

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Костромской государственный университет»  
(КГУ)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Направление подготовки 04.03.01 Химия**

**Направленность Химия**

Квалификация выпускника: бакалавр

**Кострома  
2021**

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденному приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 17 июля 2017 г. № 671.

Разработал: Молчанов Алексей Сергеевич, доцент кафедры химии, канд. хим. наук, доцент

Рецензент: Хитрова Валентина Ивановна, заместитель директора ФГБУ государственная станция агрохимической службы «Костромская»,  
руководитель испытательной лаборатории, канд. с.-х. наук

#### ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 7 от 19.05.2021 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

#### ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 6 от 14.03.2022 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

#### ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры химии:

Протокол заседания кафедры № 8 от 07.04.2023 г.

Заведующий кафедрой химии Кусманова Ирина Александровна, канд.пед.наук, доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Аналитическая химия является одним из основных инструментов познания качественных и количественных понятий материального мира и их взаимосвязи. Поэтому курс аналитической химии является обязательным практически для всех естественно-научных и химических специальностей. Программа курса состоит из двух разделов: качественного и количественного анализа.

Курс качественного и количественного анализа строится на базе курсов теоретические основы химии, неорганическая химия. Хотя, с основными понятиями, составляющими теоретический раздел аналитической химии (закон действия масс, гидролиз, окислительно-восстановительные реакции, комплексные соединения), студенты знакомятся в курсе теоретических основ химии, теоретическая и практическая часть курса аналитической химии должна углублять и расширять эти основные понятия применительно к практике. В теоретической части излагаются общие вопросы аналитических реакций, условия их протекания и теоретическое обоснование методов разделения и определения элементов.

Практические занятия по качественному анализу направлены на изучение классических методов анализа, приобретения навыков самостоятельной экспериментальной работы по определению состава неорганических веществ и ознакомлению с химико-аналитическими свойствами ионов и образуемых ими соединений. Практикум по качественному анализу выполняется полумикрометодом.

Практические занятия по количественному анализу направлены на изучение методов, позволяющих определять количественный состав вещества. В процессе обучения осваиваются гравиметрический и титриметрический методы анализа.

### *Цель дисциплины*

Дисциплина «Аналитическая химия» предназначена для ознакомления студентов с основополагающими принципами предмета. Основной целью освоения дисциплины является формирование у студентов системы теоретических понятий и категорий в области аналитической химии и ее прикладных аспектов, овладение навыками выполнения химического анализа.

### *Задача дисциплины*

1. Формирование у студента основ теории аналитической химии;
2. Ознакомление со всеми стадиями аналитического процесса;
3. Сформировать понимание роли аналитической химии в системе наук;
4. Ознакомление с основными методами разделения и концентрирования, анализа (гравиметрические, титриметрические, кинетические, биохимические, электрохимические, спектроскопические, масс-спектрометрические, термические, биологические и пр.);
5. Формирование умений выбора методологии оптимального метода анализа конкретного объекта и методики его проведения.

Направление воспитания, связанные с содержанием дисциплины: профессионально-трудовое, экологическое и научно-образовательное воспитание обучающихся посредством содержания дисциплины и актуальных воспитательных технологий.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен освоить *компетенции*:

**ОПК-1:** способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

**ОПК-1.1.** Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов

**ОПК-1.2.** Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых

разделов химии

**ОПК-1.3.** Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.

**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;

**ОПК-2.1.** Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности

**ОПК-2.3.** Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе

**ОПК-2.4.** Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

**ОПК-6:** способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе;

**ОПК-6.1.** Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке

**ОПК-6.2.** Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры

**ОПК-6.3.** Представляет результаты работы в виде тезисов доклада в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе

**ОПК-6.4.** Готовит презентацию по теме работы и представляет.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

Понимать роль химического анализа и знать место аналитической химии в системе наук;

**Знать:**

- основные понятия аналитической химии;
- теоретические основы методов химического анализа: гравиметрии и титриметрии;
- химические и химико-аналитические свойства элементов и их соединений.

