

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра химии**

СОГЛАСОВАНА

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

И.о. декана химико-биологического

\_\_\_\_\_ профессор Саламов А.М.

факультета \_\_\_\_\_ М.К.Дакиева

« 13 » марта 2025 г.

« 18 » марта 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Факультет:** химико-биологический

**Направление подготовки:** 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Профиль подготовки:** Органическая химия

**Программа:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** Химик. Преподаватель химии

**Форма обучения:** очная

**МАГАС  
2025**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями изучения дисциплины «Аналитическая химия» является:

- обучение студентов теоретическим и практическим основам химических, физико-химических и физических методов количественного анализа и идентификации веществ.
- на основании полученных теоретических знаний и практического овладения методами анализа, а также методами расчета результатов эксперимента, научить студентов правильно выбирать методы исследования веществ в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части дисциплин Блока 1; изучается в 3 и 4 семестрах.

Таблица 2.1.

**Связь дисциплины «Аналитическая химия» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Аналитическая химия»	Семестр
Б1.О.10	Математика	1,2
Б1.О.11	Физика	1,2
Б1.О.17	Информатика	1,2
Б1.В.08	Элементарный курс химии	1
Б1.О.06	Неорганическая химия	1,2

Таблица 2.2.

**Связь дисциплины «Аналитическая химия» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Аналитическая химия»	Семестр

Б1.О.07	Органическая химия	5,6
Б1.О.05	Физическая химия	5,6
Б1.В.18	Высокомолекулярные соединения	7
Б1.В.05	Теоретические основы неорганической химии	9
Б1.О.14	Физические методы исследования	8
Б1.О.09	Коллоидная химия	7

**В результате освоения дисциплины студент должен**

**Знать:**

- место аналитической химии в системе наук;
- существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии;
- расчеты величины рН сильных и слабых электролитов, буферные растворы и их свойства;
- влияние ионной силы на активность ионов;
- расчеты растворимости ПР, весового содержания, концентрации при приготовлении и содержании веществ.
- 

**Уметь:**

- применять в практической деятельности химические методы анализа для контроля качественного и количественного состава веществ;
- проводить анализ многокомпонентных смесей;

**Владеть:**

- методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения;
- метрологическими методами анализа;
- основами теории аналитической химии;
- навыками химического эксперимента, основными аналитическими методами исследования химических веществ и материалов;
- навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химического эксперимента;
- умением правильного объяснения результатов эксперимента, если даже результат отрицательный;
- методами оказания первой помощи при несчастных случаях в химической лаборатории

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Таблица 3.1.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
<i>Универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения</i>			
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p><b>УК-2-1.</b> Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.</p> <p><b>УК-2-2.</b> Способен видеть результат деятельности и планировать последовательность шагов для его достижения. Формирует план-график реализации проекта и план контроля за его выполнением.</p> <p><b>УК-2-3.</b> Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами.</p> <p><b>УК-2-4.</b> Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях.</p> <p><b>УК-2-5.</b> Предлагает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение).</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— принципы формирования концепции проекта в рамках обозначенной проблемы;</li> <li>— основные требования, предъявляемые к проектной работе и критерии оценки результатов проектной деятельности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— разрабатывать концепцию проекта обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные применения;</li> <li>— уметь предвидеть результат деятельности планировать действия для достижения результата;</li> <li>— прогнозировать проблемные ситуации и риски в проектной деятельности.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— навыками составления плана-графика реализации проекта в целом и плана-контроля его выполнения;</li> <li>— навыками конструктивного возникающих разногласий и конфликтов.</li> </ul>

