

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт клинической медицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Аналитическая химия

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

31.05.01 - Лечебное дело

Направленность образовательной программы

Лечебное дело

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.13 Аналитическая химия относится к обязательной части 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
ОПК-10: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-10.1: Составляет и планирует решение стандартных профессиональных задач ОПК-10.2: Использует информационные, библиографические ресурсы, медикобиологическую терминологию, информационно-коммуникационные ОПК-10.3: Знает и учитывает основные требования информационной безопасности	ОПК-10.1: Умеет составлять и планировать решение стандартных профессиональных задач ОПК-10.2: Знает информационные, библиографические ресурсы, медикобиологическую терминологию, информационно-коммуникационные технологии ОПК-10.3: Владеет знаниями и учитывает основные требования информационной безопасности	Опрос Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24

- КСР	2
самостоятельная работа	22
Промежуточная аттестация	36 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			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		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	о ф о
Предмет, цели и задачи аналитической химии. Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов	2.5	0.5	0.5	1	1.5
Состояние вещества в растворе. Ионные равновесия	4.5	2	2	4	0.5
Равновесия раствор-осадок малорастворимого электролита	4.5	2	2	4	0.5
Реакции окисления-восстановления в аналитической химии	5	2	2	4	1
Кисотно-основные равновесия. Теории кислот и оснований	5	2	2	4	1
Комплексные соединения в аналитической химии	5	2	2	4	1
Количественный анализ. Основные принципы и классификация методов количественного анализа. Отбор и подготовка проб к анализу. Гравиметрия.	5	2	2	4	1
Титриметрический анализ. Классификация методов, требования к реакциям, применяемым в титриметрии. Окислительно-восстановительное, кислотно-основное и комплексонометрическое титрование. Погрешности титрования.	5	2	2	4	1
Методы разделения и концентрирования в аналитической химии.	5	1.5	1.5	3	2
Представление результатов химического анализа. Основы химической метрологии. Классификация погрешностей измерений. Оценка сходимости результатов. Правильность анализа и устранение систематических погрешностей. Понятие о стандартных образцах.	5	2	2	4	1
Классификация физических и физико-химических (инструментальных) методов анализа. Основные характеристики методов и требования, предъявляемые к ним.	5	1.5	1.5	3	2
Методы молекулярного спектрального анализа. Анализ по ИК спектрам. Спектрофотометрия и фотоколориметрия в видимой области спектра.	5	1.5	1.5	3	2
Элементный спектральный анализ. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный метод.	3	0.5	0.5	1	2
Электрохимические методы анализа. Общая характеристика и классификация электрохимических методов. Потенциометрия. Кондуктометрия.	5	1.5	1.5	3	2
Хроматографические методы. Принципы метода хроматографии. Качественный и количественный хроматографический анализ.	3	0.5	0.5	1	2

Анализ промышленных, природных и биологических объектов.	2.5	0.5	0.5	1	1.5
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	24	24	50	22

Содержание разделов и тем дисциплины

Введение

Предмет, цели и задачи аналитической химии. Классификация аналитических методов. Характеристика аналитических реакций и реагентов.

Introduction

Subject, aims and goals of analytical chemistry. Analytical methods' classification. Characterisation of analytical reactions and reagents.

Состояние вещества в растворе. Ионные равновесия.

State of substances in solution. Ionic equilibria.

Равновесия раствор-осадок малорастворимого электролита.

Equilibria in the system "solution - weakly soluble electrolyte"

Кислотно-основные равновесия. Теории кислот и оснований.

Acid-base equilibria. Theories of acids and bases.

Комплексные соединения в аналитической химии.

Complex compounds in analytical chemistry.

Количественный анализ. Основные принципы и классификация методов количественного анализа.

Отбор и подготовка проб к анализу. Гравиметрия.

Quantitative analysis. General principles and method classification. Sample collection and preparation for analysis.

Титриметрический анализ. Классификация методов, требования к реакциям, применяемым в титриметрии. Окислительно-восстановительное, кислотно-основное и комплексонометрическое титрование. Погрешности титрования.

Titrimetry. Method classification, titrimetric reactions' requirements. RedOx, acid-base and complexonometric titration. Errors in titration.

Методы разделения и концентрирования в аналитической химии.