**Уметь:**

- осуществлять расчеты с использованием основных законов химии;
- рассчитывать энергетические и кинетические характеристики химических процессов;
- осуществлять расчеты, связанные с концентрациями, рН, растворов, ПР веществ;
- уметь выбрать оптимальный метод анализа конкретного вещества.

**Владеть:**

- методами и приемами использования теоретических основ аналитической химии для решения теоретических и практических задач в различных областях естествознания;
- методами и навыками решения расчетных задач данного раздела химии;
- навыками работы с современными приборами и оборудованием для физико-химических исследований;

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части. Данная дисциплина изучается в 3, 4 и 6 семестрах.

Содержание курса аналитической химии в максимально возможной степени отражает современное состояние и уровень развития качественных и количественных

методов анализа. В аналитической химии широко используются такие разделы химии, как учение о химическом равновесии, химическая кинетика, неорганическая, органическая химия, поверхностные явления и дисперсные системы, электрохимия.

Перед изучением дисциплины «Аналитическая химия» обучающийся **должен**:

- иметь четкие представления о составе, строении и химических свойствах основных простых веществ и химических соединений, связи строения вещества и характера протекания химических процессов;

- знать принципы и области использования основных методов химического анализа, владеть методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения;

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин и практики: «Органическая химия», «Синтез неорганических соединений», «Физическая химия», «Химическая технология», «Физико-химические методы анализа», «Техника и методика постановки школьного эксперимента», «Высокомолекулярные соединения», «Коллоидная химия» «Производственная практика»

Дисциплины и иные компоненты ОП, формирующие указанные выше компетенции:

- ОПК-1 (способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений) формируется при освоении дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа», «Высокомолекулярные соединения», «Синтез неорганических соединений», «Синтез органических соединений», «Основы биохимии»; при прохождении ознакомительной практики; при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

- 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) формируется при освоении дисциплин: «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Физико-химические методы анализа», «Высокомолекулярные соединения», «Синтез неорганических соединений», «Синтез органических соединений», «Основы химического эксперимента»; при прохождении ознакомительной практики; при подготовке к сдаче и при сдаче государственного экзамена; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

- ОПК-6 (способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе) формируется при освоении дисциплин: «Аналитическая химия», «Физическая химия»; при подготовке к процедуре защиты и во время процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

#### **4. Объем дисциплины (модуля)**

##### **4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Очная форма</b>
Общая трудоемкость в зачетных единицах	20
Общая трудоемкость в часах	720
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	490
Лекции	210
Практические занятия	70
Лабораторные занятия	210

Практическая подготовка	-
Самостоятельная работа в часах	222,3
Форма промежуточной аттестации	Экзамен 3, 4 семестры (0,7 часа) Консультации к экзаменам (4 часа) Курсовая работа 6 семестр (3 часа)

#### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Количество часов
Лекции	210
Практические занятия	70
Лабораторные занятия	210
Консультации	4
Зачет/зачеты	-
Экзамен/экзамены	0,7
Курсовые работы	3
Практическая подготовка	-
Всего	497,7

### 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

#### 5.1 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела, темы	Всего з.ед/час	Аудиторные			Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные	Практические	
1	Введение	0,36/13	4		7	2
2	Пробоотбор и пробоподготовка Основные объекты анализа	1,50/54	22	-	15	16
3	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	2,89/104	26	44	8	26
4	Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов	3,56/128	42	50	10	26
5	Гравиметрический метод анализа	3,3/120	44	40	12	24
6	Титриметрические методы анализа	5,18/186,3	72	76	18	20,3
	Подготовка к экзамену (3 и 4 семестр)	2/72	-	-	-	72
	Курсовая работа	1/36	-	-	-	36
	ИКР (консультация к	0,21/7,7	-	-	-	-

экзамену, экзамен, курсовая работа)					
<b>ВСЕГО:</b>	<b>20/720</b>	<b>210</b>	<b>210</b>	<b>70</b>	<b>222,3</b>

## 5.2. Содержание:

### РАЗДЕЛ 1: ВВЕДЕНИЕ

Предмет аналитической химии, ее структура. Индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу. Научная химико-аналитическая литература.

