

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Теоретические основы химических и физических методов анализа

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.01.02 Теоретические основы химических и физических методов анализа относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н-1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР. ПК-1-н-3: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР. ПК-1-н-4: Готовит объекты исследования.	ПК-1-н-1: Уметь планировать эксперимент, провести анализ с применением хроматографического и электрохимического оборудования. Знать теоретические основы электрохимических и хроматографических методов анализа. Владеть навыками проведения эксперимента на современном хроматографическом и электрохимическом оборудовании. ПК-1-н-3: Уметь выбрать конкретную методику, подобрать условия анализа, учитывая природу образца с использованием электрохимических и хроматографических методов анализа. Знать принцип действия основного оборудования для электрохимических и хроматографических методов анализа, правила техники безопасности при работе с ними. Владеть теоретическими основными качественного и количественного	Допуск к лабораторной работе	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>электрохимического хроматографического анализа.</p> <p>ПК-1-н-4: Знать: особенности пробоотбора и пробоподготовки образцов. Уметь: выбрать метод пробоподготовки с целью последующего анализа образца электрохимическим или хроматографическим методом. Владеть: навыками планирования и проведения эксперимента, учитывая влияние матрицы образца, способами устранения мешающего влияния сопутствующих компонентов.</p>		
<p>ПК-1-т: Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР в выбранной области химии</p>	<p>ПК-1-т.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИОКР. ПК-1-т-4: Готовит объекты исследования.</p>	<p>ПК-1-т.1: Знать перспективы развития электрохимических и хроматографических методов анализа, основные области применения. Уметь выбрать оптимальный метод и способ электрохимического или хроматографического определения веществ в реальных объектах, опираясь на возможности, характеристики чувствительности и избирательности указанных методов. Владеть навыками решения конкретных прикладных задач с привлечением хроматографических и электрохимических методов анализа.</p> <p>ПК-1-т-4: Знать: особенности пробоотбора и пробоподготовки образцов объектов окружающей среды и технологических сред. Уметь: выбрать метод пробоподготовки с целью последующего анализа образца</p>	<p>Допуск к лабораторной работе</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

		электрохимическим или хроматографическим методом. Владеть: навыками планирования и проведения эксперимента, учитывая влияние матрицы образца, способами устранения мешающего влияния сопутствующих компонентов при анализе образцов объектов окружающей среды и технологических сред.		
ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-2-н-1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных).	ПК-2-н-1: Уметь проводить отбор источников информации, проводить их анализ и обобщение. Знать основные принципы поиска информации, базы данных, основные научные журналы в области аналитической химии (по электрохимическим и хроматографическим методам анализа). Владеть навыками поиска информации, её структурирования и обобщения.	Опрос Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-3-н: Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии и/или смежных с химией науках	ПК-3-н-1: Выполняет стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики веществ и материалов. ПК-3-н-2: Составляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.	ПК-3-н-1: Уметь использовать учебно-научную аппаратуру в области электрохимических и хроматографических методов и применять её для решения конкретной задачи. Знать математический аппарат, необходимый для решения задач в области электрохимических и хроматографических методов анализа, приемами расчетов, связанными с приготовлением или разбавлением растворов, владеть навыками оценки состояния веществ в условиях эксперимента с учетом протекающих побочных процессов. Владеть приемами математической обработки результатов химического эксперимента с помощью	Допуск к лабораторной работе Опрос Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

		компьютерных технологий. ПК-3-н-2: Уметь анализировать полученные данные, оформить результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями. Владеть навыками правильного протоколирования результатов опытов. Знать основные требования к оформлению результатов эксперимента.		
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	9
Часов по учебному плану	324
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	160
- КСР	2
самостоятельная работа	44
Промежуточная аттестация	54
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	
Тема 1. Электрохимические методы анализа.	134	32	80	112	22
Тема 2. Хроматографические методы анализа.	134	32	80	112	22

Аттестация	54				
КСР	2			2	
Итого	324	64	160	226	44

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Электрохимические методы анализа. Классификация и основные характеристики электрохимических методов анализа. Потенциометрия. Понятие потенциометрической ячейки. Потенциометрические электроды и их характеристики. Металлические электроды. Мембранные ионоселективные электроды. Механизм возникновения потенциала. Уравнения Нернста и Никольского. Ионметрия. Методы определения концентраций электролитов в растворе. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения точки эквивалентности. Кондуктометрия. Теоретические основы и практическое применение. Аппаратура. Вольтамперометрия. Принцип метода, качественный и количественный вольтамперометрический анализ, уравнение Ильковича. Инверсионная вольтамперометрия. Возможности метода в анализе техногенных сред и объектов окружающей среды. Кулонометрия. Физико-химические основы метода. Потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Аппаратура и возможности метода.