Separation and concentration techniques in analytical chemistry.

Представление результатов химического анализа. Основы химической метрологии. Классификация погрешностей измерений. Оценка сходимости результатов. Правильность анализа и устранение систематических погрешностей. Понятие о стандартных образцах.

Presentation of results of chemical analysis. Basics of chemical metrology. Measurement error classification. Evaluation of results reproducibility. Correctness of analysis and elimination of systematic errors. Standard samples.

Классификация физических и физико-химических (инструментальных) методов анализа. Основные

характеристики методов и требования, предъявляемые к ним.

Classification of physical and physico-chemical (instrumental) analysis methods. General characterisation of methods and their requirements.

Методы молекулярного спектрального анализа. Анализ по ИК спектрам. Спектрофотометрия и фотоколориметрия в видимой области спектра.

Methods of molecular spectral analysis. IR-spectra analysis. Spectrophotometry and photocolorimetry in visible spectral range.

Элементный спектральный анализ. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционный метод.

Elemental spectral analysis. Atomic-emission spectral analysis. Atomic-absorbance method.

Электрохимические методы анализа. Общая характеристика и классификация электрохимических методов. Потенциометрия. Кондуктометрия.

Electrochemical methods of analysis. General characterisation and classification of electrochemical methods. Potentiometry. Conductometry.

Хроматографические методы. Принципы метода хроматографии. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Chromatography. Principles of chromatography. Quantitative and qualitative chromatographical analysis.

Анализ промышленных, природных и биологических объектов.

Industrial, natural and biological objects' analysis.

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.

ПРАКТИКУМ ПО КАЧЕСТВЕННОМУ И КОЛИЧЕСТВЕННОМУ АНАЛИЗУ. Авторы: Кулешова Н.В., Абражеев Р.В., Нипрук О.В., Елипашева Е.В., Клиньшова К.А.: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. – 58 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 - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-10:

1. Что такое «раствор»?
2. Чем отличаются истинные и коллоидные растворы?
3. Что такое «насыщенный раствор»?
4. Чем отличаются разбавленные и концентрированные растворы?
5. Что является титрантами, стандартными (исходными) веществами и индикаторами в методах перманганатометрии и йодометрии?

6. В чем отличия реального электродного потенциала от стандартного?
7. Какие равновесия устанавливаются в насыщенном водном растворе труднорастворимого электролита? Запишите формулы для расчета констант, характеризующих эти равновесия и укажите связь между ними.
8. Что такое произведение растворимости?
9. Что такое «условие образования осадка»?
10. Что такое точка эквивалентности и конечная точка титрования?
11. Комплексонометрия. Определение жесткости воды.
12. Физико-химические методы анализа. Краткая характеристика.
13. Хроматографические методы анализа.
14. Виды и источники погрешностей эксперимента.
15. Представление аналитических данных.

1. What is a "solution"?
2. What is the difference between true and colloidal solutions?
3. What is a "saturated solution"?
4. What is the difference between diluted and concentrated solutions?
5. What are titrants, primary standards and indicators used in permanganometry and iodometry?
6. What is the difference between experimental and standard electrode potential?
7. What equilibria are present in a saturated solution of a barely soluble electrolyte? Provide the necessary formulae to calculate these equilibria constants and the relation between them.
8. What is solubility product?
9. What is "precipitation formation criterion"?
10. What are an equilibrium point and end-point of titration?
11. Complexometry. Determination of General Hardness of water.
12. Physico-chemical analytical methods. General description.
13. Chromatography in chemical analysis.
14. Types and sources of experimental errors.
15. Presentation of analytical data.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, при ответах выделялось главное, развернутый ответ без принципиальных ошибок; логически выстроенное содержание ответа; мысли излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии; полное знание терминологии по данной теме; четкое выделение причинно-следственных связей между основными категориями; умение ответить на вопрос без использования индивидуального письменного конспекта; использование презентационных материалов
не зачтено	Неполный ответ на вопрос; неполное знание терминологии; наличие некоторых существенных ошибок в изложении основных фактов, теорий; неумение провести логические параллели, выводы; неумение выделить причины и следствия важнейших категорий; неспособность ответить без помощи письменного конспекта; знание основной литературы, рекомендованной к лабораторному занятию.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-10:

Отчет по лабораторной работе должен отображать следующие разделы:

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

The report on the laboratory experiment must contain the following:

1. Literature review.
2. Reference list compiled in accordance with GOST 7.32.
3. List of equipment and materials necessary for the experiment.
4. A log of the experiment results.
5. A representation of experiment results as tables or plots.
6. Calculations of the components concentrations based on experimental data.
7. Statistical analysis of the results.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены следующие критерии представления отчета: 1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям; 2. Структурирование и комментирование лабораторной работы; 3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег); 4. Успешные ответы на контрольные вопросы.
не зачтено	Не выполнение хотя бы одного из критериев отчета: 1. Степень соответствия выполненного задания поставленным требованиям; 2. Структурирование и комментирование лабораторной работы; 3. Уникальность выполнения работы (отличие от работ коллег); 4. Успешные ответы на контрольные вопросы.

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

ения компет							
<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 ОПК-10

1. Введение. Предмет аналитической химии, ее структура; место в системе наук, связь с практикой. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикроанализ. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии. Научная химико-аналитическая литература.
2. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии. Основные типы химических реакций в аналитической химии. Общая и равновесная концентрации. Состояние вещества в растворе. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Константы кислотности и основности. Ионное произведение воды.
3. Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений.
4. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста.
5. Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Произведение растворимости. Условия образования осадка. Факторы, влияющие на растворимость осадков.
6. Методы обнаружения и идентификации. Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ. Капельный анализ. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в производственных и полевых условиях. Примеры практического применения методов обнаружения.
7. Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.
8. Титриметрические методы анализа. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Виды

кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

9. Кисотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Кисотно-основные индикаторы. Примеры практического применения.
10. Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, йодометрия и йодиметрия, бихроматометрия). Индикаторы.
11. Осадительное титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.
12. Комплексометрическое титрование. Использование аминополикарбоновых кислот (комплексонов) в комплексонометрии. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Примеры практического применения.
13. Методы выделения, разделения и концентрирования. Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы.
14. Спектроскопические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения (атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия).
15. Атомно-эмиссионный метод. Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения. Качественный и количественный анализ. Атомно-абсорбционный метод. Возможности, преимущества и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионными методами (точность, избирательность, чувствительность, экспрессность). Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.
16. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Основной закон светопоглощения. Отклонения от закона, их причины. Способы определения концентрации веществ. Анализ многокомпонентных систем. Примеры практического применения метода.
17. Электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения.
18. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Ионометрия. Примеры практического применения ионометрии.
19. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Примеры практического применения.
20. Электропроводность растворов и принципы кондуктометрии и кондуктометрического титрования. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.
21. Хроматографические методы анализа. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Основные параметры хроматограммы. Качественный и количественный хроматографический анализ.
22. Основные объекты анализа. Объекты окружающей среды. Характерные особенности и задачи их анализа. Биологические и медицинские объекты. Санитарно-гигиенический контроль. Геологические объекты. Металлы и сплавы. Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Специальные объекты анализа.

23. Метрологические основы химического анализа. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, погрешности. Аналитический сигнал и помехи. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.
24. Основные характеристики метода и методики анализа: правильность и сходимость, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа.
25. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Статистическая обработка результатов измерений. Способы повышения сходимости и правильности анализа.
26. Intro to Analytical Chemistry. Subject of Analytical chemistry, its structure, placement in sciences, practical applications. Analysis types: isotopic, elemental, functional, molecular, substance analysis, phase analysis. Chemical, physical and biological analysis methods. Macro-, micro- and ultramicroanalysis. Contemporary state and developmental tendencies of analytical chemistry. Scientific chimico-analytical literature.
27. Types of reactions and processes in analytical chemistry. Main reaction types in analytical chemistry. Analytical and equilibrium concentrations. Compound state in solutions. Acid-base reactions. Contemporary notions of acids and bases. Acidity and basicity constants. Water ionic product.
28. Complexation reactions. Types of complex compounds used in analytical chemistry. Complex compounds classification.
29. Red-Ox reactions. Electrode potential. Nernst's equation.
30. Precipitation and co-precipitation. Equilibria in the "solution-precipitate" system. Precipitates and their properties. Solubility product. Precipitate formation conditions. Factors of precipitates' solubility.
31. Identification and detection methods. Goals and the choice of the method of detection and identification of chemical compounds. Atoms', ions' and substances' identification. Partial and systematic analysis. Microcrystalloscopic analysis. Droplet analysis. Chromatography in qualitative analysis. Express qualitative analysis in field and industrial conditions. Cases of practical application of detection methods.
32. Gravimetry. The essence of gravimetry, pros and cons of the method. General determination scheme. Requirements for precipitating and gravimetric forms. Cases of practical application of gravimetry.
33. Titrimetry. Methods of titrimetric analysis and their classification. Requirements for the reactions in titrimetric analysis. Types of titration: direct, back and substitution. Ways of presenting concentration in titrimetry. Equivalent. Molar mass of equivalent. Primary standards and their requirements. Secondary standards. Types of titration curves. Titration jump. Equivalence point and end-point of titration.
34. Acid-base titration. Plotting the titration curve. Acid-base indicators. Practical use cases.
35. Red-Ox titration. Plotting the titration curve. Methods of red-ox titrimetry (permanganatometry, iodometry and iodimetry, bichromatometry). Indicators.
36. Precipitation titration. End-point determination methods. Indicators. Errors and uncertainties of titration. Practical use cases.
37. Complexometric titration. Aminopolycarbonic acids' (complexones) use in titration. Metallochromic indicators and their requirements. Practical use cases.

- 38.Extraction, separation and concentrating methods. Main methods of separation and concentrating, their function in chemical analysis. Combining separation and concentrating methods with determination methods. Hybrid techniques.
- 39.Spectroscopic methods. Electro-magnetic spectrum. Classification of spectroscopic methods based on spectral characteristics (atomic, molecular, absorbance, emission spectroscopy).
- 40.Atomic-emmission analysis. Spectrographic and spectrometric techniques, their properties, use areas. Qualitative and quantitatie analysis. Atomic-absorbance analysis. Its abilities, pros and cons, comparison with atomic-emission methods (in tremс of accuracy, selectivity, sensitivity, speed). Practical use cases.
- 41.Molecular absorbance spectrometry (spectrophotometry). Main light absorbance law. Law irregularities, their reasons. Method of concentration determination. Analysis of complex system. Practical use cases.
- 42.Electro-chemical methods. General description of electro-chemical methods, their classification.Electro-chemical cell. Indicator electrode and comparison electrode.
- 43.Ionometry. Potential measurements. Indicator and comparison electrodes in ionometry. Electrode function, selectivity coefficient, response time. Practical use cases.
- 44.Potentiometrical titration. Electrode potential measurement during titration. Determination of end-point of titration. Practical use cases.
- 45.Conductivity and basics of conductometry and conductometric titration. Comparison of sensitivity, selectivity and use areas of electrochemical methods.
- 46.Chromatography. Mobile and immovile phases. Methods' classification by states of mobile and immobile phases, separation mechanisms and techniques. MAin characteristics of a chromatogramm. Quantitative and qualitative chromatographical analysis.
- 47.Objects of analysis. Environmental objects. Main characteristics and the goals of their analysis. Biological and medical objects. Hygienic control. Geological objects. Mettals and alloys. Natural and synthetic organic and element-organic substances, polymers. Types of their analysis and corresponding methods. Special analytical objects.
- 48.Metrological basics of chemical analysis. Main stages of chemical analysis. Choice of analytical method and analysis scheme preparation. Main metrological concepts: measurement, methods and means of measurement, errors. Analytical signal and noise. Concentration determination based on the analytical rresults.
- 49.Main method and technique characteristics: accuracy and reproducibility, limit of detection, low and high determination boundaries. Analysis error classification. Systematic and random errors. Errors of select stages of analysis.
- 50.Techniques for accuracy assessment: use of standard samples, additives techniques, different weighths technique, comparison with an independent method. Statistical treatment of the analysis results. Techniques for improving reproducibility and accuracy.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, при ответах выделялось главное, развернутый ответ без ошибок; логически выстроенное содержание ответа; мысли излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии; полное знание терминологии по данной теме; четкое выделение причинно-следственных связей между основными категориями; умение ответить на вопрос без использования индивидуального письменного конспекта;

Оценка	Критерии оценивания
	использование презентационных материалов
отлично	Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, при ответах выделялось главное, развернутый ответ без принципиальных ошибок; логически выстроенное содержание ответа; мысли излагались в логической последовательности; показано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии; полное знание терминологии по данной теме; четкое выделение причинно-следственных связей между основными категориями; умение ответить на вопрос без использования индивидуального письменного конспекта; использование презентационных материалов, возможны некоторые незначительные недочеты в ответе
очень хорошо	Даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания; при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями программы, ответы в основном были краткими, но не всегда четкими; практически полное знание терминологии данной темы; использование презентационных материалов
хорошо	Даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены практические задания; при ответах не всегда выделялось главное, отдельные положения недостаточно увязывались с требованиями программы, ответы в основном были краткими, но не всегда четкими; практически полное знание терминологии данной темы; использование презентационных материалов, возможны некоторые незначительные недочеты в ответе
удовлетворительно	Даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной глубины и обоснования, при решении практических задач студент использовал прежний опыт и не применял новые знания, однако, на уточняющие вопросы даны правильные ответы; при ответах не выделялось главное; ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности; на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы
неудовлетворительно	Неполный ответ на вопрос; неполное знание терминологии; наличие некоторых существенных ошибок в изложении основных фактов, теорий; неумение провести логические параллели, выводы; неумение выделить причины и следствия важнейших категорий; неспособность ответить без помощи письменного конспекта; знание основной литературы, рекомендованной к семинару.
плохо	Студент затрудняется при выполнении практических задач, работа проводится с опорой на преподавателя или других студентов; отсутствие прямого ответа на поставленный вопрос либо ответ, содержащий бессистемную, минимальную информацию; отсутствие логических связей в

Оценка	Критерии оценивания
	ответе; отсутствие знания терминологии по теме вопроса.

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

Основная литература:

1. Kharitonov Yu.Ya. Analytical Chemistry. Analytics 1. General Theoretical Foundations. Qualitative Analysis : учебное пособие / Kharitonov Yu.Ya.; Grigorieva V.Yu. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 608 с. - ISBN 978-5-9704-5978-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735873&idb=0>.
2. Kharitonov Yu.Ya. Analytical Chemistry. Analytics 2. Quantitative analysis. Physical-chemical (instrumental) analysis methods : учебник / Kharitonov Yu.Ya. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 592 с. - ISBN 978-5-9704-5967-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=773106&idb=0>.
3. Никитина Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. - 4-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 394 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00427-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845337&idb=0>.
4. Борисов А. Н. Аналитическая химия для педагогов. Расчеты в количественном анализе : учебник и практикум / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. - 3-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 153 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-09281-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=843707&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Жебентяев Александр Ильич. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : Учебное пособие / Витебский государственный медицинский университет. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 206 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-006615-8. - ISBN 978-5-16-111263-2. - ISBN 978-985-475-553-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=837764&idb=0>.
2. Подкорытов А. Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование / Подкорытов А. Л., Неудачина Л. К., Штин С. А. - Москва : Юрайт, 2022. - 60 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492254> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-9916-9944-0 : 199.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт", <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786838&idb=0>.

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

1. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Мир, 2001. 267 с. [Электронный ресурс]: <http://www.chem.msu.ru/rus/books/2001-2010/dorohova/all.pdf>
2. 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>

3. Гармаш А.В., Сорокина М.Н. Метрологические основы аналитической химии [Электронный ресурс]: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/garmash.pdf>,

4. 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, компьютерами, специализированным оборудованием: Лаборатория оснащена посудой, реактивами и оборудованием, необходимыми для проведения качественного и количественного анализа. Лаборатория физико-химических методов анализа оборудована газовым хроматографом Хромос-1000, фотоэлектроколориметрами КФК-2, кондуктометром № 5721, иономерами универсальными ЭВ-74, рН-метрами милливольтметрами рН-121, рН-метрами Mettler Toledo Five Easy FE 20, магнитными мешалками, плитками и другим лабораторным оборудованием. Имеются помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. 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 ФГОС ВО по специальности 31.05.01 - Лечебное дело.

Автор(ы): Нипрук Оксана Валентиновна, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 4.12.2023, протокол № 5.