### РАЗДЕЛ 2: ПРОБООТБОР И ПРОБОПОДГОТОВКА

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур.

### РАЗДЕЛ 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. 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.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH 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), однороднолигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные). Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных

соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура.

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.

Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутриккомплексные соединения.

Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

**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. Механизмы 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. Осадки и их свойства. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и рН, 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. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.).

#### **РАЗДЕЛ 4: ЧАСТНЫЕ РЕАКЦИИ И ХОД АНАЛИЗА СМЕСИ КАТИОНОВ И АНИОНОВ**

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.

Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Условия выполнения аналитических реакций, их чувствительность, специфичность и селективность. Классификация катионов и анионов по кислотно-основному типу. Шесть групп катионов, качественные реакции, ход систематического и дробного методов анализа.

#### **РАЗДЕЛ 5: 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 гравиметрического метода анализа. *Определение элементов в виде оксидов. Определение кальция и магния; источники ошибок при их определении. Определение серы, галогенов в неорганических и органических соединениях. Различные методы определения фосфора и кремния. Применение органических реагентов для определения никеля, кобальта, цинка и магния.*

## РАЗДЕЛ 6: 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.

**Кислотно-основное титрование.** Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

Примеры практического применения. *Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований. Приготовление и стандартизация растворов соляной кислоты и гидроксида натрия. Титрование кислот, оснований, смесей кислот и смесей оснований. Анализ смесей карбоната и гидрокарбоната натрия, карбоната и гидроксида натрия. Определение азота по методу Кьельдаля и солей аммония прямым и косвенным методами. Определение нитратов и нитритов.*

**Окислительно-восстановительное титрование.** Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. *Определение железа(II), марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.*

Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. *Определение арсенитов, арсенатов, железа (III), меди(II), галогенид-ионов, пероксидов, кислот. Определение воды и функциональных групп органических соединений.*

Бихроматометрия. *Определение железа(II), урана(IV).*

Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. *Определение неорганических и органических соединений.*

**Осадительное титрование.** Построение кривых титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.

**Комплексометрическое титрование.** Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

Примеры практического применения. *Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии.*

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Раздел	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Введение (Предмет аналитической химии её структура)	проработка лекционного материала,	2	обзор литературы	коллоквиум
2	Пробоотбор и пробоподготовка Основные объекты анализа	проработка лекционного материала	16	обзор литературы	коллоквиум
3	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	проработка лекционного материала	14	обзор литературы	коллоквиум
		решение задач и упражнений	12	лит. 1 стр. 42-46 №1-41	контрольная работа
4	Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов	подготовка к лабораторным работам 1-14, оформление отчета по лабораторным работам	26		коллоквиум
				лит 3, стр 4-48;	защита лабораторных работ 1-14
5	Гравиметрический метод анализа	проработка лекционного материала,	8	обзор литературы лит.1 стр. 157-179	коллоквиум
		подготовка к лабораторным работам 15-19, оформление отчета по лабораторным работам приложение 3.	8		защита лабораторных работ 15-19
		решение задач и упражнений	8	решение задач и упражнений лит. 1 стр. 196-201 №1-46	контрольная работа
6	Титриметрические методы анализа	проработка лекционного материала	2,3	обзор литературы лит. 1 стр.202-215	коллоквиум
		подготовка к	10	оформление отчета	защита лабораторных работ

		лабораторным работам 20-30, оформление отчета по лабораторным работам		по лабораторным работам лит. 1 стр.224, 237 -239. лит. 4 стр. 10 – 63	работ 20-30
		решение задач и упражнений	8	решение задач и упражнений лит. 1 стр.225-230 № 1-39; стр.255-259, №1-32; стр.270-271, №1-20	контрольная работа
7	Экзамен		72		Подготовка к экзамену
8	Курсовая работа		36		Защита курсовой работы