Тема 2. Хроматографические методы анализа. Возникновение и развитие хроматографии. Принципы хроматографического метода разделения веществ. Основные термины и определения. Хроматографические процессы. Классификация разновидностей хроматографического метода. Газовая и жидкостная хроматографии. Основные положения теории хроматографии. Удерживание и разделение веществ; размывание хроматографических зон. Хроматограмма. Связь формы хроматографического пика с характером изотермы сорбции. Параметры удерживания компонентов. Коэффициент распределения. Критерии разделения веществ. Селективность и эффективность колонок. Влияние условий разделения на эффективность. Теория теоретических тарелок в хроматографии. ВЭТТ. Основные факторы, влияющие на размывание хроматографического пика. Теория эффективной диффузии. Уравнение Ван-Деемтера. Газовая хроматография (ГХ). Разновидности газовой хроматографии. Газо-жидкостная (ГЖХ) и газо-адсорбционная (газо-твердофазная, ГТХ) хроматография. Принципиальная схема газового хроматографа. Назначение отдельных блоков. Насадочные и капиллярные колонки. Сорбенты для газовой хроматографии. Минеральные (неорганические) и полимерные адсорбенты. Носители и неподвижные фазы. Подвижные фазы. Пламенно-фотометрический детектор (ПФД). Пламенно-ионизационный детектор (ПИД), Фотоионизационный детектор (ФИД). Электронозахватный детектор (ЭЗД). Гибридные газохроматографические системы. Масс-спектрометрическое детектирование (ГХ-МС). Инфракрасное детектирование с Фурье-преобразованием (ГХ-ФПИК). Атомно-эмиссионное детектирование (ГХ-АЭД). Методы подготовки и ввода проб. Качественный газохроматографический анализ. Методы идентификации веществ. Количественный анализ. Методы первичной обработки результатов анализа. Методы и метрология хроматографических измерений. Метод абсолютной градуировки, метод внутреннего стандарта, метод внутренней нормализации. Контроль точности измерений. Жидкостная хроматография. Жидкость-жидкостная (ЖЖХ, распределительная) хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Молекулярная адсорбционная (жидкостно-твердофазная, ЖТХ) хроматография. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая ВЭЖХ. Ионообменная (ИОХ) и ионная (ИХ) хроматография. Гель-проникающая (эксклюзионная) хроматография. Планарная (бумажная (БХ) и тонкослойная (ТСХ)) хроматография. Общая схема жидкостного хроматографа. Сорбенты, элюенты и детекторы в ВЭЖХ. Качественный и количественный анализ. Возможности и применение разновидностей метода жидкостной хроматографии. Применение газовой и жидкостной хроматографии в анализе химических материалов и объектов окружающей среды.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 48 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Лизунова Г.М., Кулешова Н.В. Электрохимические методы анализа. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. 25 с.
2. Крылов В.А., Мосягин П.В. Хромато-масс-спектрометрическое определение веществ. Учебное пособие. Н.Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2014. 79 с.
3. Мосягин П.В., Крылов В.А. Газохроматографическое определение органических токсикантов в воде. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 64с.
[Электронное учебно-методическое пособие]: http://www.unn.ru/books/met_files/Chrom.pdf
4. Крылов В.А., Сергеев Г.М., Елипашева Е.В. Введение в хроматографические методы анализа. Ионный обмен и ионная хроматография. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. 40 с.
5. Крылов В.А., Сергеев Г.М., Елипашева Е.В. Практическая ионная хроматография. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2010. 54с.
6. Крылов В.А. Хромато-масс-спектрометрический метод анализа. Н.Новгород: ННГУ. 2004. 55 с.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н:

Раздел 1. Электрохимический метод анализа, его разновидности.

Работа 1. «Потенциометрическое титрование смесей кислот в неводных средах».

1. Теория Роллера для оценки возможности отдельного титрования слабых электролитов.
2. Влияние неводных растворителей на силу электролитов.
3. Шкала pH в неводных средах.

Работа 2. «Бихроматометрическое определение железа (+3) в растворе».

1. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор окислителя и условий проведения реакции для определения восстановителей.
2. Подготовка пробы к анализу.
3. Электродная пара для потенциометрического окислительно-восстановительного титрования.
4. Вид кривой титрования и способ нахождения эквивалентного объема.

Работа 3. «Изготовление и исследование жидкостных ионоселективных электродов».

1. Электродно-активные вещества и растворители для изготовления мембран ЖИСЭ.
2. Влияние концентрации ЭАВ в фазе мембраны на функционирование электрода.
3. Конструктивные особенности ЖИСЭ.

