

Последний слайд. В конец презентации желательно поместить слайд с текстом «Спасибо за внимание!».

Учебная литература и методический материал по организации самостоятельной работы студентов отражены в рабочей программе дисциплины «Современные электрохимические методы анализа» и на сайте дистанционного обучения СОГУ площадка системы «MOODLE» по ссылке: <http://lms.nosu.ru/>.

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

8.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить сформированность компетенций ПК-2, ПК-3.

Образцы билета контроля материала к контрольной работе

по теме " Введение в электрохимические методы анализа (ЭХМА). Классификация ЭХМА, их особенности, чувствительность, точность, разрешающая способность.

Тенденции и перспективы развития ЭХМА. Пути повышения чувствительности. Определяемые компоненты. Вещества, мешающие проведению анализа. Требования, предъявляемые к подготовке проб. Основные стадии электрохимического анализа"

Вариант 1

1. Перечислите основные электрохимические методы анализа (ЭМА).
2. Назовите наиболее перспективный ЭМА и дайте обоснование целесообразности его применения.
3. Сформулируйте принцип, лежащий в основе классификации ЭМА, рекомендованной ИЮПАК?
4. Предложите схему электрохимической ячейки (цепи) с переносом, состоящего из серебряного индикаторного электрода и каломельного электрода сравнения.

Вариант 2

1. Сопоставьте чувствительность ЭМА с химическими и другими инструментальными методами.
2. Укажите диапазон концентраций, при которых проводятся аналитические измерения с помощью ЭМА.
3. Какие физические параметры используются в качестве аналитических сигналов в электрохимических измерениях?
4. Предложите схему электрохимической ячейки (цепи) с переносом, состоящего из серебряного индикаторного электрода и водородного электрода сравнения

Вопросы для самоконтроля

по теме " Введение в электрохимические методы анализа (ЭХМА). Классификация ЭХМА, их особенности, чувствительность, точность, разрешающая способность. Тенденции и перспективы развития ЭХМА. Пути повышения чувствительности. Определяемые компоненты. Вещества, мешающие проведению анализа. Требования, предъявляемые к подготовке проб. Основные стадии электрохимического анализа"

1. Дайте определение электрохимическим методам анализа.
2. Классификация электрохимических методов анализа.
3. На чем основан кулонометрический метод анализа?
4. Сущность и разновидности электрогравиметрического анализа.
5. Какова основа потенциометрического анализа?
6. Чувствительность, точность, разрешающая способность ЭХМА.
7. Тенденции и перспективы развития ЭХМА.
8. Пути повышения чувствительности ЭХМА.
9. Определяемые компоненты ЭХМА.
10. Вещества, мешающие проведению анализа различными электрохимическими методами.
11. Требования, предъявляемые к подготовке проб для электрохимического анализа.
12. Основные стадии электрохимического анализа.
13. Место и роль ЭХМА среди других методов анализа. Современное состояние метода и области применения, значение и место среди других аналитических методов.

Демонстрационный вариант теста для входного контроля

по теме " Введение в электрохимические методы анализа (ЭХМА). Классификация ЭХМА, их особенности, чувствительность, точность, разрешающая способность. Тенденции и перспективы развития ЭХМА. Пути повышения чувствительности. Определяемые компоненты. Вещества, мешающие проведению анализа. Требования, предъявляемые к подготовке проб. Основные стадии электрохимического анализа"

Самым чувствительным электрохимическим методом анализа является:

- а) потенциометрическое титрование
- б) ионометрия

- в) классическая полярография
- г) инверсионная вольтамперометрия

Количество электричества измеряют:

- а) амперметрами
- б) вольтметрами
- в) иономерами
- г) кулонометрами

Какой раздел электрохимических методов анализа включает амперометрическое титрование?

- а) потенциометрия
- б) кулонометрия
- в) вольтамперометрия
- г) кондуктометрия

Демонстрационный вариант ситуационных задач

На вольтамперометрическое исследование была взята проба объемом 100 мл, упарена до 20 мл и разбавлена фоновым электролитом. На вольтамперограммах холостой пробы, пробы анализируемой воды и проб анализируемой воды с добавками 20, 40 и 60 микролитров (мкл) стандартного раствора соли свинца с концентрацией ионов Pb^{2+} 10 мг/л высота пиков составила:

холостая проба – 4 мм;

исследуемая проба – 43 мм;

исследуемая проба с добавкой 20 мкл стандартного раствора – 81 мм;

исследуемая проба с добавкой 40 мкл стандартного раствора – 115 мм;

исследуемая проба с добавкой 60 мкл стандартного раствора – 145 мм.

По результатам вольтамперометрического исследования постройте зависимость высоты пика (которая пропорциональна силе диффузионного тока, т.е. аналитическому сигналу в методе вольтамперометрии) от концентрации стандартной добавки (мг/л) и графически определите концентрацию (мг/л) ионов свинца Pb^{2+} в исследуемой пробе.