## 6.2. Тематика и задания для практических занятий

### Тематика практических занятий

1. Предмет, задачи и методы аналитической химии
2. Предмет, задачи и методы аналитической химии. Основные понятия, объекты и области применения аналитической химии
3. Реакции осаждения и их применение в химическом анализе
4. Теоретические основы качественного анализа
5. Теоретические основы качественного анализа (часть 2)
6. Статистическая обработка результатов количественного анализа
7. Гравиметрический анализ
8. Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии
9. pH растворов кислот, оснований, солей. Буферные растворы
10. Теоретические основы титриметрического анализа
11. Расчеты в титриметрическом анализе
12. Кислотно-основное титрование: сущность метода, теория индикаторов
13. Расчет и анализ кривых кислотно-основного титрования
14. Титрование многопротонных кислот и оснований. Ошибки кислотно-основного титрования
15. Кислотно-основное титрование в неводных средах
16. Методы осадительного титрования. Аргентометрия
17. Равновесия комплексообразования и их роль в аналитической химии
18. Комплексонометрическое титрование: сущность и химизм метода
19. Комплексонометрическое титрование. Расчет и анализ кривых титрования.
- Окислительно-восстановительные равновесия в аналитической химии
20. Окислительно-восстановительное титрование
21. Методы перманганатометрии и дихроматометрии
22. Методы иодометрии, бромометрии и нитритометрии
23. Оптические методы анализа
24. Фотометрический анализ
25. Люминесцентный анализ
26. Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия. Кулонометрия
27. Потенциометрический анализ

28. Полярграфия. Амперометрическое титрование
29. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Экстракция
30. Хроматографические методы анализа (теоретические основы)
31. Ионообменная хроматография. Тонкослойная хроматография. Бумажная хроматография.

### Примерные практические задания

1. Вычислить массу навески натрия тетрабората, необходимую для приготовления 200 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л. Определить титр, молярную концентрацию эквивалента и поправочный коэффициент раствора, если для его приготовления была взята навеска натрия тетрабората массой 3,7995 г.
2. Вычислить массу навески карбоната натрия, необходимую для приготовления 100 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л. Определить титр, молярную концентрацию эквивалента и поправочный коэффициент раствора, если для его приготовления была взята навеска карбоната натрия массой 0,5325 г.
3. Определить титр, молярную концентрацию эквивалента и поправочный коэффициент  $\sim 0,1$  моль/л раствора серной кислоты, если на титрование 20 мл раствора карбоната натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 0,9868 ушло 19,6 мл раствора серной кислоты.
4. Определить титр, молярную концентрацию эквивалента и поправочный коэффициент  $\sim 0,1$  моль/л раствора перманганата калия, если на титрование 10 мл раствора щавелевой кислоты с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,1008 ушло 10,8 мл раствора перманганата калия.
5. Определить массовую долю химически чистой уксусной кислоты в Фарм.препарате, если для приготовления 100 мл разведения взяли 10 мл раствора уксусной кислоты с  $\rho = 1,007$  г/мл, а на титрование 10 мл полученного раствора было затрачено 10 мл раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,0028.
6. Определить массовую долю бензоата натрия в фарм.препарате, если на титрование навески массой 0,1495 г было затрачено 10,4 мл раствора хлороводородной кислоты с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 0,9982.

### 6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

#### *Реакции обнаружения катионов.*

1. Первая аналитическая группа катионов.
2. Вторая аналитическая группа катионов
3. Анализ смеси катионов 2 аналитической группы.
4. Третья аналитическая группа катионов.
5. Систематический ход анализа катионов 3 аналитической группы.
6. Четвертая аналитическая группа катионов.
7. Систематический ход анализа катионов 4 аналитической группы.
8. Пятая аналитическая группа катионов.
9. Систематический и дробный ход анализа смеси катионов 5 аналитической группы.
10. Шестая аналитическая группа катионов.
11. Систематический и дробный ход анализа смеси катионов 6 аналитической группы.
12. Анализ раствора смеси катионов 1-6 аналитических групп.

#### *Реакции обнаружения анионов.*

13. Первая, вторая и третья аналитическая группа анионов.
14. Анализ индивидуального соединения.

#### *Гравиметрический анализ*

15. Определение серы в растворимых сульфатах (например, в смеси  $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ )
16. Определение бария в воднорастворимых веществах (например, в смеси  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ )

17. Определение алюминия.
18. Определение железа.
19. Определение железа и алюминия при совместном присутствии.  
*Титриметрический анализ*
20. Приготовление и стандартизация раствора хлороводородной кислоты.
21. Определение содержания гидроксида и карбоната при их совместном присутствии.
22. Определение содержания аммиака в солях аммония методом обратного титрования.
23. Определение солей аммония методом замещения.
24. Приготовление рабочего раствора перманганата калия.
25. Определение хрома в дихромате калия методом обратного титрования с перманганатом калия.
26. Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия.
27. Иодометрическое определение меди.
28. Иодометрическое определение содержания хлора в водопроводной воде.
29. Комплексонометрическое определение цинка.
30. Комплексонометрическое определение жесткости воды.

#### **6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ**

Курсовая работа – это самостоятельное научное исследование по дисциплине, выполняемое студентом в соответствии с учебным планом под руководством преподавателя и служащее углубленному познанию содержания дисциплины в избранной области. Курсовая работа является одной из форм отчетности студента по итогам обучения за соответствующий курс.

Основной *целью* курсовой работы является формирование и развитие умений и навыков научно-исследовательской работы, а именно: анализировать, сравнивать, сопоставлять и обобщать научные данные по теме исследования, отбирать соответствующий иллюстративный материал, адекватно его интерпретировать и описывать, используя метаязык научных исследований.

*Задачи курсовой работы:*

1. Поиск, изучение и анализ научной литературы по избранной проблеме и конкретной теме исследования.
2. Определение предмета, объекта, цели и задач исследования.
3. Выбор и описание методик и приемов анализа исследуемого материала.
4. Отбор фактического материала, его систематизация и классификация.
5. Проведение эксперимента и обобщение полученных результатов анализа.

*Общие требования к содержанию курсовой работы*

Логичность структуры работы, последовательность изложения материала. Краткость и точность формулировок, исключающие возможность субъективного и неоднозначного толкования. Четкая аргументация, убедительность и обоснованность выводов, заключений, рекомендаций и предложений. Точное соответствие цели, задач, результатов и выводов работы.

Курсовая работа пишется, как правило, по результатам собственных исследований, но возможным является обзор литературы по выбранной теме, имеющей научное, научно-практическое или прикладное значение, а также разработка методик исследования и проведения экспериментальной работы.

Стандартная курсовая работа содержит следующие разделы:

1. *Титульный лист*
2. *Оглавление*

В оглавлении приводят названия всех разделов и подразделов работы и через отточие указывают страницы, на которых они расположены. Названия разделов и подразделов должны точно соответствовать заголовкам в тексте работы.

3. *Введение*

Во введении обосновывают актуальность проведенного исследования. На основании данных литературы нужно аргументировать теоретическую и практическую значимость выбранной темы, показать состояние изученности вопроса на сегодняшний день, отметить перспективы, которые открывает изучение этой темы. Объем раздела – не более 2 страниц. Во введении определяются:

- тема исследования, ее актуальность, степень изученности в научной литературе и практическая значимость;
- предмет и объект исследования;
- цель и вытекающие из нее задачи исследовательской работы;
- материал исследования (примеры, подвергающиеся анализу).

*4. Основная часть: обзор литературы, материалы, методы и результаты исследования*

#### *4.1. Обзор литературы*

Обзор литературы представляет собой критический анализ имеющихся в отечественной и зарубежной литературе данных по теме исследования. В обзоре излагают, анализируют, сопоставляют данные, суждения, взгляды различных авторов по конкретным вопросам темы; характеризуют общее состояние изученности темы и ее отдельных вопросов.

Обзор литературы целесообразно структурировать, т.е. разделять на несколько разделов и подразделов. Каждый раздел должен иметь заглавие.

Целесообразно завершать обзор литературы (и каждый его раздел) небольшим обобщением приведенных данных, в которых была бы кратко сформулирована степень изученности вопроса, указаны основные противоречия и нерешенные вопросы, намечены приоритетные направления дальнейших исследований.

Для подготовки обзора литературы следует использовать по возможности современные источники научной информации (научные статьи, тезисы докладов, монографии и др.). В проработанной литературе студенту необходимо выделить основные вопросы, связанные с темой исследования, и излагать и анализировать только их. Недопустимо приводить в обзоре общую информацию, не имеющую прямого отношения к теме, переписывать или пересказывать целые разделы (главы) учебников, монографий, обзорных работ.

При оформлении обзора литературы следует соблюдать правила цитирования. Цитирование может быть прямым (дословная цитата) и косвенным (собственное изложение мыслей автора). Косвенное цитирование является основной формой обзора литературы. Следует предельно точно излагать мысли автора, не допуская искажений. Прямое цитирование применяют в тех случаях, когда важно предельно точно донести мысль автора. Текст прямой цитаты заключают в кавычки; допускается пропуск отдельных слов, предложений, абзацев, который обозначается многоточием. Каждая цитата (прямая и косвенная) должна сопровождаться ссылкой на источник информации.

Рекомендуемый объем раздела – 10-15 страниц.

#### *4.2. Материалы, методы и результаты исследования*

В данном разделе излагают подробные сведения об объекте исследования, объеме экспериментального материала, методике и технике эксперимента, сроках его выполнения.

Работа выиграет в целом, если в данном разделе будут приведены рисунки или фотографии приборов и установок, схема проведенного эксперимента.

В разделе «Экспериментальные результаты и их обсуждение» излагают фактический материал (данные), полученный в результате экспериментальной работы. Если в работе используются неопубликованные материалы, собранные другим лицом или часть исследования выполнена другим человеком, то в курсовой работе обязательно следует указать фамилию и инициалы исполнителя. Этот раздел обычно делят на главы, параграфы и т.п.

Результаты экспериментов должны быть изложены в строгой логической последовательности.

Экспериментальные данные рекомендуется иллюстрировать таблицами и рисунками. Следует стремиться к наибольшей компактности таблиц и другого иллюстративного материала, их общее количество должно быть минимальным. Вместе с тем, текст не должен дублировать таблицы и рисунки, к их чтению следует подходить аналитически.

Каждую таблицу или рисунок сопровождают подписью. Подпись должна быть четкой, краткой, полно и точно отражать содержание рисунка или таблицы.

В текстовой части раздела поясняют представленные данные. Анализируя таблицу или рисунок в тексте, не следует повторять их название или пересказывать содержание. Важно сформулировать основную идею таблицы или рисунка, обратить внимание на отдельные цифровые данные, несущие особенно важную смысловую нагрузку. Пояснение каждой формы иллюстрации заканчивают обобщением, из которого видно значение полученных результатов для решения поставленных в работе цели и задач.

Обсуждение результатов является совершенно необходимой частью научной работы и может составлять отдельный раздел. В случае если обсуждение результатов является отдельным разделом, в «результатах» описываются только экспериментальные данные. В «обсуждении» экспериментальные данные автора должны быть сопоставлены с данными мировой научной литературы. Такое сопоставление помогает лучше выявить новизну работы и ее актуальность. Обсуждение должно показать, почему результаты автора работы таковы, как они есть, и как они соотносятся с основной идеей работы. В данном разделе указываются характерные особенности экспериментальных данных автора и очерчиваются рамки, в которых правомерны выводы из результатов работы.

Рекомендуемый объем раздела – 10-15 страниц.

#### *5. Заключение*

Заключение представляет собой краткий итог работы и должно четко отражать смысл и сущность выполненного автором исследования и полученные в результате этого исследования новые знания.

Выводы в заключении формулируют четко, кратко, лаконично. Они должны быть понятны без чтения основного текста работы. Вывод не должен быть простым повторением ранее приведенных в работе данных, а должен представлять собой обобщение. Вывод должен основываться на собственных экспериментальных данных и полностью подтверждаться ими. Вывод не может включать данные, почерпнутые из литературы.

В выводах недопустимы повторения, описание общеизвестных положений, написание ничего не значащих общих фраз, ссылки на других авторов, полемика.

Выводов работы не должно быть слишком мало (1-2) или слишком много (10-20). Выводы дают в виде отдельных абзацев, которые нумеруют арабскими цифрами.

В работах, имеющих практическое значение, после выводов важно дать практические рекомендации, которые значительно повышают ценность работы.

#### *Примечание:*

Если курсовая работа носит характер литературного обзора, то вместо выводов пишут заключение, в котором излагают общее состояние изученности темы научно-исследовательской работы, указывают основные противоречия, нерешенные вопросы, перспективные направления исследования, формулируют предполагаемую цель экспериментального исследования, обосновывают ее актуальность.

#### *6. Список использованных источников*

В раздел «Список использованных источников» вносят библиографическое описание литературных источников, использованных автором при написании работы. При этом малый объем списка может свидетельствовать о слабой теоретической проработке по

теме исследования. С другой стороны, слишком обширный список литературы в ущерб собственным результатам и их обсуждению тоже не оправдан.

В списке источников должны быть представлены все работы, на которые есть ссылки в тексте. В тексте работы должны быть ссылки на все источники, указанные в списке.

Нумерация источников идет по мере упоминания в тексте.

### *7. Приложения*

В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый для полноты восприятия работы: таблицы вспомогательных цифровых данных, промежуточные формулы и расчеты, сложные алгоритмы обработки данных, вспомогательные иллюстрации и т. п.

Каждое приложение начинают с нового листа с указанием наверху посередине странице слова «Приложение». Приложение должно иметь номер и заголовок. Приложение обозначается прописными буквами русского алфавита, начиная с А.

*Рекомендуемый объем* курсовой работы: 20–40 страниц машинописного текста, считая список использованных источников.

### ***Защита курсовой работы***

Защита курсовой работы является обязательной и проводится в день проведения текущего контроля успеваемости по курсовой работе. Для выработки у студентов устойчивых коммуникативных и речевых компетенций рекомендуется за неделю до защиты проводить предзащиту.

Защита курсовой работы проходит публично. Студент, защищающий курсовую работу, должен сделать сообщение о проделанной работе продолжительностью 5-10 минут. В сообщении излагаются основные результаты проведенных исследований.

При изложении материала студент должен продемонстрировать:

- умение кратко, четко и технически грамотно излагать содержание исследования;
- умение обосновать цель, задачи, выводы исследований,
- владение теоретическим материалом по предмету курсовой работы;
- хорошее владение понятийным аппаратом и четко ориентироваться в своем материале.

После сообщения студент отвечает на вопросы преподавателя и присутствующих, касающиеся темы курсовой работы.

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### *а) основная:*

1. Хаханина, Татьяна Ивановна. Аналитическая химия : учеб. пособие для бакалавров / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт : ИД Юрайт, 2012. - 277, [2] с. - (Бакалавр. Базовый курс). - Библиогр. : с. 278. - ISBN 978-5-9916-2035-2. - ISBN 978-5-9692-1366-1 : 335.52.1.
2. А.И. Лыткин, В.Э. Литвиненко. Качественный анализ Ч. I. Методические указания к проведению семинарских занятий по дисциплине “Аналитическая химия”. Кострома, КГУ 2010г. – 65 с.
3. А.И. Лыткин, В.Э. Литвиненко Качественный анализ Ч. II. Практикум по дисциплине “Аналитическая химия”. Кострома, КГУ 2010г. – 50 с
4. В.Э. Литвиненко, А.С. Молчанов Количественный анализ Методические рекомендации к проведению лабораторных работ по титриметрическому анализу, Кострома, КГУ 2015г. – 67с

### *б) дополнительная:*

1. Аналитическая химия : в 3 т. : [учеб. для студ. высш. учеб. заведений]. Т. 3 : Химический анализ / под ред. Л. Н. Москвина. - М. : Академия, 2010. - 364, [2] с. -



- (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Предм. указ.: с. 348-355. - Библиогр.: с. 356-359. - ISBN 978-5-7695-3957-2 : 318.12.
2. Основы аналитической химии: Учебник для вузов: В 2 кн. Кн. 1: Общие вопросы. Методы разделения. / Ю.А. Золотов [и др.]; Под ред. Ю.А. Золотова - 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Высшая школа., 1999.- 351 с. –Библиорг.:с.342-344. –ISBN 5-06-003558-1;33.00
  3. Основы аналитической химии: Учебник для вузов: В 2 кн.: [рекомендовано М-вом образования РФ]. Кн.2: Методы химического анализа/ Ю.А. Золотов [и др.]; Под ред. Ю.А. Золотова - 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Высшая школа., 1999.-494–Библиорг.:с.482-485. –ISBN 5-06-003559-X; 40.00
  4. Основы аналитической химии: Практ. руководство: Учеб. пособие для студ. ун-тов и высш. учеб. заведений/ Ю.А. Балбарат [и др.]; Под ред. Ю.А. Золотова - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа., 2003. – 463 с. - ISBN 5-06-004679-6; 113.32
  5. Васильев, В. П. Аналитическая химия : Сб. вопросов, упражнений и задач: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова ; Под ред. В. П. Васильева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Дрофа, 2003. - 320 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-6072-2 : 56.92.
  6. Воскресенский, А. Г. Сборник задач и упражнений по аналитической химии : [учеб. пособие для студентов хим. и биол. спец. пед. ин-тов] : допущено М-вом просвещения СССР / А. Г. Воскресенский, И. С. Солодкин, Г. Ф. Семиколенов. - М. : Просвещение, 1985. - 176 с. : ил. - 0.50.
  7. Лурье, Юлий Юльевич. Справочник по аналитической химии / Лурье, Юлий Юльевич. - Изд. 6-е, перераб. и доп. - М. : Химия, 1989. - 446, [1] с. : ил. - (Справочник). - Предм. указ.: с. 436-447. - ISBN 5-7245-0000-0 : 1.60.
  8. Кристиан, Гэри. Аналитическая химия : в 2 т. Т. 1 / Г. Кристиан ; пер. с англ. А. В. Гармаша [и др.] ; вступ. ст. Ю. А. Золотова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 623 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94774-390-6 : 350.50

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
2. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>
3. ЭБС «Znanium» <http://znanium.com/>

#### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория для занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мультимедийный проектор; рабочее место преподавателя, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; экран переносной; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
Аудитория для занятий лекционного и	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; мультимедийный проектор; экран;	Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты,

семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	ноутбук; доска меловая; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие наглядные иллюстрации; наборы демонстрационного оборудования	договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)
Аудитория для занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая	Специальное лицензионное программное обеспечение не используется
Лаборатория (лаборатория неорганической химии), помещение для хранения и обслуживания учебного оборудования	Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; доска меловая лабораторное оборудование: сушильный шкаф; электрошкаф сушильный ШОЛ; весы лабораторные электронные ADAM-HCB 602H; весы аналитические СУ-224С; набор ареометров; печь муфельная; центрифуга лабораторная; вытяжные шкафы; плитки электрические; химическая лабораторная посуда и реактивы; учебно-наглядные пособия	Специальное лицензионное программное обеспечение не используется
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; демонстрационная LCD-панель; принтеры, в т.ч. большеформатный и цветной; сканеры (форматы А2 и А4); web-камеры; микрофоны	Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); АИБС «Марк-SQL» (поставщик НПО «Информ-система», договор № 260420060420 от 26.04.2006 г.); LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; рабочие места, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КГУ; доска меловая	Windows Pro 8.1 (поставщик ООО Софт-лайт Проекты, договор №50155/ЯР4393 от 12.12.2014 г.); LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+); Google Chrome (тип лицензии – BSD); Adobe Reader Acrobat BC (тип лицензии – free)

### **Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

В рабочую программу дисциплины внесены следующие изменения:

1. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения;
2. Обновлен перечень материально-технического обеспечения;
3. Обновлен перечень основной и дополнительной литературы.