Работа 4. «Исследование ионоселективных электродов с кристаллическими мембранами».

1. Состав и тип кристаллических мембран ИСЭ.
2. Основные аналитические характеристики ИСЭ.
3. Способы определения коэффициентов селективности.

Работа 5. «Определение констант диссоциации кислот и оснований».

1. Потенциометрическое кислотно-основное титрование. Теория Роллера.
2. Способы проверки работоспособности стеклянного рН-электрода.
3. Вид кривой титрования.
4. Основные точки на кривой титрования для расчета константы диссоциации.

Раздел 2. Хроматографический метод анализа, его разновидности.

Работа № 10. «Расчет характеристик удерживания и фактора разделения анионов в стандартной смеси методом ионной хроматографии с карбонатным элюентом».

1. Реакции ионного обмена. В чем отличие процесса ионного обмена от процесса молекулярной сорбции?
2. Избирательность сорбции. Причины, влияющие на порядок элюирования ионов.
3. Какая величина используется в хроматографии для оптимизации условий хроматографического разделения?
4. От каких факторов зависит величина разрешения?
5. Принципы разделения в ионной хроматографии (ионный обмен, образование ионных пар, эксклюзия ионов).
6. Роль процессов сольватации (гидратации), влияющих на время удерживания ионов в колонке.
7. Расчет хроматографических параметров (время удерживания, приведенное время удерживания, фактор удерживания, число теоретических тарелок, разрешение соседних пиков, селективность разделения). Как можно регулировать каждый из указанных параметров?

Работа № 11. «Ионная хроматография анионов с подавлением и без подавления фоновой электропроводности элюента».

1. Принципы настройки ионохроматографической системы.
2. Приведите примеры подвижных фаз (элюентов), используемых в ионохроматографическом анализе.
3. Принцип работы кондуктометрического детектора.

4. Что такое электропроводность раствора? Понятие удельной и эквивалентной электропроводности, соотношение между ними, размерность величин. Предельные эквивалентные электропроводности ионов.
5. Способы компенсации фонового сигнала (колоночная, мембранная). Принцип работы. Достоинства и недостатки каждого способа. Зачем проводят компенсацию фонового сигнала при кондуктометрическом детектировании?
6. От чего зависит чувствительность ионохроматографического определения анионов?
7. Приведите приемы повышения чувствительности определения анионов методом ионной хроматографии.
8. Влияние температуры на электропроводность растворов. Термостатирование в ионохроматографической системе.

Работа № 12. «Использование элюентов на основе карбоната/гидрокарбоната натрия различной концентрации для ионохроматографического определения анионов в стандартной смеси».

1. Приведите примеры подвижных фаз (элюентов), используемых в ионохроматографическом анализе.
2. Что такое элюирующая способность? Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии? Как можно регулировать элюирующую силу подвижной фазы?
3. Объясните, почему в ионной хроматографии используют элюенты с низкой концентрацией входящих в них компонентов?
4. От чего зависит выбор элюента? Как подбирают состав подвижной фазы в ионной хроматографии?
5. Достоинства и недостатки использования в анионной хроматографии карбонатного/гидрокарбонатного элюентов.
6. Что такое градиентный режим элюирования? Какими преимуществами он обладает по сравнению с изократическим элюированием?
7. Что такое "системный" (или "водный", "карбонатный") пик. Причины его возникновения?

Работа 15. «Газохроматографическая идентификация галогенорганических веществ».

1. Классификация хроматографии по агрегатному состоянию фаз.
2. Неподвижные и подвижные фазы в газовой хроматографии.
3. Принцип работы газового хроматографа. Блок-схема хроматографа.
4. Основные параметры хроматографического пика. Время удерживания.
5. Идентификация по временам удерживания, удерживаемому объему, относительному времени удерживания.
6. Индексы Ковача.
7. Связь времени удерживания с физико-химическими свойствами веществ.
8. Важнейшие детекторы в газовой хроматографии.
9. Использование сочетания различных селективных детекторов для идентификации.
10. Принцип работы и возможности электрозахватного детектора.

Работа 16. «Определение важнейших хроматографических параметров: разрешения пиков, эффективности колонки, предела обнаружения».

1. Теория теоретических тарелок. Понятие эффективности в хроматографии.
2. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван- Деемтера.
3. Разрешение хроматографических пиков.
4. Предел обнаружения. Оценка предела обнаружения в газовой хроматографии.
5. Сравнение капиллярных и насадочных колонок по эффективности и пределу обнаружения.