Студенты предложили еще несколько методов исследования пробы: кулонометрическое титрование, кондуктометрический метод и метод дифференциальной полярографии. Преподаватель отметил, что правильным является метод дифференциальной полярографии. Почему неприемлемы другие методы, а подходящим является метод дифференциальной полярографии?

Демонстрационный вариант кейс-задания

В основе концепции метода конкретных ситуаций (кейс-метода) является практическое занятие, нацеленное на формирование у студентов профессиональных качеств руководителя аналитической лаборатории, навыков и умений через моделирование практических действий в условиях учебного занятия.

Производственная ситуация (кейс) – это эффективный способ моделирования прогнозируемых производственных ситуаций. Проблематика кейсов близка к проблемам, с которыми будущим химикам-аналитикам придется столкнуться в реальной жизни.

Пример кейс-задания: Содержание сульфида натрия Na_2S в сульфатном черном щелоке химик-аналитик проводил методом потенциометрического титрования. Исходный щелок был разбавлен в 50 раз, затем была отобрана аликвота 10,0 мл. Аликвота оттитровывалась 0,1 моль-экв/л раствором нитрата аммиака серебра $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$, контролируя изменение потенциала титруемой системы с помощью сульфидсеребряного индикаторного электрода относительно хлорсеребряного электрода сравнения. В результате анализа была получена следующая зависимость потенциала от объема титранта:

$V_{\text{титр.}}, \text{мл}$	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
- E, mV	680	640	625	595	573	540	410	310	200	150	149

Задания:

1. Постройте дифференциальную кривую потенциометрического титрования.
2. По объему израсходованного раствора нитрата аммиака серебра в конечной точке титрования (КТТ) определите концентрацию сульфида натрия Na_2S (в г/л) в исходном щелоке.
3. Предложите какие методы определения сульфида натрия мог еще использовать химик-аналитик.

8.2. Оценочные средства для проведения рубежной аттестации

Примерные тестовые задания

Потенциометрический метод основан:

- а) на измерении разности равновесных потенциалов практически в отсутствие тока между индикаторным электродом и электродом сравнения;
- б) на измерении разности равновесных потенциалов в присутствии тока между индикаторным электродом и электродом сравнения;
- в) на измерении тока между индикаторным электродом и электродом сравнения;
- г) на измерении потенциала индикаторного электрода

Типы индикаторных электродов, используемых в потенциометрии:

- а) стеклянный
- б) платиновый
- в) хлорсеребряный
- г) углеродный

Блок электрохимической ячейки состоит из:

- а) индикаторного электрода
- б) электрода сравнения
- в) потенциометра

г) стаканчика с анализируемым раствором

Потенциал индикаторного электрода зависит от:

- а) природы растворителя
- б) окраски раствора
- в) прозрачности раствора
- г) активности потенциалопределяющих ионов по уравнению Нернста

Стеклянный электрод является примером:

- а) мембранного электрода
- б) разновидности металлического электрода
- в) ионоселективного электрода
- г) стеклоуглеродного электрода

Правила работы со стеклянным электродом:

- а) перед использованием стеклянные мембранные электроды следует выдержать в 0,1 моль/л растворе хлороводородной кислоты
- б) перед использованием стеклянные мембранные электроды следует выдержать некоторое время в воде
- в) при переходе от одного раствора к другому вытирать бумагой ионочувствительную мембрану
- г) периодически проводить сушку электродов

Потенциометрию используют для определения pH

- а) воды
- б) растворов лекарственных веществ
- в) сухого растительного сырья
- г) мазей

Потенциометрическое титрование основано на определении точки эквивалентности при проведении химической реакции между титрантом и определяемым веществом путем:

- а) измерения в процессе титрования электродвижущей силы специально подобранной электродной пары
- б) определения резкого изменения (скачка) потенциала индикаторного электрода
- в) определения резкого изменения (скачка) потенциала электрода сравнения
- г) использования градуировочного графика

Метод потенциометрического титрования может быть применен:

- а) в случае титрования окрашенных растворов
- б) в случае титрования мутных растворов
- в) при отсутствии подходящего индикатора
- г) при отсутствии химической реакции между титрантом и определяемым веществом

Преимущества потенциометрии заключаются:

- а) требуется наличие только одного электрода

- б) применяется в случае титрования окрашенных и мутных растворов
- в) высокая чувствительность
- г) низкая стоимость оборудования

8.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

- Место и роль ЭХМА среди других методов анализа. Классификация ЭХМА, их особенности, чувствительность, точность, разрешающая способность.
- Применение ЭХМА в практике анализа: научные исследования, промышленность, экология, медицина, решение современных проблем аналитической химии. Тенденции и перспективы развития ЭХМА.
- Пути повышения чувствительности ЭХМА. Определяемые компоненты. Вещества, мешающие проведению анализа.
- Требования, предъявляемые к подготовке проб для ЭХМА.
- Кондуктометрические методы анализа. Принципы и классификация метода. Аппаратура и техника кондуктометрических измерений. Особенности кондуктометрического метода анализа, преимущества и недостатки.
- Электропроводность растворов электролитов (удельная, эквивалентная, молекулярная). Зависимость электропроводности от экспериментальных параметров (природы ионов и растворителя, концентрации, температуры и др.).
- Прямая кондуктометрия. Применение прямой кондуктометрии.
- Определение электропроводности слабых электролитов, констант диссоциации слабых кислот и оснований, растворимости малорастворимых соединений, состава и константы устойчивости комплексных соединений.
- Кондуктометрическое титрование (КТ). Реакции, используемые в КТ. Кривые КТ по методу нейтрализации, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления. Титрование многокомпонентных смесей электролитов. Неводное титрование.
- Хронокондуктометрия.
- Высокочастотное кондуктометрическое титрование (принцип метода, аппаратура, кривые титрования).
- Потенциометрические методы анализа. Принцип и классификация методов потенциометрии. Преимущества и ограничения метода.
- Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе металл – раствор. Равновесный потенциал. Термодинамический вывод уравнения Нернста.
- Классификация электродов. Электроды I рода (металлические, амальгамные, металлоидные, газовые). Электроды II рода (каломельный, хлоридсеребряный, металлоокисные). Электроды III рода.
- Окислительно-восстановительные электроды (хингидронный, инертный металл в растворе, содержащем окислительно-восстановительную пару).
- Ионоселективные электроды. Измерение потенциалов в ионоселективных электродах. Определение коэффициента селективности ионоселективного электрода.
- Классификация ионоселективных электродов. Стекланные электроды. Способы определения концентраций с помощью ионоселективных электродов (уравнение Нернста,

метод градуировочных прямых, метод стандартных добавок, титрование с ионселективными электродами).

- Электроды на основе жидких мембран. Твердые мембранные электроды (кристаллические и некристаллические мембраны). Ферментационные мембранные электроды.

- Электрохимические цепи (концентрационные цепи, химические цепи, гальванический элемент). Измерение потенциалов.

- Измерение pH электрохимическим методом. Общая техника и аппаратура потенциометрического анализа. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Методы определения конечной точки потенциометрического титрования (ПТ).

- Компенсационные и некомпенсационные методы ПТ. Методы титрования до ЭДС, равной нулю и до тока, равного нулю (при потенциале конечной точки титрования). Биметаллические системы электродов в практике ПТ. Потенциометрическое титрование по методу нейтрализации, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления (типы индикаторных электродов, кривые титрования).

- Примеры определения веществ методами ПТ. Обработка кривых титрования (метод Грана, метод Б. М. Марьянова).

- Электрохимические методы, основанные на поляризации электродов и протекании тока через электроды. Основные закономерности электрохимической кинетики. Основные понятия электрохимической кинетики (ток, перенапряжение, обратимые и необратимые процессы). Стадии электрохимического процесса. Диффузионно-концентрационная поляризация. Закономерности диффузии. 1-ый и 2-ой законы Фика. Уравнения концентрационной поляризации (теория Нернста-Левича). Критика теории Нернста.

- Электрохимическая поляризация. Теория замедленного разряда-ионизации. Потенциальные кривые. Ток обмена. Кинетический вывод уравнения Нернста. Вывод уравнений для общей и частных поляризационных кривых. Поляризационные кривые при малых и больших перенапряжениях и токах. Уравнение Тафеля.

- Строение двойного электрического слоя (ДЭС) и его влияние на кинетику электрохимических процессов. Причины образования ДЭС. Потенциал нулевого заряда. Распределение зарядов в ДЭС. Факторы, влияющие на потенциал. Учет потенциала при выводе уравнения электрохимической кинетики. Методы изучения ДЭС. Электрокапиллярные кривые.

- Фазовая поляризация. Факторы, влияющие на перенапряжение и структуру осадка. Перенапряжение при выделении водорода, стадии выделения водорода.

- Электролиз. Электрохимическое выделение металлов. Устойчивость водных растворов при электролизе. Диаграмма устойчивости воды при равновесных потенциалах. Напряжение разложения.

- Влияние природы металла на перенапряжение. Влияние плотности тока, состава раствора, поверхностно-активных веществ (ПАВ) на перенапряжение. Раздельное выделение металлов при электролизе. Подготовка поверхностей перед нанесением электрохимических покрытий. Законы Фарадея. Выход по току.

- Методы электроанализа. Выделение на катоде, на аноде. Осаждение на ртутном электроде. Электролиз при контролируемом токе и электролиз при контролируемом потенциале. Примеры определения веществ методами электролиза. Метод внутреннего

электролиза. Механизм электродных процессов на катоде и аноде.

- Кулонометрия. Принцип метода, классификация. Условия, определяющие 100 % выход по току при электродных процессах. Кулонометрия при контролируемом потенциале. Аппаратура. Методы измерения количества электричества. Кулонометрия при постоянном токе. Аппаратура, техника выполнения.

- Кулонометрическое титрование. Внутренняя и внешняя генерация реагента. Методы фиксирования конца реакции (оптические, электрохимические). Метрологические характеристики метода. Преимущества. Примеры определений.

Методы потенциометрии в условиях поляризации электродов. Потенциометрическое титрование с одним поляризованным электродом. Потенциометрическое титрование с двумя поляризованными электродами. Виды кривых ПТ для обратимых и необратимых систем.

- Полярографический метод анализа. Сущность метода, история возникновения и развития. Области применения полярографии. Принцип полярографических измерений. Особенности ртутного капяющего электрода. Требования к составу полярографируемого раствора. Теория полярографических методов анализа. Диффузионный ток. Вывод уравнений для диффузионного тока на плоском и сферическом электродах. Линейная диффузия к растущему капельному электроду. Уравнение Ильковича. Факторы, влияющие на величину диффузионного тока.

- Миграционный ток в полярографии. Влияние миграции на величину предельного тока в случаях окисления и восстановления катионов и анионов.

- Емкостный ток. Влияние адсорбции катионов, анионов и поверхностно-активных веществ на вид электрокапиллярной кривой.

- Полярографические волны. Уравнение обратимых полярографических волн при восстановлении аква-ионов до амальгамы, комплексных ионов, для восстановления ионов, не образующих амальгамы. Обратимая анодная и анодно-катодная волна. Исследование обратимости полярографических волн. Полярографический метод определения координационного числа и константы нестойкости комплексных ионов. Уравнение необратимой полярографической волны.

- Полярографические максимумы; причины их возникновения. Влияние растворенного кислорода на вид полярографической волны. Максимумы I и II рода. Подавление максимумов. Использование максимумов I и II рода для аналитических целей.

- Способы определения концентрации депольяризаторов в полярографии (метод калибровочных прямых, метод стандартных добавок, логарифмический анализ). Каталитические токи.

- Инверсионная вольтамперометрия (ИВ). Сущность метода, классификация. Теоретические основы метода. Параметрическая теория метода ИВ на ртутном сферическом электроде. Влияние факторов на глубину анодного пика (концентрация ионов, время электролиза, объем раствора, объем ртутной капли, потенциал электролиза). Факторы, влияющие на разрешающую способность метода. Чувствительность метода ИВ.

- Электроды, используемые в методе ИВ (ртутные и ртутно-графитовые электроды). Твердые (инертные) электроды. Инверсионная вольтамперометрия твердых фаз. Теория электрохимического растворения металлов с поверхности твердого индифферентного электрода. Определяемые вещества. Методика определения предела обнаружения в методе ИВ. Возможности метода ИВ и перспективы развития.

- Методы вольтамперометрического анализа (общая характеристика). Вольтамперометрия с быстрой (линейной) разверткой потенциала (осциллографическая полярография). Циклическая вольтамперометрия.
- Переменноточковая вольтамперометрия. Нормальная и дифференциальная импульсная полярография. Квадратно-волновая полярография.
- Амперометрия и амперометрическое титрование. Сущность метода. Кривые амперометрического титрования (АТ) при постоянном и изменяющемся объеме титруемого раствора. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Приложение амперометрического метода для определения физикохимических характеристик (определение произведения растворимости и константы нестойкости комплексных ионов). Преимущества метода.

Критерии оценки знаний студентов на зачете

Оценка	Требования
«Зачтено»	Студент демонстрирует: <i>знания</i> основных теоретических положений, лежащих в основе электрохимических методов анализа; природу и сущность явлений и процессов в различных химических системах, лежащих в основе электрохимических методов анализа; аналитические сигналы; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа; схемы анализа; <i>умения</i> выполнять качественный и количественный анализ электрохимическими методами анализа; выполнять анализ некоторых объектов на основе самостоятельного выбора схемы анализа и методики его проведения; оформлять результаты анализа с учетом метрологических характеристик; <i>навыки</i> приготовления растворов заданной концентрации различными способами (по точной навеске, из стандарт-титра, разбавлением), работы на различных аналитических установках и приборах, определения аналитического сигнала, расчета результатов анализа.
«Не зачтено»	Студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет лабораторно-практические работы (выбор и обоснование схемы анализа), не может объяснить сущность метода, затрудняется в выборе метода анализа различных объектов, не владеет методикой решения типовых расчетных задач.

8.4. Оценочные средства для проведения контроля самостоятельной работы студентов

Вопросы для самоконтроля при составлении опорного конспекта

по теме " Введение в электрохимические методы анализа (ЭХМА). Классификация ЭХМА, их особенности, чувствительность, точность, разрешающая способность.

Тенденции и перспективы развития ЭХМА. Пути повышения чувствительности. Определяемые компоненты. Вещества, мешающие проведению анализа. Требования, предъявляемые к подготовке проб. Основные стадии электрохимического анализа"

1. Классификация электрохимических методов исследования и электродных процессов по механизму их протекания.
2. Требования к электрохимическому эксперименту, рабочему, вспомогательному электродам, электроду сравнения, электролиту.

3. Основные принципы осуществления контроля тока и потенциала в электрохимическом эксперименте. Электрические схемы.
4. Принципы работы электронных потенциостатов и современных лабораторных комплексов, сопряженных с персональными компьютерами.
5. Классификация электрохимических электродных процессов по механизму их протекания
6. Перспективы развития электрохимических методов анализа.

Коллоквиум

по теме «Равновесные электрохимические методы»

1. Биметаллические системы электродов в практике потенциометрического титрования.
2. Методы титрования до ЭДС, равной нулю и до тока, равного нулю (при потенциале конечной точки титрования).
3. Потенциометрическое титрование по методу нейтрализации, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления (типы индикаторных электродов, кривые титрования).
4. Примеры определения веществ методами ПТ.
5. Обработка кривых титрования (метод Грана, метод Б. М. Марьянова).
6. Графические зависимости и уравнения поляризационных кривых для смешанной кинетики: случай медленной стадии разряда и диффузии.
7. Анализ кинетики электродного процесса для малых и больших перенапряжений.
8. Границы применимости метода стационарных поляризационных кривых для определения кинетических параметров.

Демонстрационный вариант ситуационных задач

При анализе сточной вод на содержание иона кобальта Co^{2+} использовали метод классической полярографии. На полярограмме 10,00 мл сточных вод предельный диффузионный ток (I_d) составил 63,0 микроампер (мкА). После добавления к такому же объему сточных вод 1,00 мл стандартного раствора с содержанием ионов кобальта Co^{2+} 0,001 моль/л, предельный диффузионный ток I_d составил 67,2 микроампер (мкА). Затем 100,00 мл сточных вод были пропущены через систему, содержащую 2г катионообменного сорбента. 10,00 мл полученных после пропускания сточных вод поместили в полярографическую ячейку и записали полярограмму, при этом предельный диффузионный ток составил 6,0 мкА. При введении к 10 мл пропущенных через катионит сточных вод 1,00 мл стандартного раствора с содержанием ионов кобальта Co^{2+} 0,001 моль/л, предельный диффузионный ток I_d возрос до 38,0 микроампер (мкА). Рассчитайте обменную емкость (в моль Co^{2+} /г) катионита по кобальту.

При решении задачи следует:

- представить информацию о способе пробоподготовки сточной вод для анализа методом классической полярографии;
- предложите методы идентификации и методы количественного определения ионов кобальта в пробе, учитывая их чувствительность и специфичность, преимущества и недостатки;

- обосновать выбор способа количественного определения, поэтапно изложить схему и процедуру его проведения, привести математические формулы; если необходимо, то произвести вычисления;
- представить интерпретацию полученных количественных результатов.

Демонстрационный вариант расчетных задач

1. Двухэлектродная ячейка для измерения электропроводности заполнена раствором KNO_3 . Площадь каждого электрода 5 см^2 (электроды гладкие), расстояние между ними 5 см. Сопротивление слоя раствора, заключенного между электродами, равно 250 Ом при 25°C . Определить концентрацию раствора.

2. Карбонат-ионы в диапазоне концентраций $0,1 \cdot 10^{-5} \text{ М}$ определяются в присутствии ионов хлора при помощи ионселективного электрода с жидкой мембраной. Потенциометрический коэффициент селективности $k^{\text{пот}}_{\text{CO}_3-\text{Cl}}$ равен $4,7 \cdot 10^{-2}$. При какой концентрации хлорид-ионов погрешность определения карбонатионов превышает 10%, что приводит к невозможности использовать данный электрод для аналитического определения карбонат-ионов?

Примерная тематика рефератов, мультимедийных презентаций

- ✓ Хронокондуктометрия и ее место в практике анализа.
- ✓ Электрохимический контроль воды.
- ✓ Электрохимический контроль пищевых продуктов.
- ✓ Контроль качества лекарственных препаратов современными электрохимическими методами.
- ✓ Электрохимические методы анализа сточных вод.
- ✓ Электрохимические методы анализа природных вод.
- ✓ Особенности отбора и подготовки проб различных видов пищевых продуктов для потенциометрического анализа.
- ✓ Определение массовой доли нитратов и хлоридов в почвенных и растительных образцах методом ионометрии.
- ✓ Применение ЭХМА в практике анализа: научные исследования, промышленность, экология, решение современных проблем аналитической химии.
- ✓ Тенденции и перспективы развития электрохимических методов анализа.
- ✓ Электрохимические методы анализа в биотехнологических производствах.
- ✓ Электрохимические методы получения тонкопленочных покрытий.
- ✓ Потенциометрические определения в медицине и фармации.
- ✓ Амперометрическое титрование. Полярография.
- ✓ Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование.

Оценочный лист защиты рефератов (докладов)

Наименование показателя	Выявленные недостатки и замечания	количество баллов
I. КАЧЕСТВО ДОКЛАДА (РЕФЕРАТА)		
1. Соответствие содержания работы заданию		0,5

2. Грамотность изложения и качество оформления работы		0,5
3. Самостоятельность выполнения работы, глубина проработки материала, использование рекомендованной и справочной литературы		0,5
4. Обоснованность и доказательность выводов		0,5
Общая оценка за выполнение доклада (реферата)		2
II. КАЧЕСТВО ДОКЛАДА		
1. Соответствие содержания доклада содержанию работы		0,5
2. Выделение основной мысли работы		0,5
3. Качество изложения материала		0,5
Общая оценка за доклад		1,5
III. ОТВЕТЫ НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАБОТЫ		
Вопрос 1		0,5
Вопрос 2		0,5
Вопрос 3		0,5
Общая оценка за ответы на вопросы		1,5
ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА ЗА ЗАЩИТУ		5

Критерии оценивания студента за подготовку презентации

Критерии	Образцовый ответ	Законченный, полный ответ	Изложенный, раскрытый ответ	Минимальный ответ
Содержание презентации	Четко сформулирована цель и раскрыта тема исследования. В краткой форме дана полная информация по теме исследования и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.	Сформулирована цель и тема исследования. Частично изложена информация по теме исследования и дан ответ на проблемный вопрос. Даны ссылки на используемые ресурсы.	Сформулирована цель и тема исследования. Содержание полностью не раскрыто. Информация по теме исследования неточна. Проблема до конца не решена. Не даны ссылки на используемые ресурсы.	Не сформулирована цель и тема исследования. Проблема не решена.
Дизайн презентации	Соблюдается единый стиль оформления. Презентация красочная и интересная. Используются эффекты анимации, фон, фотографии. В презентации присутствуют авторские находки.	Соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Используются некоторые эффекты и фон.	Не соблюдается единый стиль оформления. Слайды просты в понимании. Эффекты и фон не используются.	Не соблюдается стиль оформления. Слайды просты в понимании.
Представление презентации	Автор хорошо владеет материалом по теме исследования. Использует научную терминологию. Обладает навыками ораторского искусства. Полно и точно цитируется использованная литература	Автор владеет материалом по теме исследования, но не смог заинтересовать аудиторию. Недостаточно цитируется литература.	Автор не показал компетентности в представлении презентации. Использованные факты не вызывают доверия. Недостаточно цитируется литература.	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Иванова А.В. Электрохимические методы исследования биологических объектов: лабораторный практикум / А.В. Иванова и др.; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 53 с.: ил., табл., схем. – ISBN 978-5-7996-1144-6. – Текст: электронный. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275800>
2. Сальникова Е. В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение: учебное пособие / Е.В. Сальникова. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 121 с. - ISBN 978-5-7410-1725-8. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017258.html>.
3. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум: учебное пособие / Ю. Я. Харитонов, Джабаров Д. Н., Григорьева В. Ю. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 368 с. - ISBN 978-5-9704-2199-4. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html>
4. Электрохимические методы анализа: руководство к лабораторному практикуму / Л.К. Неудачина, Ю.С. Петрова, Н.В. Лакиза, Е.Л. Лебедева; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 136 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275801>

б) дополнительная литература:

5. Аналитическая химия: качественный химический анализ: практикум, учеб. пособие / Ю.Я. Харитонов, В.Ю. Григорьева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 296с. - ISBN 978-5-9704-1003-5.
6. Лупенко Г. К. Физико-химические методы анализа: Лабораторный практикум: учеб. -метод. пособие / Г. К. Лупенко, А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. - 87 с. - ISBN 978-5-7782-1543-6. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778215436.html>.
7. Муравьева И. В. Методы контроля и анализа веществ: потенциометрический метод контроля и анализа веществ / И. В. Муравьева, О. Л. Скорская - Москва: МИСиС, 2012. - 45 с. - ISBN 978-5-87623-589-3. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876235893.html>.
8. Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия: теоретические основы и аналитическая практика: / Г. Хенце; пер. с нем. под ред. А.И. Каменева.– Москва : Лаборатория знаний, 2017. – 287 с.: ил. – ISBN 978-5-00101-509-3. – Текст : электронный. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463201>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

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 (MP SA) от 04.2016 г.	США
2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
3.	Windows 8.1 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
4.	Windows 8.1 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
5.	Windows 8 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
6.	Windows 8 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
7.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
8.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
9.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
10.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) от 04.2016 г.	США
11.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MP SA) 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»	№4576-1 от 17.01.2022 г. (действителен до 31.12.2022 г.) с ЗАО «Анти-Плагиат»	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.	Консультант+		Россия
24.	Планы	№8867, от 14.01.2022 г. (14.01.2022 г. до 13.01.2023 г.) ООО ЛММИС	Россия
25.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021 г. ИП И.А. Сергеевич Тех. под. 07.04.2022 г.	Россия
26.	«Галактика»	от 14.03.2022 г. (примерная дата)	Россия
27.	BricsCAD	Bricys NV, до 03.11.2021 г.	Бельгия
28.	Cisco Webex - Система проведения вебинаров.	ООО Айстек договор № Д67-2021 от 03.08.2021 - 03.08.2022 г.	США
29.	DIRECTUM RX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022 г. (примерная дата)	Россия
30.	Услуги связи (доступ к сети интернет)	ООО Алком № AL-0044 от 01.02.2022 г. - 31.12.2022 г.	Россия
31.	AutoCAD		США
32.	MOODLE	Бесплатное российское	США (бесплатное российское)
33.	VEEAM		Швейцария
34.	«Галактика РУЗ»	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
35.	Личный кабинет абитуриента	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
36.	Личный кабинет студента/сотрудника	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
37.	Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ)	https://dvs.rsl.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
38.	ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»	https://biblioclub.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
39.	ЭБС «Научная электронная	http://elibrary.ru	Россия

	библиотека eLibrary.ru»	Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	
40.	Универсальная баз данных East View	https://dlib.eastview.com	США
41.	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
42.	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
43.	КЭП (домен на Яндексе)	бесплатное	Россия
44.	РусГард	бесплатное	Россия
45.	ViPNet		Россия

Электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор:

- [Электронная библиотека диссертаций и авторефератов РГБ](#) требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- [ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»](#) требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- [ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»](#) самостоятельная регистрация на сайте
- [ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом](#) требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- [ЭБС «Юрайт» — образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям](#) требуется регистрация в библиотеке СОГУ
- [Springer Customer Service Center GmbH](#) (база данных, содержащие электронные издания издательства Springer Nature за период 2011 — 2017 гг. (полнотекстовая коллекция в количестве 46 332 книг)
- Сайт дистанционного обучения СОГУ: <http://lms.nosu.ru/>

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

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
<p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 604</p>
<p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 606</p>
<p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся.</p> <p>Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный</p>

Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ. Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).	корпус № 7, ауд. № 603
Лаборатории: компьютерные классы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся. Оборудование: Интерактивное мультимедийное оборудование (доска, проектор), компьютеры для компьютерного класса 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; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 614
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; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Консультант плюс; Гарант; Cisco Webex; MOODLE. 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 «Университетская библиотека ONLINE» https://biblioclub.ru ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» http://elibrary.ru .	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Церетели/Ватутина, дом 16/19, учебный корпус № 6
Лаборатория Физико-химических методов анализа для проведения научно-исследовательской работы, курсового проектирования, выполнения выпускных квалификационных работ, групповых и индивидуальных консультаций: преподавательский стол, стул, 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. Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация). Лабораторное оборудование: Атомно-Абсорбционный спектрометр МГА-1000 с автосемплером – 1 шт. Пламенный фотометр ФПА-2-01 ЗОМЗ – 1 шт. Весы лабораторные электронные BM5101 – 1 шт. рН-метр 150 МИ – 1 шт. Мешалка магнитная с подогревом ПЭ 6110 – 1 шт. Рефрактометр ИРФ-454Б2М (с подсветкой и доп. шкалой) – 1 шт. Инкубатор-СО2 49л МСО-5АС, диапазон +5 С до +50 С, Сануо – 1шт. Система микроволновая пробоподготовки МС-6 – 1 шт. Спектрофотометр «ПЭ-5400УФ»-1 шт. Кондуктометр портативный ОНАУС ST300С-В – 1 шт.	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 607А
Лаборатория Общей и неорганической химии 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	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания,

<p>и стулья для обучающихся, лабораторные столы, классная доска. Оборудование: интерактивный мультимедийный комплекс (проектор, доска), ноутбук, колонки, персональный компьютер с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ. Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация). Лабораторное оборудование: Учебно-лабораторный комплекс "Общая и неорганическая химия" – 2 шт. Шкаф вытяжной с подводом воды ШВ НВК - 2 шт. рН-метр-милливольтметр «рН-150МИ»- 2 шт. рН-метр-милливольтметр «рН-150МА»- 1 шт. Калориметр "Эксперт 001К" – 1 шт. Весы аналитические SHINKO HT 84CE - 1 шт. Кондуктометр «Эксперт -002-6Н» -1 шт. Шкаф сушильный SNOL - 1 шт. Мешалка магнитная ПЭ-6110 с подогревом - 1 шт. Весы электронные ЕК-300i -1 шт. Весы лабораторные BM5101 -1 шт. Микроскоп «Биолам» -1 шт. Водяная баня – 1 шт. Фотометр фотоэлектрический КФК-2 – 1 шт. Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01- 1 шт. Ионмер И-510 стандартный – 1 шт. Нагревательная плита ES-H3040 – 1 шт. Сетевой встряхиватель- 1 шт. Потенциометр Р-307- 1 шт. Весы «CAS»- 1 шт. Термостат ТС/120 СПУ- 1 шт. Центрифуга ОПН -3- 1 шт.</p>	<p>город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 609</p>
<p>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, столы и стулья для обучающихся, лабораторные столы, классная доска. Оборудование: Мультимедийный комплекс (проектор, экран), ноутбук, колонки, персональный компьютер с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ. Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация). Лабораторное оборудование: Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ - 1 шт. Фотоколориметр КФК-3-01 «ЗОМЗ» – 1 шт. Фотометр фотоэлектрический КФК-2 – 1 шт. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой – 1шт. Весы аналитические SHINKO HT 84RCE – 1 шт. Весы лабораторные прецизионные ЕТ-300П – 1 шт. Весы лабораторные CAS MW-120 – 1 шт. Мешалка магнитная без подогрева с якорем ПЭ-6100 – 1 шт. рН-метр-милливольтметр РН-150МИ- 1 шт. Кондуктометр портативный ОНАУС – 1 шт. Нагревательная плита ES-H3040 – 1 шт. Центрифуга СМ-12 – 1 шт. Шкаф сушильный SNOL - 1 шт.</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 610</p>
<p>Лаборатория Общей, неорганической и аналитической химии 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. Оборудование: Интерактивный мультимедийный комплекс (проектор, доска), ноутбук, колонки, персональный компьютер с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ. Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE;</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 613</p>

<p>демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация). Лабораторное оборудование: Учебно-лабораторный комплекс "Экологический мониторинг" – 1 шт. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой – 1 шт. Рефрактометр портативный WZ-113- 1 шт. Мешалка магнитная с подогревом ПЭ 6110 – 1 шт. рН-метр-милливольтметр рН-метр 150 МИ – 1 шт. Кондуктометр портативный ОНАУС ST300С-В– 1 шт. Блок автоматического титрования «БАТ»-1 шт. Баня водяная двухместная UT-4302E ULAB – 1 шт. Нагревательная плита ES-H3040 – 1 шт. Сушильный шкаф ШС-80-01-СПУ – 1 шт. Весы электронные ЕК-300i -1 шт. Весы технические М-ER – 1 шт. Печь муфельная «ПМ-8» - 1 шт. Центрифуга СМ-12-06 – 1 шт.</p>	
<p>Лаборатория Физической, коллоидной и аналитической химии 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), ноутбук, колонки, персональный компьютер с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ. Программное обеспечение: Windows 7 Professional; Office Standard 2016; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Endpoint Security; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Cisco Webex; MOODLE; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация). Лабораторное оборудование: Учебно-лабораторный комплекс "Физическая и коллоидная химия" – 1 шт. Печь муфельная ЭКПС-10 – 1 шт. Аквадистиллятор «ДЭ-25»- 1 шт. Нефелометр «НФМ»-1 шт. Блок автоматического титрования «БАТ»-1 шт. Кондуктометр «Эксперт -002-6Н» - 1шт. Лабораторный иономер «И-510»-1 шт. рН-метр-милливольтметр «рН-150МИ»-2 шт. Рефрактометр «ИРФ-454» - 1шт. Мешалка магнитная «ПЭ-6110» с подогревом-2 шт. Фотометр ЗОМЗ КФК-3-01 - 1 шт. Микроскоп бинокулярный "Микмед-1"- 1 шт. Анализатор «Флюорат 02-2М» - 1 шт. Баня водяная двухместная UT-4302E ULAB – 1 шт. Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ – 1 шт. Нагревательная плита ES-H3040 – 1 шт. Центрифуга Tagler настольная лабораторная медицинская по ТУ – 1 шт. Весы аналитические SHINKO НТ 84RCE – 1 шт. Весы технические М-ER – 3 шт. Сушильный шкаф ШС-80-01-СПУ – 1 шт.</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 615</p>

11. Лист обновления/актуализации