

**Компонент ОПОП 04.03.01 Химия. Аналитическая химия и химическая
экспертиза**
наименование ОПОП

Б1.О.19
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Аналитическая химия

Разработчик (и):

Деркач С.Р.

профессор

д.х.н., профессор

Утверждено на заседании кафедры

ХИМИИ
наименование кафедры

протокол № 6 «16» февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой химии



Дякина Т.А.
ФИО

**Мурманск
2024**

Пояснительная записка

Объем дисциплины 16 з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-1 – Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</p>	<p>ИД-1опк.₁ Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. ИД-2опк.₁ Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. ИД-3опк.₁ Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – метрологические основы химического анализа, – типы реакций и процессов в аналитической химии, их основные закономерности; – основные методы химического анализа (гравиметрические, титриметрические); <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеть методологией выбора оптимального метода анализа конкретного объекта и методикой его проведения – использовать современные аналитические методы исследования и аналитическую технику; – проводить анализ возможных погрешностей и избегать недочетов при проведении химического анализа
<p>ОПК-2 – Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>ИД-1опк.₂ Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности. ИД-2опк.₂ Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик. ИД-3опк.₂ Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе. ИД-4опк.₂ Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведением эксперимента химического анализа; – обработкой и представлением полученных результатов в виде отчетов; – эксплуатировать современную аппаратуру химического анализа и оборудование для выполнения лабораторных работ, связанных с химическим анализом веществ. – проведением с соблюдением норм техники безопасности химического эксперимента, включая анализ, изучение свойств веществ, исследование химических реакций с их участием

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Предмет аналитической химии, ее структура. Индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ.

Тема 2. Метрологические основы химического анализа

Метрология химического анализа. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Тема 3. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Ионы. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая - Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.

Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Основные закономерности равновесий и протекания кислот-но-основных реакций. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары), однородно-лигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные).

Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть

Основные закономерности равновесий и протекания реакций комплексообразования. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений.

Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал.

Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. Основные закономерности равновесий и протекания окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.

Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор - осадок. Кристаллические и аморфные осадки. Основные закономерности равновесий и протекания реакций осаждения. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка - дегидратации-гидратации, поликонденсации). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция; окклюзия: внутренняя адсорбция, инклюзия; изоморфизм и др.). Особенности образования коллоидно-дисперсных систем.

Тема 4. Методы обнаружения и идентификации

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Тест-методы обнаружения веществ. Примеры практического применения методов обнаружения.

Тема 5. Методы выделения, разделения и концентрирования

Химические и физические методы обнаружения, разделения и концентрирования веществ (экстракция, хроматография и др.). Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Тема 6. Гравиметрический метод анализа

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.

Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания. Примеры

практического применения.

Тема 7. Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.

Тема 8. Общие положения и теоретические основы оптических методов анализа.

Электромагнитное излучение и его природа. Спектр электромагнитного излучения. Строение вещества и происхождение спектров. Строение атома и происхождение атомных спектров. Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов. Основные узлы спектрометрических приборов. Источники излучения. Приемники излучения. Монохроматоры. Оптические материалы, емкости для аналитических проб. Детекторы. Атомная абсорбция. Фотометрия пламени, спектры и температура пламени (определение, суть метода, приборы, методика анализа). Атомно-эмиссионная спектроскопия. Количественный эмиссионный спектральный анализ.

Тема 9. Молекулярная спектрометрия (абсорбционная спектрометрия). Другие спектральные методы анализа

Молекулярно-спектроскопические методы анализа. Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов. Приемники излучения. Закон светопоглощения – закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектры поглощения. Правило аддитивности. Теоретические основы фотоэлектроколориметрии (ФЭК) спектрофотометрии.

Тема 10. Общая характеристика спектроскопических (неоптических) методов анализа

Радиоспектроскопические методы анализа. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Теоретические основы методов. Условие электронного парамагнитного резонанса. Диполь-дипольное и контактное взаимодействие. Наблюдение сверхтонкой структуры (СТС). Спектр ЭПР. g-фактор – фактор спектроскопического расщепления. Расчет числа линий в спектре ЭПР. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). Теоретические основы методов. Спектроскопия ЯМР высокого и низкого разрешения. Условие ядерного магнитного резонанса. Протонный магнитный резонанс (ПМР).

Тема 11. Общая характеристика и особенности электрохимических методов анализа

Классификация и общая характеристика методов. Строение и характеристика электрохимической ячейки (ЭХЯ) и ее химического эквивалента. Индикаторные электроды, электроды сравнения, ионоселективные электроды. Уравнение Нерста, законы Фарадея.

Тема 12. Потенциометрия (ионометрия), рН-метрия, потенциометрическое титрование.

Потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды – металлические и ионоселективные. Принципиальная схема потенциометра. Ионометрия и ее практическое применение. Потенциометрическое титрование.

Тема 13. Кондуктометрия, Кондуктометрическое титрование и др.

электрохимические методы анализа

Кондуктометрия. Электрическая проводимость растворов. Принципиальная схема кондуктометра. Прямая и косвенная (кондуктометрическое титрование) кондуктометрия. Высокочастотное титрование. Строение электродов для

кондуктометрии. Использование стандартных растворов. Методика работы на кондуктометре и практическое применение. Кулонометрия. Вольтамперометрия (полярография). Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Общая характеристика вольтамперометрических методов. Классическая полярография. Вольтамперометрия: прямая, косвенная (амперометрическое титрование).

Тема 14. Общая характеристика, особенности и теоретические основы хроматографии

Определение хроматографии и хроматографического анализа. Классификация методов хроматографии: по агрегатному состоянию, по механизму разделения, по форме проведения. Теоретические представления в хроматографии. Качественный и количественный анализ в хроматографии.

Тема 15. Жидкостная хроматография

Жидкостная хроматография. Ионообменная хроматография: иониты (катиониты и аниониты); обменная емкость, константа обмена, коэффициент селективности, коэффициент распределения, сдвиг ионообменного равновесия. Распределительная хроматография (бумажная, тонкослойная), особенности метода и условия проведения анализа. Адсорбционная хроматография (колоночная).

Тема 16. Газовая хроматография

Сущность газовой хроматографии. Адсорбционная и газожидкостная распределительная хроматография. Общая характеристика методов. Основные узлы газовых хроматографов. Хроматограммы и их характеристика.

Тема 17. Общая характеристика термических методов анализа

Термогравиметрия (ТГ и ДТГ). Теоретические основы метода. Классификация методов. Принципиальная схема дериватографа. Подготовка проб к анализу. Термогравиметрия (ТГ и ДТГ). Особенности ТГ.

Тема 18. Термический и дифференциальный термический анализ (ТА и ДТА)

Термический и дифференциальный термический анализ (ТА и ДТА). Общая характеристика методов ТА и ДТА, основанных на измерении температуры (или разности) в зависимости от количества подводимой или отводимой теплоты. Кривые термического анализа. Кривые ДТА. Эндо- и экзотермические пики.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/самостоятельных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Основы аналитической химии: учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева [и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высш. шк., 1999. - 351 с.
2. Основы аналитической химии: учебник для вузов: В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа / Ю. А. Золотов, Е. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. ; Под ред. Ю. А. Золотова. - Москва: Высш. шк., 1996. - 461 с.
3. Аналитическая химия: учеб. для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Титриметрические и гравиметрические методы анализа / В. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Дрофа, 2002. - 368 с.
4. Аналитическая химия: учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Дрофа, 2003, 2002. - 384 с.
5. Практикум по аналитической химии: учеб. пособие для вузов. [В 2 ч.]. Ч. 1. Классические методы количественного анализа / С. Р. Деркач; Гос. ком. РФ по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008; 2007. - 122 с.
6. Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач: учеб. пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова; под ред. В. П. Васильева. - 3-е изд., стер.; 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Дрофа, 2004, 2003. - 320 с.
7. Физико- химические методы анализа. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. 2 / АмГУ, ИФФ; сост. В. И. Митрофанова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2019. - 86 с. – Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11324.pdf
8. Юстратова, В.Ф. Аналитическая химия. Количественный химический анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие / Юстратова В.Ф., Микилева Г.Н., Мочалова И.А. — Электрон. текстовые данные. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. — 161 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14352>.
9. Белюстин, А. А. Потенциометрия: физико- химические основы и применения: учебное пособие / А. А. Белюстин. — Санкт- Петербург: Лань, 2022. — 336 с. ISBN 978-5-8114-1838-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211916>
10. Лысова, С. С. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование: учебное пособие / С. С. Лысова, Т. А. Скрипникова, Ю. Э. Зевацкий. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017. — 83 с. — ISBN 978-5-7937-1398-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102547>.
11. Серов, Ю.М. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Серов Ю.М., Конюхов В.Ю., Крюков А.Ю. — Электрон. текстовые данные. — М.: Российский университет дружбы народов, 2011. — 220 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11544>.
12. Сизова, Л. С. Аналитическая химия. Оптические методы анализа: учебное пособие / Л. С. Сизова. — Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. — 179 с. — ISBN 5-89289-384-7. — Текст: электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/14353.html>.
13. Мовчан, Н. И. Расчеты в количественном химическом анализе: учебно-

методическое пособие / Н. И. Мовчан, Е. Ю. Ситникова. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. — 224 с. — ISBN 978-5-7882-2329-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/95019.html>.

Дополнительная литература:

14. Дорохова, Е. Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва : Мир, 2001. - 267 с.
15. Толстоусов, В. Н. Задачник по количественному анализу: учеб. пособие для вузов / В. Н. Толстоусов, С. М. Эфрос. - Ленинград: Химия, 1986. - 160 с.
16. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва: Химия, 1989. - 448 с.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Аналитическая химия в России <http://www.wssanalytchem.org/default.aspx>
2. Российский химико-аналитический портал <http://anchem.ru/>
3. Химия: новости науки <http://www.chemport.ru>
4. DjVu БИБЛИОТЕКИ – Химия <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
5. Сайт о химии. Форум химиков <http://www.xumuk.ru>
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»_- URL: <http://window.edu.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости 9 з.е. – 4 семестр, 7 з.е. – 5 семестр

Вид учебной деятельности ¹	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения			
	Очная			Всего часов
	Семестр			
	4	5		
Лекции	80	52		132
Практические занятия	20	20		40
Лабораторные работы	110	116		226
Самостоятельная работа	78	28		106
Подготовка к промежуточной аттестации	36	36		72
Всего часов по дисциплине	324	252		576
/ из них в форме практической подготовки	130	136		266

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	+	+		
Зачет/зачет с оценкой	-/-	-/-		
Курсовая работа (проект)	-	-		
Количество расчетно-графических работ	-	-		
Количество контрольных работ	3	2		5
Количество рефератов	-	-		
Количество эссе	-	-		

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1.	Техника безопасности. Аналитические весы и техника взвешивания. Сущность весового анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе. Контрольное взвешивание.
2.	Гравиметрический анализ. Определение содержания серной кислоты в растворе.

3.	Гравиметрический анализ. Определение содержания ацетилсалициловой кислоты.
4.	Кислотно-основное титрование. Определение содержания серной кислоты в растворе методом кислотно-основного титрования
5.	Кислотно-основное титрование. Определение соды и щелочи при совместном присутствии
6.	Кислотно-основное титрование. Определение соляной и уксусной кислот при совместном присутствии
7.	Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. Определение железа в соли Мора.
8.	Окислительно-восстановительное титрование. Иодометрия. Определение содержания меди в растворе сульфате меди.
9.	Комплексонометрическое титрование. Определение меди.
10.	Комплексонометрическое титрование. Определение цинка.
11.	Комплексонометрическое титрование. Определение кальция и магния при совместном присутствии.
12.	Комплексонометрическое титрование. Определение меди и цинка при совместном присутствии.
13.	Осадительное титрование. Контрольный анализ.
14.	Аргентометрическое титрование. Определение содержания хлора в соли (NaCl) методом Мора способом отдельных навесок.
15.	Определение нейтральной соли методом ионообменной хроматографии.
16.	Фотоэлектроколориметрический анализ: Определение содержания железа с сульфосалициловой кислотой
17.	Определение меди в виде аммиаката.
18.	Рефрактометрический анализ: а) Определение показателя преломления и концентрации растворенного вещества в растворах сахарозы (глюкозы или другого сахара). б) Определение коэффициента преломления органических растворителей и его зависимости от плотности. в) Определение дисперсии вещества (воды или других веществ).
19.	Определение фактора показателя преломления бромида калия в исследуемом растворе (лекарственный препарат).
20.	Потенциометрическое титрование; а) Определение водородного показателя и степени гидролиза солей потенциометрическим методом б) Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси методом потенциометрического титрования.
21.	Кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование сильной кислоты, слабой кислоты, смеси сильной и слабой кислот сильной щелочью.
22.	Определение содержания хлоридов и иодидов в смеси кондуктометрическим титрованием.
23.	Определение меди в растворе сульфата меди методом колоночной ионообменной хроматографии.
24.	Разделение и обнаружение катионов методом одномерной бумажной хроматографии
25.	Термический анализ бинарной системы мочевины- бензойная кислота. Построение кривых охлаждения и диаграммы плавкости

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1.	Способы выражения концентрации растворов (повторение)
2.	Статистическая обработка экспериментальных данных
3.	Расчеты по теме «Гравиметрический и титриметрический анализ»
4.	Спектрофотометрия: приборное обеспечение
5.	Методика расчета g-факторов и констант СТС по экспериментальным спектрам ЭПР
6.	рН-метрия: принципы измерения, погрешность. Потенциометрическое титрование
7.	Методика расчетов кондуктометрических и иных электрохимических параметров
8.	Методика расчетов хроматографических параметров. Интерпретация хроматограмм
9.	Виды жидкостной хроматографии: бумажная, тонкослойная, колоночная
10.	Методика интерпретации термограмм. Термические методы анализа (КО и ДС).