Работа 17. «Определение содержания галогенорганических веществ методом внешнего стандарта и внутреннего стандарта в гексане».

1. Параметры хроматографического пика, используемые в количественном анализе.
2. Метод нормировки.
3. Метод внешнего стандарта.
4. Метод внутреннего стандарта.
5. Метод добавок.

Работа 18. «Хромато-масс-спектрометрическое определение углеводов».

1. Принцип метода масс-спектрометрии. Блок схема масс-детектора.
2. Способы ионизации в масс-спектрометрии.
3. Квадрупольный и магнитный секторный масс-анализаторы.
4. Масс-спектр. Идентификация в хромато-масс-спектрометрии.
5. Режимы полного ионного тока и селективного ионного мониторинга.
6. Особенности хромато-масс-спектрометрической идентификации изомеров.
7. Возможности метода хромато-масс-спектрометрии.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-1-г:

Раздел 1. Электрохимический метод анализа, его разновидности.

Работа 6. «Иодометрическое определение ацетона».

1. Реакции, протекающие при определении ацетона методом иодометрии.
2. Обоснование вида кривой титрования. Определение эквивалентного объема.

Работа 7. «Определение кислорода по Винклеру».

1. Отбор и подготовка пробы при определении растворенного кислорода.
2. Условия проведения анализа.
3. Химические реакции, протекающие при определении растворенного кислорода методом Винклера.

Работа 8. «Аргентометрическое титрование смеси хлоридов и иодидов».

1. Возможности отдельного определения компонентов методом осадительного титрования.
2. Вид кривой титрования и определение точек эквивалентности.

Работа 9. «Меркурометрическое полуавтоматическое определение хлоридов».

1. Принцип титрования до точки эквивалентности, возможности использования автотитратора.

Раздел 2. Хроматографический метод анализа, его разновидности.

Работа № 13. «Разделение неорганических анионов методом ионной хроматографии и их определение в образце воды централизованного водоснабжения»

1. Объясните следующие хроматографические понятия: время удерживания, разрешение, площадь пика, фактор удерживания, число теоретических тарелок, разрешение соседних пиков). Как можно регулировать каждый из указанных параметров?
2. Качественный хроматографический анализ. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
3. Что такое эффективность и селективность разделения? Как оценивают эффективность хроматографической колонки? Как величина эффективности "отражается" на форме хроматографического пика?
4. Что такое анионит, его структура (матрица сорбента, функциональные группы)? Обменная емкость сорбента. Правила выбора сорбента.
5. От чего зависит способность анионов удерживаться на сорбенте? Порядок выхода анионов.
6. Отбор и подготовка пробы водопроводной воды к анализу.
7. Особенности анализа питьевой (водопроводной, столовой, минеральной) воды. Макро- и микрокомпонентный состав.
8. Сравнения метода ионной хроматографии с другими методами для определений неорганических анионов в воде.

Работа № 14. «Ионохроматографическое определение хлорит-ионов (ClO_2^-) как одного из продуктов дезинфекции воды централизованного водоснабжения».

1. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии (методы нормировки (методы нормировки, абсолютной градуировки, внешней и внутренней стандартизации). Сравните их между собой.
2. Основные дезинфектанты питьевой воды и побочные продукты дезинфекции.
3. Оксоанионы хлора как продукты дезинфекции воды хлорсодержащими реагентами.
4. Какие реакции характерны для хлорит- и гипохлорит- ионов в растворах?
5. Нормативные документы, контролирующие содержание компонентов в питьевой воде.
6. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения?
7. Особенности анализа питьевой (водопроводной, столовой, минеральной) воды. Макро- и микрокомпонентный состав воды.
8. Сравнения метода ионной хроматографии с другими методами определения оксоанионов хлора в воде.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

Раздел 1. Электрохимический метод анализа, его разновидности.

Работа 6. «Иодометрическое определение ацетона».

1. Потенциометрическая ячейка для иодометрического определения.

Работа 7. «Определение кислорода по Винклеру».

1. Электрохимическая ячейка при определении растворенного кислорода.

Работа 8. «Аргентометрическое титрование смеси хлоридов и иодидов».

1. Потенциометрический сенсор для аргентометрии.

Работа 9. «Ртутрометрическое полуавтоматическое определение хлоридов».

1. Потенциометрический сенсор для ртутрометрического определения галогенидов.

Раздел 2. Хроматографический метод анализа, его разновидности.

Работа № 13. «Разделение неорганических анионов методом ионной хроматографии и их определение в образце воды централизованного водоснабжения»

1. Влияние основного компонента на хроматографическое поведение микропримеси: изменение упомянутых выше параметров. Что такое перегрузка разделяющей колонки?
2. Приведите примеры подвижных фаз (элюентов), используемых в ионохроматографическом анализе воды.