<b>Общепрофессиональные (ОПК) компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>ОПК-1</b>	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	<b>ОПК-1.1.</b> Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ	<b>Знать:</b> стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, правила ТБ <b>Уметь:</b> проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам <b>Владеть:</b> базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов
		<b>ОПК-1.2.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	<b>Знать:</b> методы получения, идентификации исследования веществ (материалов), стандартные обработки результатов эксперимента <b>Уметь:</b> проводить многостадийный синтез, выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения, обрабатывать результаты эксперимента <b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов
<b>ОПК-2</b>	Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	<b>ОПК-2.1.</b> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности <b>ОПК-2.2.</b> Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности <b>ОПК-2.3.</b> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	<b>Знать:</b> основы техники безопасности в химической лаборатории <b>Уметь:</b> правильно с точки зрения техники безопасности обращаться со стеклянной химической посудой и реактивами <b>Владеть:</b> основами безопасного проведения химического эксперимента
<b>Профессиональные (ПК) компетенции и индикаторы их достижения</b>			
<b>ПК-1</b>	Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химии	<b>ПК-1.1</b> Проводит экспериментальные и (или) расчетно-теоретические исследования в рамках предложенного плана	<b>Знать:</b> - стандартные приемы выполнения простейших аналитических опытов; - типы функциональных материалов в химической технологии: катализаторы, адсорбенты, элект-

	<p>ческой промышленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p><b>ПК-1.2.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе собственных исследований, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p>	<p>роды, мембраны, сенсоры и др.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фундаментальные критерии эффективности использования сырья и энергоресурсов в ХТС, основные направления повышения эффективности использования сырьевых и энергетических ресурсов</li> </ul> <p><b>Уметь:</b> - применять типовые приемы анализа веществ и материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пользоваться стандартным оборудованием химической лаборатории при решении учебных задач курса аналитической химии;</li> <li>- систематизировать материалы по составу, свойствам и функциональному назначению;</li> <li>- оценить весь промышленный объект как большую химико-технологическую систему и грамотно описать ее иерархическую структуру;</li> <li>- использовать теоретические представления для обоснования выбора того или иного метода анализа;</li> <li>- грамотно анализировать полученные результаты, сопоставлять с имеющимися в литературе;</li> <li>- оценить научную новизну, практическую значимость и достоверность результатов научных исследований.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b> - стандартными инструментальными методами исследования органических веществ и материалов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками формулировки научной новизны, практической значимости и достоверности результатов собственных научных исследований.</li> </ul>
--	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	3 семестр	4 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	612	360	252
Аудиторные занятия	424	252	172
Лекции	168	108	60
Лабораторные занятия	256	144	112
Самостоятельная работа студентов (СРС)	134	81	53
Контроль	54	27	27

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**5.1. Структура дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 17 зачетных единиц, 612 часов.

**Таблица 5.1.**

№	Разделы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы						Формы текущего контроля успеваемости
			Лекции		Лаборат. работы		СРС		
1.	Введение	3	4		-		4		
2.	Метрологические основы химического анализа	3	14		26		12		Тестовый контроль
	Типы химических реакций в аналитической химии	3	14		22		12		Контрольная работа Тестовый контроль
4.	Методы обнаружения и идентификации. Методы вы-	3	20		24		12		Контрольная работа Тестовый контроль

	деления, разделения и концентрирования								
5.	Хроматографические методы анализа	3		16		22		12	Контрольная работа
6.	Гравиметрический метод анализа	3		20		24		12	Тестовый контроль
7.	Титриметрические методы анализа	3		20		26		17	Тестовый контроль
<b>Итого за 3 семестр</b>				<b>108</b>		<b>160</b>		<b>81</b>	
8.	Электрохимические методы анализа	4		10		16		8	Контрольная работа
9.	Спектроскопические методы анализа	4		10		16		8	Тестовый контроль
10.	Методы атомной спектроскопии	4		10		16		8	Тестовый контроль
11.	Методы молекулярной спектроскопии	4		10		16		6	Контрольная работа
12.	Другие физические методы анализа	4		8		16		8	Тестовый контроль
13.	Автоматизация анализа и использование компьютера	4		6		16		8	
14.	Пробоотбор и пробоподготовка. Основные объекты анализа	4		6		16		<b>7</b>	Тестовый контроль
<b>Итого за 4 семестр</b>				<b>60</b>		<b>112</b>		<b>53</b>	

## 5.2. Содержание дисциплины «Аналитическая химия»

### 1. Введение



Предмет аналитической химии, ее структура. Методологические аспекты аналитической химии; ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники, экономики. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности, экспрессности анализа; 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, создание сенсоров и тест-методов.

## **2. Метрологические основы химического 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. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок,  $t$ - и  $F$ -распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений. Способы оценки правильности. Стандартные образцы. Сравнение дисперсии и средних двух методов анализа. Регрессионный анализ. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков.

Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Аккредитация аналитических лабораторий. Поверка аппаратуры, аттестация нестандартных средств измерений и методик анализа.

## **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. Структура растворителей и раствора. 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 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.

Кисотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. 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). 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. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.

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

Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Влияние их природы, расположения функционально-аналитических групп, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа  $H_2O$ ,  $NH_3$  и  $H_2S$  и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования. Органические реагенты для органического анализа. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

**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 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. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения. Зависимость формы осадка от скорости образования и роста первичных частиц. 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. Классификация различных видов соосаждения. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

#### **4. Методы обнаружения и идентификации**

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации атомов, ионов и химических соединений. 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. Примеры практического применения методов обнаружения.

#### **4.1 Методы выделения, разделения и концентрирования**

Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

**Методы экстракции.** Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов. Разделение и концентрирование элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменение pH водной фазы, маскирования и демаскирования.

**Методы осаждения и соосаждения.** Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения осаждением либо растворением при различных значениях pH, за счет образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

#### **4.2. Хроматографические методы анализа**

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Качественный и количественный хроматографический анализ.

**Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография.** Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

**Жидкостная хроматография.** Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

**Адсорбционная жидкостная хроматография.** Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

**Ионообменная хроматография.** Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

**Эксклюзионная хроматография.** Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

**Плоскостная хроматография.** Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. Реагенты для их проявления. *Бумажная хроматография.* Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. *Тонкослойная хроматография.* Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

#### **4.3. 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.

Примеры практического применения гравиметрического метода анализа. Определение железа, алюминия, титана в виде оксидов. Определение кальция и магния; источники погрешностей при их определении. Методы определения кремния. Применение органических реагентов для определения никеля, кобальта, цинка и магния.

#### **4.4. Титриметрические методы анализа**

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования и величину скачка титрования в различных методах. Точка эквивалентности. Способы определения конечной точки титрования в различных методах.

**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. Влияние концентрации ионов водорода, комплексообразования, ионной силы раствора на характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. 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.

Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Используемые индикаторы. Определение неорганических и органических соединений.

**Осадительное титрование.** Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Методы Фольгарда, Фаянса и Мора.

**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.

## **5. Электрохимические методы анализа**

Общая характеристика методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.

### **5.1 Потенциометрия**

**Прямая потенциометрия.** Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Примеры практического применения ионметрии. Определение pH, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.

**Потенциометрическое титрование.** Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, комплексообразования, окисления-восстановления; процессах осаждения. Примеры практического применения. Титрование фосфорной, смесей соляной и борной, соляной и уксусной кислот в водно-органических средах. Определение иодидов и хлоридов при совместном присутствии.

### **5.2. Кулонометрия**

Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

Примеры практического применения. Определение малых количеств кислоты и щелочи, тиосульфата натрия, окислителей-ионов металлов.

### **5.3. Вольтамперометрия**

Индикаторные электроды. Классификация вольтамперометрических методов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузионный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича - Гейровского. Потенциал полуволны. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

**Амперометрическое титрование.** Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования.

Примеры практического применения вольтамперометрических методов и амперометрического титрования. Снятие и расшифровка полярограммы индивидуального депольаризатора - иона металла. Снятие полярографического спектра. Определение концентрации веществ методом градуировочного графика и методом добавок с использованием классической, осциллографической, переменноточковой вольтамперометрии. Амперометрическое титрование цинка и бихромата калия.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

## **6. Спектроскопические методы анализа**

Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по энергии. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения: атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия.

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера) и закон излучения (Ломакина-Шейбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения.

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов их характеристики. Приемники излучения. Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал-шум; оценка минимального аналитического сигнала.

### **6.1. Методы атомной оптической спектроскопии**

**Атомно-эмиссионный метод.** Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазмотроны, индуктивно-связанная плазма, лазеры; их основные характеристики. Физические и химические процессы в источниках атомизации и возбуждения.

Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения. Качественный и количественный анализ методом эмиссионной спектрометрии пламени. Основная аппаратура: спектрографы, квантометры. Пламенные фотометры и спектрофотометры. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

**Атомно-флуоресцентный метод.** Принцип метода; особенности и применение.

**Атомно-абсорбционный метод.** Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Метрологические характеристики, возможности, преимущества и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

### **6.2. Методы атомной рентгеновской спектроскопии**

Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгеноабсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.

### **6.3. Методы молекулярной оптической спектроскопии**

**Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).** Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам. Связь оптической плотности с концентрацией. Основной закон светопоглощения. Основные причины отклонения от закона (инструментальные и физико-химические). Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения.

Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты; требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Применение метода для исследования реакций в растворах (комплексобразования, протолитических, процессов агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения метода.

**Молекулярная люминесцентная спектроскопия.** Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.), механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции.

Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Сравнение возможностей молекулярной абсорбционной и люминесцентной спектроскопии при определении неорганических соединений. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений.

Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

#### **7. Автоматизация анализа и использование компьютера в аналитической химии**

Использование компьютера в аналитической химии: сбор и первичная обработка результатов анализа; обработка многокомпонентных спектров и хроматограмм. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Планирование и оптимизация эксперимента. Симплекс-оптимизация. Расчеты равновесий.

Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий.

Автоматизация и механизация химического анализа. Автоматизация периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Проточно-инжекционный анализ. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры, автоматические приборы и системы для проточно-инжекционного анализа, для отбора и анализа проб космического вещества, лабораторные роботы).

#### **8. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки**

Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом 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; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

#### **9. Основные объекты анализа**

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения, . Характерные особенности и задачи их анализа. Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль. Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств. Атомные материалы. Определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и некоторых продуктов деления. Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов. Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств. Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

### **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При изучении теоретического курса используются методы ИТ - применение компьютеров

для доступа к интернет-ресурсам, использование обучающих программ для расширения информационного поля, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации её в знание.

Преподнесение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

При освоении лабораторного практикума студентам предлагается индивидуальная работа и работа в малых группах, где каждый получает своё задание.

Лабораторные работы выполняются студентами по индивидуальным графикам согласно методическим указаниям к лабораторным работам, составленным по единому плану: перечень вопросов для подготовки к лабораторным работам, сущность методики, методика проведения определения, список литературы.

Теоретические вопросы, касающиеся той или иной лабораторной работы готовятся студентами дома. Дополнительно для домашнего выполнения дается несколько задач для решения из учебника.

В лаборатории перед каждой работой преподавателем проводится допуск к лабораторной работе в виде устного опроса студентов и проверки домашнего задания (20-30 мин).

Студенты, получившие допуск, выполняют лабораторную работу согласно методике. Все работы заканчиваются анализом раствора с неизвестной концентрацией, выданных лаборантом. Выполняется не менее 3-х параллельных определений. Результаты обрабатываются методом математической статистики. Оформляется отчет по работе. Результаты анализа и допуска к работе оцениваются преподавателем по пятибалльной системе.

Лабораторный практикум курса заканчивается индивидуальной учебно-исследовательской работой по выбору метода и методики анализа вещества "X" в реальном объекте. Здесь используются все изученные методы и знания, полученные студентом в курсе аналитической химии.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

7.1. Перечень-учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2005.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия, в 2-х кн., М.: Дрофа, 2002.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463 с.
4. Практикум по физико-химическим методам анализа./Под ред. Петрухина О.М. М.: Химия, 1989
5. Физико-химические методы анализа. / Под ред. Алесковского А.И., Л.:Химия, 1988

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### ***Вопросы для собеседования***

#### ***Общие вопросы аналитической химии***

1. Дайте определение аналитической химии как науки. Ее предмет, цели, задачи.
2. Как связана наука "аналитическая химия" с жизнью современного общества (наукой, производством, окружающей средой, медициной, качеством жизни).



3. Назовите основные этапы развития аналитической химии.
4. Как вы определите аналитические задачи (обнаружение, идентификация, определение, тестирование веществ)? Объекты анализа (твердые, жидкие, газообразные, плазма; макро- и микро- ; органические и неорганические, близкие и удаленные).
5. По каким принципам классифицируют методы аналитической химии (химические, физические, биологические; обнаружения, идентификации, определения; разделения и концентрирования; гибридные и комбинированные; прямые и косвенные методы)?
6. Метод и методика. Метрологические параметры методики: продолжительность, трудоемкость, стоимость, приборное обеспечение.
7. Дайте определение метрологических характеристик методов определения (чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, избирательность).
8. Дайте определение понятию аналитическая служба.
9. Организация аналитической службы и ее функции: контроль технологических процессов, мониторинг окружающей среды, здоровья населения, служба контроля за хранением продукции, оперативный контроль. Сертификация продукции и химический анализ.
10. Принципы унификации и стандартизации аналитических методов.
11. Обеспечение химического анализа: химические реактивы, классификация, общая характеристика, степень чистоты, очистка.
12. Мерная посуда, ее градуировка.
13. Аналитические приборы: общая характеристика и требования к ним; класс точности, поверка, градуировка, сочетание с микропроцессорами и ЭВМ.
14. Аналитическое приборостроение, его тенденции (блочно-модульный принцип, автоматизация, миниатюризация и др.)
15. Источники информации по аналитической химии: периодическая, монографическая, учебная литература.
16. Международные и отечественные сообщества аналитиков. Рекомендации ИЮПАК по аналитической химии.

### ***Метрологические основы аналитической химии***

1. Перечислите метрологические характеристики методов химического анализа.
2. Укажите эквивалент, фактор эквивалентности и молярную массу эквивалента в следующих реакциях:  

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} = \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O},$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O},$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{KOH} = \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O},$$

$$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O},$$

$$2\text{KCN} + \text{AgNO}_3 = \text{KAg}(\text{CN})_2 + \text{KNO}_3,$$

$$\text{CuSO}_4 + 2\text{KI} = \text{CuI} + 1/2\text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4,$$

$$2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O},$$

$$4\text{KMnO}_4 + 5\text{As}_2\text{O}_3 + 12\text{HCl} = 4\text{KCl} + 4\text{MnCl}_2 + 5\text{As}_2\text{O}_5 + 6\text{H}_2\text{O},$$

$$\text{FeCl}_3 + \text{TiCl}_3 = \text{FeCl}_2 + \text{TiCl}_4,$$

$$\text{SnCl}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{HCl} = \text{SnCl}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4.$$
3. Какими способами можно проверить правильность анализа?
4. В чем отличие случайных погрешностей от систематических?
5. Какие величины характеризуют воспроизводимость выборочной совокупности данных химического анализа?
6. Перечислите критерии выбора метода анализа.
7. Что такое аналитический сигнал? Приведите примеры аналитических сигналов в химических и физических методах анализа.
8. Значение цифр и правила округления чисел, выражающих результат анализа.

9. Единицы СИ в анализе: основные, производные, внесистемные (эквивалент, титр, молярность, моляльность, нормальность, массовая концентрация и др.)

11. Случайные погрешности в химическом анализе. Закон Гаусса. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее и генеральная дисперсия случайной величины; выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность).

12. Систематические погрешности химического анализа. Правильность и способы ее проверки (метод стандартных образцов, стандартных добавок, сравнения с результатами другого метода и др.) Их ограничения.

13. Погрешности отдельных стадий и конечного результата. Суммирование погрешностей.

14. Метрологическое обеспечение контроля состава веществ и материалов. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация аналитических лабораторий.

15. Что такое избирательность метода?

16. Что такое точность анализа, какими величинами она характеризуется?

17. Какие существуют способы определения концентрации на основании существующей зависимости между аналитическим сигналом и содержанием компонента?

### ***Отбор и подготовка пробы к анализу***

1. Какие требования предъявляют к генеральной пробе анализируемого вещества?
2. Чем определяется способ отбора и размер пробы?
3. Приведите примеры способов отбора пробы в потоке жидкости и газа.
4. Каковы особенности отбора пробы твердых веществ?
5. Назовите способы гомогенизации и усреднения пробы анализируемого вещества.
6. Укажите источники погрешностей при отборе пробы анализируемого вещества.
7. Каким образом можно учесть содержание воды в анализируемой пробе?
8. Какие факторы определяют способ переведения анализируемой пробы в раствор?
9. Какими свойствами должен обладать растворитель, используемый для растворения анализируемой пробы?
10. Приведите примеры щелочных, кислых и окислительных плавленей.
11. Чем отличается пиролиз от сухого озоления?

### ***Обнаружение неорганических катионов и анионов***

1. Аналитические реакции, их основные характеристики: нижняя граница определяемых содержаний, селективность.
2. Какие вы знаете способы уменьшения нижней границы определяемых содержаний аналитической реакции?
3. Назовите важнейшие приемы повышения селективности аналитических реакций.
4. Способы выполнения аналитических реакций в растворах (капельные, пирохимические, микрокристаллоскопические, растирания порошков).
5. Химические способы обнаружения неорганических ионов: систематический ход анализа катионов (сущность, возможности и ограничения, значение в современном анализе, деление на сероводородную, кислотно-щелочную и др. схемы).
6. Дробный ход анализа ионов (сущность, возможности и ограничения).
7. Общие реакции s-, p-, d-элементов в дробном анализе.
8. Характерные реакции s-элементов.
9. Характерные реакции p-элементов.
10. Характерные реакции d-элементов.
11. Алгоритмы дробного обнаружения катионов.
12. Какие реакции на анионы считаются предварительными?

13. Как открыть анион  $\text{CO}_3^{2-}$  в присутствии анионов  $\text{SO}_3^{2-}$  и  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ?
14. Изобразите уравнениями реакций ход анализа смеси анионов:  $\text{I}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ .
15. Какие анионы не могут находиться в кислом растворе?
16. Каким путем открывают анионы  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , если они присутствуют вместе?
17. Какие анионы можно открыть действием иодида калия в присутствии крахмала?
18. Алгоритмы дробного обнаружения анионов.
19. Качественный химический анализ искусственной смеси твердых веществ (солей, оксидов).
20. Как проводится качественный химический анализ сплавов в зависимости от их типа?
21. Как проводится качественный химический анализ минералов?

### *Химические тест-методы анализа*

1. Как используются методы плоскостной хроматографии в качественном и полуколичественном анализе веществ?
2. Приведите примеры использования осадочной хроматографии в качественном и количественном анализе.
3. Что такое химические тест-методы анализа?
4. Какие реагенты используют в тест-методах?
5. Какие используют готовые аналитические формы реагентов в тест-методах?
6. В чем преимущества и недостатки физического способа иммобилизации реагентов на носителе?
7. Типы используемых матриц для нанесения реагентов.
8. В чем преимущества и недостатки химически иммобилизованных реагентов на носителях?
9. Принципы определения концентрации тест-методом.
10. