

*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 СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

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.Э. Хаева

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 «Современные спектроскопические методы анализа» составляет 5 зачетных единиц – 180 часов.

	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Курс	2	
Семестр	3	
Лекции	36	
Практические (семинарские) занятия	-	
Лабораторные занятия	36	
Консультации	-	
Итого аудиторных занятий	72	
Самостоятельная работа	72	
Часов в ЗЕТ	5	
Форма контроля	Экзамен	
Экзамен	36	
Зачет	-	
Общее количество часов	180	

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, целями освоения дисциплины «Современные спектроскопические методы анализа» являются формирование представлений о теоретических основах современных методов молекулярного и атомного спектроскопического анализа, о многообразии спектроскопических методов анализа, 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:

- **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».
- **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 спектроскопические 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 спектроскопические методы анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блок- **Б1.В.06.**

Для изучения дисциплины обучающиеся должны обладать следующими профессиональными (ПК) компетенциями:

- способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках (ПК-2);

- 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),

сформированными в процессе 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, физические основы спектроскопии, строение и свойства атомов и молекул, основы спектрометрических методов, способы выражения концентрации растворов, современное состояние и перспективы их развития;

уметь: переходить от одного вида концентрации к другому, проводить полную статистическую обработку результатов анализа, оценивать правильность полученных результатов, строить градуировочный график и вычислять его параметры;

владеть: навыками экспериментальной работы, экспериментальными методиками химического анализа, навыками статистической обработки результатов анализа.

Содержание дисциплины «Современные спектроскопические методы анализа» выступает опорой для прохождения практик блока 2: «Преддипломная практика» (Б2.В.02(Пд)), «Научно-исследовательская работа» (Б2.В.01(Н)) и блока 3 – «Защита ВКР, подготовка к защите и процедуру 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):**

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	ПС: 40.010 40.011

		для решения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских задач.	
--	--	--	--

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 изучения дисциплины студент должен приобрести следующие профессиональные знания, умения и навыки:

знать:

- теоретические основы, специфику и особенности применения современных спектрометрических методов анализа для решения конкретных практических задач определения неорганических и органических веществ в промышленных, природных и биологических объектах (ПК-2, ПК-3);
- методические основы планирования спектрометрического 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 спектроскопических методов исследования состава сложных смесей (ПК-2, ПК-3);
- анализировать и критически оценивать современные научные достижения в области спектрометрических методов исследования (ПК-2, ПК-3);
- квалифицированно осуществлять пробоотбор и пробоподготовку и анализ различных объектов (ПК-2, ПК-3);
- выполнять экспериментальные процедуры спектрометрического анализа, модернизировать известные спектроскопические 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 спектрометрического 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

№ недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Аудиторные занятия, часы		Самостоятельная работа		Формы контроля	Литература
		Л.	лаб.	содержание	часы		
1	Введение. Общие положения и классификации в спектроскопии. Спектроскопические методы анализа, их место и значение в решении актуальных задач современной науки, народного хозяйства, окружающей среды и медицины. Основные этапы развития спектроскопии. Классификации спектров и спектроскопических методов: по объектам анализа, положению в шкале электромагнитных волн, видам движения в молекуле, характеру взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Атомные и молекулярные спектры. Принципы деления спектроскопических методов анализа на элементный, молекулярный и вещественный (химические формы) анализ.	2	2	История развития спектроскопических методов анализа. Современное состояние спектроскопических методов и области применения, значение и место среди других аналитических методов	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, контрольная работа, реферат, мультимедийная презентация	[1 -3], [5], [-7-12]
2	Введение. Физические основы атомной спектроскопии. Понятие спектра. Спектр атома водорода. Спектры многоэлектронных атомов. Уравнение Ридберга. Спектральные термы. Основы квантовой теории света. Корпускулярно-волновой дуализм света. Интерференция и дифракция света. Строение атома. Корпускулярно-волновой дуализм материальных частиц. Волны де-Бройля. Дифракция электронов. Волновая функция. Квантовые числа. Происхождение атомных спектров. Правила отбора.	2	2	Основы квантовой теории света. Корпускулярно-волновой дуализм света. Интерференция и дифракция света.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, контрольная работа, реферат, составление глоссария	[1 -3], [5], [7-12]
3	Оптическая спектроскопия. Понятие оптического спектра. Природа электромагнитного излучения. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Основные характеристики излучения (длина волны, частота, волновое число). Понятие спектральной линии и ее характеристики (положение, интенсивность, ширина). Электромагнитный спектр. Классификация методов атомной оптической спектроскопии. Атомная эмиссия, атомная абсорбция, атомная флуоресценция.	2	2	Сравнительные характеристики методов атомной оптической спектроскопии. Проба (агрегатное состояние, определяемые элементы). Качественный анализ.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, тест, решение задач	[1 -3], [5], [7-12]

4	Оптическая спектроскопия. Характеристики оптических спектральных приборов. Схема оптического спектрометра (монокроматора). Источники излучения. Монохроматизация излучения. Бездисперсионный способ (абсорбционные и интерференционные светофильтры). Дисперсионный способ (призмённые монокроматоры и дифракционные решетки). Характеристики монокроматора (угловая, линейная и обратная линейная дисперсия; спектральная полоса пропускания; разрешение и разрешающая сила; светосила). Приемники излучения. Фотографические методы. Фотоэлектрические методы (фотодиоды, фотоэлементы с внешним фотоэффектом, фотоумножители).	2	2	Количественный анализ (предел обнаружения, относительное стандартное отклонение, возможность многоэлементного анализа). Спектральное оборудование. Критерии выбора метода анализа.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, тест, решение задач	[1 -3], [5], [7-12]
5	Оптическая спектроскопия. Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС). Классификация методов АЭС по способу атомизации. Эмиссионная фотометрия пламени (ЭФП). Схема спектрометра для ЭФП. Источники атомизации и возбуждения в ЭФП (пламена). АЭС с электротермической атомизацией. Понятие эмиссионно-спектрального анализа (ЭСА). Схема спектрометра для ЭСА. Источники атомизации и возбуждения в ЭСА (дуговой разряд, искровой разряд, высокочастотный разряд, лазерное излучение). АЭС с индуктивно-связанной плазмой. АЭС с лазерным микрозондом. Качественный ЭСА. Таблицы и обозначения спектральных линий. Количественный ЭСА. Уравнение Ломакина-Шейбе. Самопоглощение и самообращение спектральных линий. Физико-химические процессы на поверхности электродов. Понятие аналитической спектральной линии. Гомологичность спектральных линий. Основное уравнение количественного ЭСА. Помехи в АЭС.	2	2	Таблицы и обозначения спектральных линий. Понятие аналитической спектральной линии. Гомологичность спектральных линий. Применение атомно-адсорбционной спектроскопии в фармации, медицине, сельском хозяйстве.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, тест, решение ситуационных задач, коллоквиум	[1 -3], [5], [7-12]
6	Оптическая спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Классификация методов ААС по способу атомизации. Пламенная ААС. Атомизаторы (пламена). Электротермическая ААС. Атомизаторы (графитовая кювета Львова, графитовые печи Кинга и Массмана). Источники света в ААС (лампы с полым катодом, безэлектродные разрядные лампы, источники сплошного спектра). Схема атомно-абсорбционного спектрофотометра. Количественный анализ в ААС. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Помехи в ААС.	2	2	Электротермическая ААС. Атомизаторы (графитовая кювета Львова, графитовые печи Кинга и Массмана). Применение атомно-эмиссионной спектроскопии в сельском хозяйстве, фармации.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, тест, решение ситуационных задач, коллоквиум	[1 -3], [5], [7-12]
7	Оптическая спектроскопия. Атомно-флуоресцентная спектроскопия (АФС). Классификация методов АФС по способу атомизации. Пламенная АФС. Электротермическая АФС. Схема атомно-флуоресцентного спектрометра. Особенности АФС. Атомизаторы. Источники света. Помехи в АФС.	2	2	Применение АФС в качественном анализе лекарственных средств. Количественный АФС анализ лекарственных средств.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование	[1 -3], [5], [7-12]

						по вопросам, выполнение кейс-задания, тест, решение ситуационных задач	
8	Рентгеновская спектроскопия. Понятие рентгеновского спектра. Классификация методов рентгеновской спектроскопии. Рентгеновская эмиссия, рентгеновская абсорбция, рентгеновская флуоресценция. Непрерывное (тормозное) и характеристическое (линейчатое) рентгеновское излучение. Понятие рентгеноспектрального анализа (РСА). Классификация методов РСА по способу генерации рентгеновского излучения. Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), рентгенорадиометрический анализ (РРА). Обозначения в рентгеновских спектрах. Правила отбора.	2	2	Правила отбора проб для рентгеноспектрального анализа: РСМА, РФА, РРА.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, выполнение кейс-задания, тест, решение ситуационных задач	[1 -3], [5], [7-12]
9	Рентгеновская спектроскопия. Качественный анализ. Закон Мозли. Выход рентгеновской флуоресценции. Поглощение рентгеновского излучения, края поглощения и массовые коэффициенты поглощения. Схема рентгеновского спектрометра с волновой дисперсией. Источники излучения (рентгеновская трубка, электронная пушка). Разложение рентгеновского излучения в спектр. Закон Вульфа-Брэгга. Кристаллы-анализаторы. Детекторы излучения (ионизационные, сцинтилляционные, полупроводниковые). Особенности рентгеновских спектров с волновой и энергетической дисперсией. Метрологические характеристики методов РСА (предел обнаружения, относительное стандартное отклонение, глубина отбора аналитической информации, локальность по поверхности).	2	2	Метрологические характеристики методов РСА (предел обнаружения, относительное стандартное отклонение, глубина отбора аналитической информации, локальность по поверхности).	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, выполнение кейс-задания, тест	[1 -3], [5], [7-12]
10	Рентгеновская спектроскопия. Качественный и количественный РСА. Постановка задачи. Отбор и подготовка пробы. Гомогенизация пробы для РФА (растворение, прессование порошков, сплавление). Подготовка пробы для РСМА (шлифовка и полировка поверхности, обеспечение электропроводности и теплопроводности пробы). Качественный РСА. Особенности приготовления образцов сравнения для РФА и РСМА. Выбор оптимальных условий проведения РСА. Количественный анализ. Метод градуировочного графика в РФА. Метод внешнего стандарта в РСМА. Метод фундаментальных физических параметров. РФА с полным внешним отражением. Распределительный анализ гетерогенных структур методом РСМА.	2	2	Качественный РСА. Особенности приготовления образцов сравнения для РФА и РСМА. Выбор оптимальных условий проведения РСА.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, выполнение кейс-задания, тест, решение ситуационных задач	[1 -3], [5], [7-12]
11	Электронная спектроскопия и близкие к ней методы. Понятие	2	2	Метрологические характеристики методов	4	Конспект,	[1 -3],

	<p>электронного спектра. Классификация методов электронной спектроскопии. Особенности анализа поверхности твердого тела. Схема электронного спектрометра. Техника получения высокого вакуума. Источники излучения (рентгеновская трубка, электронная пушка, синхротронное излучение). Характеристики энергоанализаторов. Детекторы излучения. Способы очистки поверхности проб в вакууме. Метрологические характеристики методов электронной спектроскопии.</p> <p>Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Энергии связи фотоэлектронов. Работа выхода электрона. Качественный анализ. Спектры остовных уровней в РФЭС. Тонкая структура рентгеновских фотоэлектронных линий. Химические сдвиги в РФЭС. Фазовый анализ поверхности на основе химических сдвигов спектральных линий. Количественный анализ. Сечение фотоионизации. Средняя длина свободного пробега электрона. Послойный анализ. РФЭС с угловым разрешением. РФЭС с возбуждением синхротронным излучением.</p> <p>Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Принципы и область использования.</p>			<p>электронной спектроскопии. Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Принципы и область использования.</p>		<p>подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач</p>	<p>[5], [7-12]</p>
12	<p>Методы молекулярной спектроскопии. Аналитическая абсорбционная молекулярная спектроскопия (спектрофотометрия) в УФ и видимой области спектра. Законы поглощения электромагнитного излучения. Основной закон поглощения, закон аддитивности оптических плотностей. Причины отклонений от основного закона поглощения. Условия регистрации электронных спектров поглощения молекул.</p> <p>Анализ многокомпонентных систем. Определение числа компонентов. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе. Производная абсорбционная молекулярная спектроскопия. Основные особенности производных спектров. Отношение сигнал: шум в производных спектрах. Методы получения производных спектров: оптико-механические (двухволновой, модуляционный), электронное аналоговое дифференцирование, численное дифференцирование. Использование производных спектров для идентификации, структурного анализа, анализа многокомпонентных систем и селективного определения одного компонента в многокомпонентных системах.</p>	2	2	<p>Определение числа компонентов. Использование координат изобести-ческих точек и точек экстремумов при анализе спектральных кривых. Простейшие тесты для определения числа компонентов (одно- и двухкомпонентные системы). Определение числа компонентов по рангу матрицы оптических плотностей. Определенные и переопределенные системы уравнений Фирордта. Выбор аналитических длин волн. Определение коэффициентов поглощения. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе. Методы, не учитывающие поглощение посторонних компонентов. Методы предполагающие линейную зависимость поглощения посторонних компонентов от длины волны. Методы, учитывающие нелинейный характер поглощения посторонних компонентов от длины волны. Методы, требующие предварительного выделения посторонних компонентов.</p>	4	<p>Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач, выполнение кейс-задания</p>	<p>[1 - 4], [5], [7-12]</p>

13	<p>Методы молекулярной спектроскопии.</p> <p>Люминесцентный анализ. Теория молекулярной люминесценции. Возбуждение молекул. Деактивация возбужденных молекул. Флуоресценция и фосфоресценция. Квантовый выход флуоресценции и фосфоресценции. Замедленная флуоресценция. Интенсивность люминесценции и зависимость ее от концентрации люминофора. Статическое и динамическое тушение люминесценции. Пути деактивации возбужденных молекул при динамическом тушении. Эксиплексы. Сенсibilизированная люминесценция. Концентрационное тушение. Эксимеры. Люминесценция и молекулярная структура. Люминесценция органических веществ и комплексов металлов с неорганическими и органическими лигандами. Рекомбинационная люминесценция кристаллофосфоров. Зонная схема рекомбинационного свечения. Особенности люминесценции кристаллофосфоров. Люминесцентный анализ органических веществ. Метод селективного возбуждения спектров флуоресценции и фосфоресценции. Применение сенсibilизированной люминесценции при анализе смесей. Флуориметрические способы анализа смесей, основанные на предварительной химической обработке. Косвенные методы анализа смесей. Люминесцентный анализ неорганических веществ. Важнейшие люминесцентные органические реагенты. Использование люминесценции кристаллофосфоров. Косвенные методы анализа. Низкотемпературная люминесценция. Производная флуоресцентная спектрометрия. Флуоресцентная спектрометрия с синхронным возбуждением. Фосфориметрия с временным разрешением. Фазочувствительный метод регистрации флуоресценции.</p>	2	2	<p>Люминесцентный анализ неорганических веществ. Важнейшие люминесцентные органические реагенты. Использование люминесценции кристаллофосфоров. Косвенные методы анализа. Низкотемпературная люминесценция. Производная флуоресцентная спектрометрия. Флуоресцентная спектрометрия с синхронным возбуждением. Фосфориметрия с временным разрешением. Фазочувствительный метод регистрации флуоресценции.</p>	4	<p>Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач, выполнение кейс-задания</p>	[1 -3], [5], [7-12]
14	<p>Методы молекулярной спектроскопии. Инфракрасная спектрофотометрия.</p> <p>Инфракрасная спектрофотометрия, ее теоретические и методические основы. Скелетные и характеристические колебания в анализе органических веществ. Улучшение аналитических характеристик за счет Фурье-преобразования. Условия технической реализации Фурье-спектрометрии, области применения.</p>	2	2	<p>Применение ИК-спектроскопии в качественном анализе лекарственных средств.</p>	4	<p>Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, решение задач</p>	[1 -3], [5], [7-12]
15	<p>Методы молекулярной спектроскопии.</p> <p>Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР). Рассеяние излучения. Стоксовы и антистоксовы линии. Сравнение метрологических характеристик метода при двух способах возбуждения спектров (ламповое, лазерное). Примеры использования.</p>	2	2	<p>Применение КР в анализе лекарственных средств, биологических объектов.</p>	4	<p>Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные</p>	[1 -3], [5], [7-12]

						работы, тест, решение задач, выполнение кейс-задания	
16	Методы молекулярной спектроскопии. Лазерная спектроскопия. Применение лазеров в аналитической химии. Лазеры как источники возбуждения, их преимущества перед традиционными источниками. Лазерный пробоотбор. Методы лазерной атомно-ионизационной (АИ) спектроскопии, резонансная и ступенчатая фотоионизация атомов и молекул. Примеры анализа реальных объектов. Преимущества и недостатки атомно-ионизационной спектроскопии. Лазерная внутривибрационная спектроскопия. Принцип метода. Преимущества и недостатки как аналитического метода. Метод лазерной термолинзовой спектроскопии. Основы теории и методологии эксперимента. Лазеры в оптико-акустическом анализе. Теоретические основы и область применения метода.	2	2	Применение лазеров в аналитической химии. Примеры анализа методом АИ-спектроскопии реальных объектов.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, выполнение кейс-задания	[1 -3], [5], [7-12]
17	Методы масс-спектрального анализа. Принцип метода. Классификация методов по типам источников получения ионов (электронный удар, химическая ионизация, электрораспылительная ионизация, искровая масс-спектрометрия, масс-спектрометрия тлеющего разряда, лазерная масс-спектрометрия, масс-спектрометрия вторичных ионов). Типы масс-анализаторов (статические, динамические, времяпролетные) и основные принципы их работы. Масс-спектрометрия низкого и высокого разрешения. Структурная масс-спектрометрия (идентификация органических веществ). Фрагментация молекул в органической масс-спектрометрии (диссоциация, перегруппировка). Приемы повышения выхода молекулярного иона. Изотопные соотношения. Метод изотопного разбавления.	2	2	Структурная масс-спектрометрия (идентификация органических веществ). Фрагментация молекул в органической масс-спектрометрии (диссоциация, перегруппировка). Приемы повышения выхода молекулярного иона. Изотопные соотношения. Метод изотопного разбавления.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, выполнение кейс-задания	[1 -3], [5-12]
18	Ядерно-физические методы. Классификация методов. Активационный анализ. Инструментальный и радиохимический варианты. Классификация методов по способу активации. Нейтронно-активационный анализ. Гамма-активационный анализ. Активация заряженными частицами. Аппаратура для проведения активационного анализа. Применение активационного анализа. Гамма-резонансная (мессбауэровская) спектроскопия. Принципы, аппаратура, применение. Метод изотопного разбавления.	2	2	Применение активационного анализа.	4	Конспект, подготовка к лабораторному занятию, собеседование по вопросам, контрольные работы, тест, выполнение кейс-задания	[1 -3], [5], [7-12]
Итого		36	36		72		

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 балльно-рейтинговая система оценки знаний, 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 спектроскопические 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 ОПК-1, 2, ПК-2.

Образцы билета контроля материала к контрольной работе
по теме " Введение. Общие положения и классификации в спектроскопии. Классификации спектров и спектроскопических методов: по объектам анализа, положению в шкале электромагнитных волн, видам движения в молекуле, характеру взаимодействия вещества с электромагнитным излучением"

Вариант 1

1. Объясните поглощение, испускание, рассеяние света
2. Проанализируйте основные законы светопоглощения и испускания.
3. Расскажите о светорассеянии.
4. Молярный коэффициент светопоглощения комплекса бериллия с ацетилацетоном при 294 нм равен 3,16.104. Какое минимальное содержание бериллия (%) можно определить в навеске 1 г, помещенной в мерную колбу вместимостью 50 мл, в кювете с толщиной слоя 5 см, если минимальное значение оптической плотности 0,025?

Вариант 2

1. Объясните строение атома и происхождение атомных спектров.
2. Объясните образование молекул и происхождение молекулярных спектров
3. На чем основано происхождение атомных и молекулярных сигналов в спектроскопии?
4. Рассчитать молярный коэффициент светопоглощения комплексного соединения меди (II), если оптическая плотность раствора,

приготовленного растворением 0,1 мг навески в объеме 50 мл, измеренная при толщине слоя кюветы 1 см, равна 0,27.

Вопросы для самоконтроля

по теме " Введение. Общие положения и классификации в спектроскопии. Классификации спектров и спектроскопических методов: по объектам анализа, положению в шкале электромагнитных волн, видам движения в молекуле, характеру взаимодействия вещества с электромагнитным излучением"

1. Поясните следующие термины: стационарное состояние, энергетические уровни, основное (нормальное) состояние, возбужденное состояние, поглощение, испускание, фотон, длина волны, частота, волновое число, спектральная линия, интенсивность спектральной линии, заселенность энергетических уровней, спектр поглощения, спектр испускания.

2. Объясните происхождение спектров испускания (эмиссионных) и поглощения (абсорбционных) атомов, молекул, ионов, ядер с позиций квантовой теории.

3. Какими величинами характеризуются линии или полосы, наблюдаемые в спектрах испускания или поглощения?

Демонстрационный вариант теста для входного контроля

по теме " Методы молекулярной спектроскопии. Люминесцентный анализ. Теория молекулярной люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Замедленная флуоресценция "

Укажите интервал молярных концентраций, в котором интенсивность флуоресценции пропорциональна концентрации.

1. $10^{-7} - 10^{-6}$
2. $10^{-1} - 10$
3. $10^{-2} - 10^{-1}$
4. $0,5 - 10$

Что обуславливает применение флуоресценции при определении малых концентраций веществ?

1. Большая интенсивность излучения.
2. Прямопропорциональная зависимость интенсивности излучения от концентрации анализируемого раствора.
3. Малая интенсивность излучения.
4. Обратная зависимость интенсивности излучения от концентрации анализируемого раствора.

Демонстрационный вариант ситуационных задач

Для определения концентрации лекарственного препарата по методу сравнения оптических плотностей стандартного и исследуемого окрашенного растворов приготовили три стандартных раствора определяемого препарата известной концентрации и измерили их оптические плотности. Далее взяли аликвотную часть анализируемого раствора и в тех же условиях определили его оптическую плотность. Сравнивая значения оптических плотностей исследуемого и стандартных растворов, нашли концентрацию препарата в пробе. Что можно сказать о корректности такого анализа? Ответ обоснуйте.

Демонстрационный вариант кейс-задания

В основе концепции метода конкретных ситуаций (кейс-метода) является лабораторное 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:

Натрий в количестве 0,5 - 2 % можно определить методом атомно-абсорбционной спектроскопии по нерезонансным линиям излучения цинковой лампы с полым катодом. Чувствительность определения при этом почти в 15 раз ниже, чем при использовании дублета резонансных линий излучения натриевой лампы, хотя яркость цинковой лампы на данной длине волны лишь вдвое меньше яркости натриевой лампы.

Объясните такое кажущееся противоречие: почему при яркости, всего лишь вдвое меньшей, чувствительность при использовании цинковой лампы в 15 раз ниже, чем при использовании натриевой лампы.

8.2. Оценочные средства для проведения рубежной аттестации

Примерные тестовые задания

Какой из перечисленных методов относится к спектральным методам?

1. фотоэлектроколориметри
2. потенциометрия
3. гравиметрия
4. кондуктометрия
5. хроматография

Что является аналитическими сигналами (качественной характеристикой анализируемого вещества) в спектральных методах анализа?

1. потенциал полуволны
2. длина волны
3. величина диффузионного тока
4. интенсивность линии
5. оптическая плотность

Что является количественной характеристикой анализируемого вещества в абсорбционной спектроскопии?

1. длина волны
2. максимум поглощения
3. полоса поглощения
4. оптическая плотность
5. число максимумов поглощения

Какие растворы можно анализировать с помощью фотоэлектроколориметрического метода?

1. концентрированные
2. разбавленные
3. окрашенные
4. неокрашенные
5. водные

Как изменится оптическая плотность раствора $K_2Cr_2O_7$ если его концентрация уменьшится в 2 раза?

1. увеличится в 2 раза
2. увеличится в 4 раза
3. уменьшится в 2 раза
4. не изменится
5. уменьшится в 4 раза

Какое содержание в анализируемом растворе $CuSO_4$ в мг/мл, если значение оптической плотности составляет 0,75 (указано на градуировочном графике). Какой диапазон длин волн в видимой области?

1. 10 – 400 нм
2. 10^{-2} – 10 нм
3. 400 – 760 нм
4. 760 - 10^6 нм
5. 1 м

Какие из указанных соединений имеют спектры поглощения в УФ-области?

1. $NaNO_3$
2. $KMnO_4$
3. $CH_2=CH-CH=CH_2$
4. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
5. $NaCl$

Закон Бугера-Ламберта-Бера характеризует зависимость между поглощением

- 1 полихроматического света от концентрации раствора и толщины кюветы
- 2 монохроматического света от концентрации светопоглощающих частиц
- 3 монохроматического света с постоянной длиной волны концентрации светопоглощающих частиц и толщины поглощающего слоя

Установите соответствия между названием величин и их символами

- | | |
|---------------------------------------|------|
| 1. светопропускание | а) А |
| 2. экстинция | б) Т |
| 3. удельный коэффициент экстинции | в) е |
| 4. толщина поглощающего слоя | г) Е |
| 5. поглощение | е) I |
| 6. молекулярный коэффициент экстинции | |
| 7. абсорбация | |

Молярный и удельный коэффициенты экстинции зависят от

1. природы поглощающей среды
2. частоты поглощаемого света
3. температуры
4. толщины поглощающего слоя

На определении какого параметра спектрограммы основан качественный спектральный анализ

1. количество атомов, находящихся в возбужденном состоянии
2. расстояние между спектральными линиями примеси и основы исследуемого образца
3. длина волны спектральных линий
4. контрастность изображений спектральных линий

Основная роль источника излучения

1. расплавление пробы
2. возбуждение атомов и ионов
3. диссоциация молекулярной
4. освещение щели спектрографа

К ультрафиолетовой части спектра относится область длин волн

1. 400-800
2. 180-400
3. 0,1-10
4. 800-1000

8.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

- Спектроскопические методы, их сущность и классификации.
- Величины, характеризующие электромагнитное излучение, связь между ними. Происхождение электромагнитного излучения. Постулаты Бора. Основное и возбужденное состояния атомов и молекул.
- Физические основы атомной спектроскопии. Понятие спектра. Спектр атома водорода. Спектры многоэлектронных атомов. Уравнение Ридберга. Спектральные термы.
- Основы квантовой теории света. Корпускулярно-волновой дуализм света. Интерференция и дифракция света.

- Строение атома. Корпускулярно-волновой дуализм материальных частиц. Волны де-Бройля. Дифракция электронов. Волновая функция. Квантовые числа. Происхождение атомных спектров. Правила отбора.

- Понятие оптического спектра. Природа электромагнитного излучения. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Основные характеристики излучения (длина волны, частота, волновое число).

- Понятие спектральной линии и ее характеристики (положение, интенсивность, ширина). Электромагнитный спектр. Классификация методов атомной оптической спектроскопии. Атомная эмиссия, атомная абсорбция, атомная флуоресценция.

- Характеристики оптических спектральных приборов. Схема оптического спектрометра (монокроматора). Источники излучения. Монокроматизация излучения. Бездисперсионный способ (абсорбционные и интерференционные светофильтры). Дисперсионный способ (призмные монокроматоры и дифракционные решетки). Характеристики монокроматора (угловая, линейная и обратная линейная дисперсия; спектральная полоса пропускания; разрешение и разрешающая сила; светосила). Приемники излучения.

- Фотографические методы. Фотоэлектрические методы (фотодиоды, фотоэлементы с внешним фотоэффектом, фотоумножители).

- Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС). Классификация методов АЭС по способу атомизации.

- Эмиссионная фотометрия пламени (ЭФП). Схема спектрометра для ЭФП. Источники атомизации и возбуждения в ЭФП (пламена). АЭС с электротермической атомизацией.

- Понятие эмиссионно-спектрального анализа (ЭСА). Схема спектрометра для ЭСА. Источники атомизации и возбуждения в ЭСА (дуговой разряд, искровой разряд, высокочастотный разряд, лазерное излучение).

- АЭС с индуктивно-связанной плазмой. АЭС с лазерным микрозондом.

- Качественный ЭСА. Таблицы и обозначения спектральных линий. Количественный ЭСА. Уравнение Ломакина-Шейбе. Самопоглощение и самообращение спектральных линий. Физико-химические процессы на поверхности электродов. Понятие аналитической спектральной линии. Гомологичность спектральных линий. Основное уравнение количественного ЭСА. Помехи в АЭС.

- Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Классификация методов ААС по способу атомизации.

- Пламенная ААС. Атомизаторы (пламена).

- Электротермическая ААС. Атомизаторы (графитовая кювета Львова, графитовые печи Кинга и Массмана). Источники света в ААС (лампы с полым катодом, безэлектродные разрядные лампы, источники сплошного спектра). Схема атомно-абсорбционного спектрофотометра.

- Количественный анализ в ААС. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Помехи в ААС.

- Атомно-флуоресцентная спектроскопия (АФС). Классификация методов АФС по способу атомизации. Пламенная АФС. Электротермическая АФС. Схема атомно-флуоресцентного спектрометра. Особенности АФС. Атомизаторы. Источники света. Помехи в АФС.

- Сравнительные характеристики методов атомной оптической спектроскопии.

Проба (агрегатное состояние, определяемые элементы). Качественный анализ.

- Количественный анализ (предел обнаружения, относительное стандартное отклонение, возможность многоэлементного анализа). Спектральное оборудование. Критерии выбора метода анализа.

- Понятие рентгеновского спектра. Классификация методов рентгеновской спектроскопии. Рентгеновская эмиссия, рентгеновская абсорбция, рентгеновская флуоресценция. Непрерывное (тормозное) и характеристическое (линейчатое) рентгеновское излучение.

- Понятие рентгеноспектрального анализа (РСА). Классификация методов РСА по способу генерации рентгеновского излучения. Электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), рентгенорадиометрический анализ (РРА). Обозначения в рентгеновских спектрах. Правила отбора.

- Качественный анализ. Закон Мозли. Выход рентгеновской флуоресценции. Поглощение рентгеновского излучения, края поглощения и массовые коэффициенты поглощения. Схема рентгеновского спектрометра с волновой дисперсией. Источники излучения (рентгеновская трубка, электронная пушка). Разложение рентгеновского излучения в спектр. Закон Вульфа-Брэгга.

- Кристаллы-анализаторы. Детекторы излучения (ионизационные, сцинтилляционные, полупроводниковые). Особенности рентгеновских спектров с волновой и энергетической дисперсией. Метрологические характеристики методов РСА (предел обнаружения, относительное стандартное отклонение, глубина отбора аналитической информации, локальность по поверхности).

- Качественный и количественный РСА. Постановка задачи. Отбор и подготовка пробы. Гомогенизация пробы для РФА (растворение, прессование порошков, сплавление). Подготовка пробы для РСМА (шлифовка и полировка поверхности, обеспечение электропроводности и теплопроводности пробы).

- Качественный РСА. Особенности приготовления образцов сравнения для РФА и РСМА. Выбор оптимальных условий проведения РСА.

- Количественный анализ. Метод градуировочного графика в РФА. Метод внешнего стандарта в РСМА. Метод фундаментальных физических параметров. РФА с полным внешним отражением. Распределительный анализ гетерогенных структур методом РСМА.

- Понятие электронного спектра. Классификация методов электронной спектроскопии.

- Особенности анализа поверхности твердого тела.

- Схема электронного спектрометра. Техника получения высокого вакуума. Источники излучения (рентгеновская трубка, электронная пушка, синхротронное излучение). Характеристики энергоанализаторов. Детекторы излучения. Способы очистки поверхности проб в вакууме. Метрологические характеристики методов электронной спектроскопии.

- Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Энергии связи фотоэлектронов. Работа выхода электрона.

- Качественный анализ. Спектры основных уровней в РФЭС. Тонкая структура рентгеновских фотоэлектронных линий. Химические сдвиги в РФЭС. Фазовый анализ поверхности на основе химических сдвигов спектральных линий.

- Количественный анализ. Сечение фотоионизации. Средняя длина свободного пробега электрона. Послойный анализ. РФЭС с угловым разрешением. РФЭС с возбуждением синхротронным излучением.

- Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Принципы и область использования.

- Аналитическая абсорбционная молекулярная спектроскопия (спектрофотометрия) в УФ и видимой области спектра. Законы поглощения электромагнитного излучения. Основной закон поглощения, закон аддитивности оптических плотностей. Причины отклонений от основного закона поглощения. Условия регистрации электронных спектров поглощения молекул.

- Анализ многокомпонентных систем. Определение числа компонентов. Использование координат изобестических точек и точек экстремумов при анализе спектральных кривых. Простейшие тесты для определения числа компонентов (одно- и двухкомпонентные системы). Определение числа компонентов по рангу матрицы оптических плотностей. Определенные и переопределенные системы уравнений Фирордта. Выбор аналитических длин волн. Определение коэффициентов поглощения.

- Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе. Методы, не учитывающие поглощение посторонних компонентов. Методы предполагающие линейную зависимость поглощения посторонних компонентов от длины волны. Методы, учитывающие нелинейный характер поглощения посторонних компонентов от длины волны. Методы, требующие предварительного выделения посторонних компонентов.

- Производная абсорбционная молекулярная спектроскопия. Основные особенности производных спектров. Отношение сигнал: шум в производных спектрах. Методы получения производных спектров: оптико-механические (двухволновой, модуляционный), электронное аналоговое дифференцирование, численное дифференцирование. Использование производных спектров для идентификации, структурного анализа, анализа многокомпонентных систем и селективного определения одного компонента в многокомпонентных системах.

- Люминесцентный анализ. Теория молекулярной люминесценции. Возбуждение молекул. Дезактивация возбужденных молекул.

- Флуоресценция и фосфоресценция. Квантовый выход флуоресценции и фосфоресценции. Замедленная флуоресценция. Интенсивность люминесценции и зависимость ее от концентрации люминофора. Статическое и динамическое тушение люминесценции. Пути дезактивации возбужденных молекул при динамическом тушении.

- Эксплексы. Сенсibilизированная люминесценция. Концентрационное тушение. Эксимеры. Люминесценция и молекулярная структура.

- Люминесценция органических веществ и комплексов металлов с неорганическими и органическими лигандами. Рекомбинационная люминесценция кристаллофосфоров. Зонная схема рекомбинационного свечения. Особенности люминесценции кристаллофосфоров.

- Люминесцентный анализ органических веществ. Метод селективного возбуждения спектров флуоресценции и фосфоресценции. Применение сенсibilизированной люминесценции при анализе смесей. Флуориметрические способы анализа смесей, основанные на предварительной химической обработке. Косвенные методы анализа смесей.

- Люминесцентный анализ неорганических веществ. Важнейшие люминесцентные органические реагенты. Использование люминесценции кристаллофосфоров.
- Низкотемпературная люминесценция. Производная флуоресцентная спектрометрия. Флуоресцентная спектрометрия с синхронным возбуждением. Фосфориметрия с временным разрешением. Фазочувствительный метод регистрации флуоресценции.
- Инфракрасная спектрофотометрия, ее теоретические и методические основы. Скелетные и характеристические колебания в анализе органических веществ. Улучшение аналитических характеристик за счет Фурье-преобразования. Условия технической реализации Фурье-спектрометрии, области применения.
- Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР). Рассеяние излучения. Стоксовы и антистоксовы линии. Сравнение метрологических характеристик метода при двух способах возбуждения спектров (ламповое, лазерное). Примеры использования.
- Лазерная спектроскопия. Применение лазеров в аналитической химии. Лазеры как источники возбуждения, их преимущества перед традиционными источниками. Лазерный пробоотбор.
- Методы лазерной атомно-ионизационной (АИ) спектроскопии, резонансная и ступенчатая фотоионизация атомов и молекул. Примеры анализа реальных объектов. Преимущества и недостатки атомно-ионизационной спектроскопии.
- Лазерная внутривибрационная спектроскопия. Принцип метода. Преимущества и недостатки как аналитического метода. Метод лазерной термолинзовой спектрометрии. Основы теории и методологии эксперимента.
- Лазеры в оптико-акустическом анализе. Теоретические основы и область применения метода.
- Принцип метода. Классификация методов по типам источников получения ионов (электронный удар, химическая ионизация, электрораспылительная ионизация, искровая масс-спектрометрия, масс-спектрометрия тлеющего разряда, лазерная масс-спектрометрия, масс-спектрометрия вторичных ионов). Типы масс-анализаторов (статические, динамические, времяпролетные) и основные принципы их работы.
- Масс-спектрометрия низкого и высокого разрешения. Структурная масс-спектрометрия (идентификация органических веществ). Фрагментация молекул в органической масс-спектрометрии (диссоциация, перегруппировка). Приемы повышения выхода молекулярного иона. Изотопные соотношения. Метод изотопного разбавления.
- Активационный анализ. Инструментальный и радиохимический варианты. Нейтронно-активационный анализ. Гамма-активационный анализ. Активация заряженными частицами. Аппаратура для проведения активационного анализа. Применение активационного анализа.
- Гамма-резонансная (мессбауэровская) спектроскопия. Принципы, аппаратура, применение. Метод изотопного разбавления.

Образец билета по дисциплине
«Современные спектроскопические методы анализа»

Министерство науки и высшего образования РФ
Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова

Кафедра общей и неорганической химии.
Дисциплина «Современные спектроскопические методы анализа»
Направление магистратуры 04.04.01 Химия
Программа подготовки «Аналитическая химия»
2 курс, 3 семестр, 2024 – 2025уч.г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Понятие электронного спектра. Классификация методов электронной спектроскопии.
2. Лазеры в оптико-акустическом анализе. Теоретические основы и область применения метода.
3. Рассчитать минимально определяемое количество (мг) меди (II) в виде аммиачного комплекса при толщине поглощающего слоя 2 см и минимальном объеме окрашенного раствора 10 мл. Молярный коэффициент поглощения комплекса $2,8 \cdot 10^4$. Минимальная оптическая плотность, измеряемая фотоколориметром, 0,02.

Зав. кафедрой общей и неорганической химии

Л.М. Кубалова

Доцент кафедры, к.х.н.

О.Э. Хаева

Шкала оценивания ответа студента на экзамене

Характеристика ответа	баллы
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.	86-100
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	71-85
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.	56-70
Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	30-55
Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность	1-29

изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.	
Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины.	0

8.4. Оценочные средства для проведения контроля самостоятельной работы студентов

Вопросы для самоконтроля при составлении опорного конспекта

по теме " Методы молекулярной спектроскопии. Инфракрасная спектрофотометрия. Инфракрасная спектрофотометрия, ее теоретические и методические основы"

1. Инфракрасная спектрофотометрия, ее теоретические и методические основы.
2. Скелетные и характеристические колебания в анализе органических веществ.
3. Улучшение аналитических характеристик за счет Фурье-преобразования. Условия технической реализации Фурье-спектрометрии, области применения.
4. Возможности Фурье-спектроскопии и спектроскопии, усиленной поверхностью (SERS) в исследовании структуры молекул и анализе. Оптические сенсоры, классификация, принцип действия, области применения.

Коллоквиум

по теме «Оптическая спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС)»

1. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Сущность метода. Классификация методов ААС по способу атомизации.
2. Пламенная ААС. Атомизаторы (пламена).
3. Электротермическая ААС. Атомизаторы (графитовая кювета Львова, графитовые печи Кинга и Массмана).
4. Источники света в ААС (лампы с полым катодом, безэлектродные разрядные лампы, источники сплошного спектра).
5. Схема атомно-абсорбционного спектрофотометра.
6. Количественный анализ в ААС.
7. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
8. Помехи в ААС.

Демонстрационный вариант ситуационных задач

1. При фотометрировании растворов различных концентраций измерения следует начинать с более разбавленных проб. Поясните причину таких рекомендаций. Какие ошибки могут возникнуть при нарушении указанного правила?

2. Важной характеристикой атомно-абсорбционной спектрометрии является пропускание T . Проанализируйте связь этого параметра с содержанием поглощающего компонента в пробе, если атомный коэффициент поглощения и толщина поглощающего слоя плазмы в эксперименте остаются постоянными величинами. Представьте схематично

график функции $T = f(C)$.

Демонстрационный вариант расчетных задач

1. Навеску стали массой 0,615 г растворили в мерной колбе вместимостью 50 мл. В две мерные колбы вместимостью 50 мл поместили по 20 мл приготовленного раствора. В одну из колб добавили раствор, содержащий $1,10 \cdot 10^{-3}$ г титана. В обе колбы добавили перекись водорода и довели растворы до метки. Вычислить массовую долю титана в стали, если при фотометрировании получили следующие данные: $A_x = 0,25$; $A_{x+ст} = 0,47$.

2. При определении железа в воде в виде комплекса с сульфосалициловой кислотой для стандартных растворов получены следующие данные:

Содержание железа, %	0,10	0,20	0,30	0,40
Оптическая плотность	0,058	0,110	0,164	0,236

Определить массовую долю железа в воде, если оптическая плотность раствора, измеренная в тех же условиях, равна 0,127.

Примерное задание для самостоятельной расчетно-графической работы студента

При длине волны $\lambda = 405$ нм наблюдаются следующие значения оптической плотности (A) п-нитрофенола в буферных растворах с различными pH:

pH	5,0	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	9,0
A	0,04	0,06	0,08	0,12	0,18	0,26	0,33	0,42	0,48	0,55	0,60	0,62	0,64

Определите графически pK_s и константу диссоциации п-нитрофенола. В какую сторону смещается равновесие диссоциации п-нитрофенола при увеличении pH буфера?

Примерная тематика рефератов, мультимедийных презентаций

- ✓ Методы оптической атомной спектроскопии, происхождение атомных спектров поглощения, эмиссии и флуоресценции, их характеристики.
- ✓ Сравнительная характеристика источников атомизации вещества и света в оптической атомной спектроскопии.
- ✓ Виды регистрации спектра в оптической атомной спектроскопии.
- ✓ Оптическая схема и основные характеристики приборов оптической атомной спектроскопии.
- ✓ Атомно-эмиссионный спектральный анализ с индукционно-связанной плазмой.
- ✓ Атомно-абсорбционный анализ газов, жидкостей и твердых тел.
- ✓ Атомно-флуоресцентный спектральный анализ.
- ✓ Методы спектроскопии, основанные на взаимодействии вещества с рентгеновским излучением, происхождение спектров поглощения, эмиссии, рассеяния, вторичных рентгеновских электронов (фотоэлектронных и Оже-электронов).
- ✓ Рентгенофлуоресцентный анализ: спектрометры с энергетической и волновой дисперсией.
- ✓ Рентгено-абсорбционный анализ, преимущества и недостатки.

- ✓ Рентгено-эмиссионный анализ: место среди других рентгеновских методов.
- ✓ Метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.
- ✓ Метод Оже-спектроскопии для анализа поверхности.
- ✓ Метод атомной масс-спектрометрии, области применения.

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/баллы	4 (образцовый ответ)	3 (законченный, полный ответ)	2 (изложенный, раскрытый ответ)	1 (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 используется.	Не соблюдается стиль оформления. Слайды просты в понимании.

Представле ние 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. Горболетова, Г. Г. Учебно-методическое пособие по спектральным методам анализа для студентов магистратуры / Г.Г. Горболетова, Н. В. Чернявская, М. И. Базанов, А. И. Лыткин. – Иваново: Иван. гос. хим. -технол. ун-т , 2016. - 149 с. - ISBN --. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ghu_026.html
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. Звеков, А. А. Спектральные методы исследования в химии : учебное пособие: / А. А. Звеков, В. А. Невоструев, А. В. Каленский. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. – 124 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437497> (дата обращения: 13.07.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-1823-0. – Текст : электронный.

б) дополнительная литература:

4. Звеков, А.А. Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях. Теоретические основы и приложения для элементного анализа : учебное пособие / А.А. Звеков, А.В. Каленский. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2016. – 113 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481648>
5. Инструментальный анализ биологически активных веществ и лекарственных средств: учебное пособие / Г.Б. Слепченко, В.И. Дерябина, Т.М. Гиндуллина, и др.– Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 198 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442807>
6. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды [Электронный ресурс] / А.Т. Лебедев; пер. с англ. под ред. А.Т. Лебедева. – М.: Техносфера, 2013. – 632с. Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273789>
7. Лебедев, А.Т. Основы масс-спектрометрии белков и пептидов: учебное пособие / А.Т. Лебедев, К.А. Артеменко, Т.Ю. Самгина. – М.: Техносфера, 2012. – 180 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233467>.
8. Луков, В. В. Физические методы исследования в химии: учебное пособие / В. В. Луков, И. Н. Щербаков. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2016.

– 216 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461932> (дата обращения: 13.07.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-2023-7. – Текст : электронный.

9. 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>.

10. Мамбетова, Г. Ш. Спектральные методы анализа: учебно-методическое пособие: [16+] / Г. Ш. Мамбетова, Р. З. Мусин, М. Ф. Галимова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2022. – 112 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=702001> (дата обращения: 10.07.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-3140-2. – Текст : электронный.

11. Нор, П.Е. Спектральные методы контроля качества окружающей среды : учебное пособие / П.Е. Нор. – Омск: Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 107 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493419>

12. 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>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

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

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)
1	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
2	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
3	Антивирусное программное обеспечение <i>KasperskyTotalSecurity</i>	№17Е0-180222-130819-587-185 от 26.02. 2018 г., продлено до 22.01.2024 г.
4	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно)
5	<i>CiscoWebex</i> - Система проведения вебинаров.	ООО Айстек договор № Д67-2021 от 03.08.2021 - 03.08.2022г
6	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№ 6262 от 09.01.2023 (действителен до 31.12.2023г) с ОАО «Анти-Плагат»
7	Программное обеспечение для редактирования химических формул <i>Isis Draw</i>	Свободное программное обеспечение(бессрочно)
8	Система тестирования <i>Sunrav WEB</i>	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т. (бессрочно)

	<i>Class</i>	
9	Система компьютерной верстки MikTex	Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно)
10	Личный кабинет студента/сотрудника	Лицензия бессрочная. Тех.сопровождение от 14.03.2022 г
11	Система электронного обучения MOODLE	Бесплатное российское

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
- Сайт дистанционного обучения СОГУ: <http://lms.nosu.ru/>

10. Материально-техническое оснащение дисциплины

№	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом по дисциплине «Современные спектроскопические методы анализа», 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 по дисциплине «Современные спектроскопические методы анализа», предусмотренной учебным планом
1	<p>Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра.</p> <p>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.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Office Standard 2016, Система тестирования Sunrav WEB Class, Система компьютерной верстки MikTex, Kaspersky 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.</p>	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, аудитория 606
2	Лаборатория аналитической химии и физико-химических методов анализа для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 615

	<p>индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, лабораторные столы и стулья для обучающихся, классная доска.</p> <p>Оборудование: мультимедийный комплекс (проектор, экран, компьютер, колонки) 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; Система компьютерной верстки MikTex; Kaspersky 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	
3	<p>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.</p> <p>Оборудование: Персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ -2 шт.</p> <p>Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Office Standard 2016, Система тестирования Sunrav WEB Class, Система компьютерной верстки MikTex, Kaspersky 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.</p> <p>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.</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, аудитория 607</p>
4	<p>Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной</p>	<p>Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия –Алания, город Владикавказ, улица Ватутина,</p>

	<p>работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	дом 44-46, учебный корпус № 7, аудитория 606
5	<p>Компьютерный класс для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра, классная доска.</p> <p>Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте - с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ; источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78*(1702070/15112/11344/2+ проектор Beno MX503.</p> <p>Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; 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»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация)</p>	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия –Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, аудитория 614
6	<p>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</p> <p>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</p>	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия –Алания, город Владикавказ, улица Церетели/Ватутина, дом 16/19, учебный корпус № 6