Работа № 14. «Ионохроматографическое определение хлорит-ионов (ClO_2^-) как одного из продуктов дезинфекции воды централизованного водоснабжения».

1. Способы повышения чувствительности метода ионной хроматографии при определении микрокомпонентов на фоне высокого содержания матричных ионов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все

Оценка	Критерии оценивания
	основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Возможности метода ионометрии. Применение при анализе объектов окружающей среды.
2. Вольтамперометрия. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
3. Амперометрическое титрование. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
5. Кондуктометрия. Возможности метода.
6. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Возможности и применение при анализе объектов окружающей среды.
7. Газовая хроматография. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
8. Жидкостная хроматография. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.
9. Ионнообменная и ионная хроматография. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.

10. Хромато-масс-спектрометрия. Особенности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.

11. Планарная хроматография. Возможности метода. Применение при анализе объектов окружающей среды.

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Рассчитать потенциал стеклянного электрода в растворе с рН 5,3 по отношению к хлоридсеребряному электроду, если при рН 3,88 потенциал его равен -33 мВ.

2. Построить функцию нитрат-селективного электрода (пленочного) и рассчитать стандартный потенциал, если концентрация внутреннего раствора 0,01 моль/л.

3. Рассчитать концентрацию хлорид-ионов, если хлоридсеребряный электрод имеет потенциал (по отношению к стандартному) 208 мВ. E° хлоридсеребряного электрода 290 мВ.

4. Рассчитать концентрацию соляной кислоты; если при титровании 50 мл 0,01 М раствором гидроксида натрия были получены следующие данные

V, мл	0	2	4	6	8	10
-------	---	---	---	---	---	----

R, Ом	664	915	1490	1580	1010	740
-------	-----	-----	------	------	------	-----

5. Построить функцию кальций-селективного электрода и рассчитать стандартный потенциал, если концентрация внутреннего раствора сравнения 0,01 М.

6. Показать расчетом, достаточно ли 1,5 г катионита для полной сорбции ионов Cu^{2+} из 20 мл 10-2 М раствора $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ в колоночном варианте ионообменной хроматографии.

В принятых условиях эксперимента рабочая обменная емкость катионита составляет 50 % от полной обменной емкости (ПОЕ = 8,5 мг-экв/г).

7. Рассчитайте молярную концентрацию раствора BaCl_2 по следующим данным. 10 мл раствора BaCl_2 пропущено через колонку с катионитом в Н-форме. Колонка промыта дистиллированной водой.

Элюат и промывные воды собрали в мерную колбу объемом 50 мл. На титрование 10 мл полученного раствора израсходовано 20 мл 0,1 М раствора NaOH.

8. Через колонку с анионитом в хлоридной форме (масса смолы 5 г) пропустили 100 мл 0,1 М раствора ZnCl_2 .

Динамическая обменная емкость анионита по отношению к сорбируемым хлоридным комплексам цинка равна 2 ммоль-экв $\text{Zn}(\text{II})$ на 1 г смолы.

Рассчитайте массу цинка(II), несорбированного анионитом.

9. Рассчитайте коэффициент распределения ионов $\text{Ca}(\text{II})$ на катионообменной колонке из следующих данных.

20 мл $1 \cdot 10^{-3}$ М раствора CaCl_2 находится в контакте с 1 г смолы в Н-форме. После установления равновесия на титрование ионов Ca^{2+} в 10 мл этого раствора израсходовано 10 мл $1 \cdot 10^{-3}$ М (нормальная концентрация) раствора трилона Б.

10. Для определения содержания ионов Cu^{2+} методом бумажной хроматографии была получена следующая градуировочная зависимость (стандартный раствор 10^{-3} М CuCl_2):

Вал. (стандарт. раствор), мкл	5	20	40	60
Спятна, мм ²	1	4	8	12

Площадь пятна при хроматографировании анализируемого раствора 10 мм². Рассчитайте концентрацию ионов Cu^{2+} (мкг/мл) в анализируемом растворе.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные

Оценка	Критерии оценивания
	умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н:

1. Обзор литературных источников по теме лабораторной работы, обобщение литературных данных.
2. Оформление списка литературы согласно требованиям к отчету; отражение литературных источников по теме работы.

5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н:

1. Приборы и реактивы, необходимые для проведения лабораторной работы.
2. Протоколирование результатов опытов.
3. Представление результатов эксперимента в виде таблиц и (или) графических зависимостей в отчете.
4. Расчет содержания компонента (компонентов) по экспериментальным данным.
5. Статистическая обработка результатов анализа.
6. Анализ полученных данных. Выводы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет должен удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к оформлению отчета. Содержание отчета соответствует названию лабораторной работы. Результаты эксперимента отражены в отчете, соответствуют данным в подписанном протоколе, обработаны, сделаны соответствующие выводы.
не зачтено	Содержание отчета не соответствует теме лабораторной работы, предъявляемые требования к оформлению лабораторной работы не соблюдены. Результаты эксперимента не отражены в отчете, либо не соответствуют протоколу, не обработаны, выводы по работе не сделаны. Или отчет не предоставлен.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Классификация электрохимических методов анализа, их значение в народном хозяйстве.
2. Классификация потенциометрических электродов. Вспомогательные электроды.
3. Электроды 1-го и 2-го рода, их свойства, применение в химическом анализе.
4. Жидкостные селективные электроды. Механизм возникновения потенциала. Рабочий диапазон концентраций и соотношение катионной и анионной функций.
5. Конструкции ионоселективных электродов. Составы мембран.
6. Стекланные электроды. Электрохимические, аналитические свойства.
7. Потенциометрическое титрование с использованием реакций осаждения.
8. Полярографический метод анализа. Вольтамперная кривая.
9. Качественный и количественный вольтамперометрический анализ. Инверсионная вольтамперометрия.
10. Амперометрическое титрование.
11. Принципы и особенности хроматографического метода разделения веществ. Основные термины и определения.
12. Классификация разновидностей хроматографического метода.
13. Основные хроматографические параметры, характеризующие поведение вещества в колонке.
14. Основные положения концепции теоретических тарелок. Эффективность хроматографической колонки.
15. Кинетическая теория хроматографии.
16. Преимущества капиллярной газовой хроматографии.
17. Адсорбенты в газотвердофазной хроматографии. Носители и неподвижные фазы в газожидкостной хроматографии.
18. Хромато-масс-спектрометрия. Преимущества масс-спектрометрического детектора.
19. Особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Два варианта адсорбционной ВЭЖХ - нормально-фазовый и обращенно-фазовый.
20. Сорбенты, и подвижные фазы, используемые в ВЭЖХ. Требования, предъявляемые к ним

21. Ионная хроматография. Отличие ионной хроматографии от ионообменной. Виды ионитов. Полная и динамическая обменная емкость.

Планарная (тонкослойная) хроматография.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1-т

1. Кислотно-основное потенциометрическое титрование. Закономерности и возможности.
2. Потенциометрическое титрование в неводных средах.
3. Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование.
4. Селективность жидкостных ионоселективных электродов, связь с экстракционными характеристиками.
5. Селективность электродов различных типов. Способы определения коэффициентов селективности.
6. Применение ИСЭ в проточно-инжекционном анализе.
7. Потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.
8. Способы получения хроматограмм.
9. Варианты газовой хроматографии. Их возможности, область применения.
10. Характеристики детекторов, определяющие их выбор
11. Виды детекторов: интегральные и дифференциальные; ионизационные и неионизационные.
12. Детекторы в газовой хроматографии.
13. Типы колонок, используемые в хроматографии. Сравните их между собой.
14. Основные детекторы, которые используют в ВЭЖХ. Принцип работы и возможности применения.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Физико-химические основы кулонометрии. Аналитические возможности и применение метода.
2. Что является аналитическим сигналом (измеряемым свойством системы) и связь этой величины с концентрацией определяемого вещества в каждом конкретном случае (потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия).
3. Охарактеризуйте каждый из приведенных методов (ионометрия, кулонометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия) по селективности, чувствительности, точности определения и пределу обнаружения.
4. Сравните аналитические характеристики и эффективность разделения на капиллярных, насадочных и поликапиллярных колонках.
5. Возможности применения метода хромато-масс-спектрометрии.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3-н

1. Ионометрия. Метод градуировочного графика.
2. Методы добавок в ионометрии.
3. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения конечных точек. Метод Каванга.
4. Линейные методы потенциометрического титрования.
5. Способы качественного анализа в хроматографии.
6. Способы количественного анализа в хроматографии.
7. Селективность. Разрешение хроматографических пиков. Оптимизация условий хроматографического разделения.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

Основная литература:

1. Основы аналитической химии : [учеб. для вузов] : в 2 кн. [Кн.] 1 : Общие вопросы. Методы разделения / [Большакова, Т. А., Брыкина, Г. Д., Долманова, И. Ф. и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - М. : Высшая школа, 1996. - 382 с. : ил. - 19000.00., 1 экз.
2. Основы аналитической химии : [учеб. для вузов] : в 2 кн. [Кн.] 2 : Методы химического

- анализа / под ред. Золотова Ю. А. - М. : Высшая школа, 1996. - 460 с. : ил. - 19000., 1 экз.
3. Основы аналитической химии : [учеб. для вузов] : в 2 кн. Кн. 2 : Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002. - 494 с. : ил. - ISBN 5-06-003559-X (кн. 2). - ISBN 5-06-003560-3 : 130.00., 47 экз.
4. Основы аналитической химии : в 2 кн. / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2000-. Основы аналитической химии. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения / [Большова Т. А. и др.]. - М., 2000. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - 351 с. : ил. - ISBN 5-06-003558-1 (кн. 1). - ISBN 5-06-003560-3 : 70.00., 4 экз.
5. Основы аналитической химии : в 2 кн. / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2000-. Основы аналитической химии. Кн. 2 : Методы химического анализа / [Алов Н. В. и др.]. - М., 2000. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - 494 с. : ил. - ISBN 5-06-003559-X (кн. 2). - ISBN 5-06-003560-3 : 95.00., 3 экз.
6. Основы аналитической химии : в 2 кн. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения / под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1999. - 351 с. - 32.75., 1 экз.
7. Основы аналитической химии : в 2 кн. Кн. 2 : Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1999. - 494 с. - 32.75., 1 экз.
8. Основы аналитической химии : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим. направлениям : в 2 т. Т. 1 / под ред. Ю. А. Золотова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2014. - 400 с. - (Высшее образование. Естественные науки). - Авт. указ. на обороте тит. л. - ISBN 978-5-4468-0517-4 (т. 1) : 1015.90., 4 экз.
9. Основы аналитической химии : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим. специальностям : в 2 т. Т. 2 / под ред. Ю. А. Золотова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2014. - 416 с. - (Высшее образование. Естественные науки). - Авт. указ. на обороте тит. л. - ISBN 978-5-4468-0518-1 (т. 2) : 1019.90., 4 экз.
10. Основы аналитической химии. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. , 2002. - 351 с. : ил. - ISBN 5-06-003558-1 (кн. 1). - ISBN 5-06-003560-3 : 76.45. Основы аналитической химии. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения. - М. , 2002. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - 351 с. : ил. - ISBN 5-06-003558-1 (кн. 1). - ISBN 5-06-003560-3 : 76.45., 50 экз.
11. Основы аналитической химии: в 2 кн. / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2002-. Основы аналитической химии . Кн. 2 : Методы химического анализа. - 2002. - 494 с. : ил. - ISBN 5-06-003559-X (кн. 2) : 120.00., 1 экз.
12. Отто М. Современные методы аналитической химии / пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - 2-е испр. изд. - М. : Техносфера, 2006. - 416 с. - (Мир химии). - ISBN 5-94836-072-5 : 275.00., 6 экз.
13. Отто М. Современные методы аналитической химии : в 2 т. Т. 1 / пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - М. : Техносфера, 2003. - 416 с. : ил. - (Мир химии). - ISBN 5-94836-014-8. - ISBN 3-527-29840-1 : 270.00., 6 экз.
14. Кристиан Гэри. Аналитическая химия = Analytical Chemistry : [пер. с англ.] : в 2 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011-. - (Лучший зарубежный учебник). Аналитическая химия : в 2 т. Т. 2 / пер. с англ. А. В. Гармаша [и др.]. - М., 2011. - 504 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-391-3 (т. 2) : 362.89., 4 экз.
15. Кристиан Гэри. Аналитическая химия = Analytical Chemistry : [пер. с англ.] : в 2 т. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011-. - (Лучший зарубежный учебник). Аналитическая химия . Т. 1 / пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой ; вступ. ст. Ю. А. Золотова. - М., 2011. - 623 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-390-6 (т. 1) : 364.00., 4 экз.
16. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика : учебное пособие / Хенце Г. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 287 с. - ISBN 978-5-

00101-079-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=808906&idb=0>.

17. Долгоносоев А. М. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование / Долгоносоев А. М., Рудаков О. Б., Прудковский А. Г. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 468 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-9018-9.,

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=781494&idb=0>.

18. Конюхов В. Ю. Хроматография / Конюхов В. Ю. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 224 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-1333-1.,

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799824&idb=0>.

19. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза / Бёккер Ю. - Москва : Техносфера, 2009.,

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645312&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Васильев В. П. Аналитическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Дрофа, 2002. - 384 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-4726-2 (кн. 2) : 83.50., 2 экз.

2. Васильев Владимир Павлович. Аналитическая химия : [учеб. для химико-технол. специальностей вузов] : в 2 ч. [Ч.] 2 : Физико-химические методы анализа. - М. : Высшая школа, 1989. - 383, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-001519-X : 1.10., 39 экз.

3. Васильев Владимир Павлович. Аналитическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям : [в 2 кн.]. - 6-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2007-. - (Высшее образование). Аналитическая химия. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 2007. - 383, [1] с. : ил. - Предм. указ.: с. 371 - 375. - ISBN 978-5-358-03522-5 (кн. 2) : 128.00., 4 экз.

4. Васильев Владимир Павлович. Аналитическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям : в 2 кн. - 4-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2004-. - (Высшее образование). Аналитическая химия. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - М. , 2004. - 384 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-8746-9 (кн. 2). - ISBN 5-7107-8744-2 : 91.20., 5 экз.

5. Васильев Владимир Павлович. Аналитическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по хим.-технол. специальностям : в 2 кн. - 4-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2004-. - (Высшее образование). Аналитическая химия. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - М., 2005. - 5-е изд., стер. - 383, [1] с. : ил. - ISBN 5-7107-9469-4 (кн. 2) : 115.00., 19 экз.

6. Сычев Сергей Николаевич. Высокоэффективная жидкостная хроматография : аналитика, физ. химия, распознавание многокомпонентных систем : учеб. пособие. - СПб. : Лань, 2013. - 256 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1377-5 : 250.00., 1 экз.

7. Жебентяев Александр Ильич. Аналитическая химия. Химические методы анализа : Учебное пособие. - 2-е изд. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 542 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-004685-3. - ISBN 978-5-16-108551-6. - ISBN 978-985-475-623-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=632400&idb=0>.

8. Будников Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине : монография / Будников Г.К.; Евтюгин Г.А.; Майстренко В.Н. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 419 с. - ISBN 978-5-00101-723-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735486&idb=0>.

9. Методы и достижения современной аналитической химии / Будников Г. К., Вершинин В. И.,

- Евтюгин Г. А., Карцова Л. А., Лебедев А. Т., Мазур Д. М., Майстренко В. Н., Проскурнин М. А., Пупышев А. А., Шеховцова Т. Н., Шпигун О. А., Яшкин С. Н. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 588 с. - Допущено Федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 04.00.00 «Химия» в качестве учебника (учебного пособия) для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 04.04.01 (магистратура) и 04.06.01 (подготовка кадров высшей квалификации). - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-7962-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=753866&idb=0>.
10. Будников Герман Константинович. Основы современного электрохимического анализа : учеб. пособие для вузов, обучающихся по специальности "Химия". - М. : Мир : Бином. Лаборатория знаний, 2003. - 592 с. : ил. - (Методы в химии). - ISBN 5-03-003471-4 (Мир). - ISBN 5-94774-039-7 (Бином ЛЗ) : 130.00., 1 экз.
11. Будников Герман Константинович. Вольтамперометрия с модифицированными и ультрамикрореэлектродами / РАН, Уфим. науч. центр, Ин-т орган. химии. - М. : Наука, 1994. - 238 с. - 2900.00., 1 экз.
12. Майстренко Валерий Николаевич. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 011000 - Химия. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 323 с. : ил. - (Методы в химии). - ISBN 978-5-94774-204-6 : 172.48., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- . Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. Методическое пособие для специального курса. МГУ, 2007. [Электронный ресурс]:
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/chrom/part1.pdf>
2. Гармаш А.В., Сорокина М.Н. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]:
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmasch.pdf>
3. Сайт научного совета по аналитической химии РАН: <http://www.rusanalytchem.org>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Для проведения лабораторных работ по дисциплине химический факультет и кафедра аналитической химии располагают лабораториями (ауд. 321, 313, 311, 305, 303), оснащенными посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми для проведения количественного анализа. Лаборатории химического анализа оборудованы хромато-масс-спектрометром Thermo Focus DSQ II, газовыми хроматографами Хромос ГХ-1000 с электронозахватным, пламенно-ионизационным, пламенно-фотометрическим, фотоионизационным детекторами, детектором по теплопроводности, жидкостным хроматографом LC-20 Prominence (Shimadzu), с кондуктометрическим детектором, кондуктометром № 5721, иономерами универсальными ЭВ-74, рН-метрами милливольтметрами рН-121, рН-метрами Mettler Toledo Five Easy FE 20, лабораторными весами AUX 320 (Shimadzu) магнитными мешалками, плитками и другим лабораторным оборудованием. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с

возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Елипашева Елена Валерьевна, кандидат химических наук, доцент
Кулешова Надежда Вячеславовна, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.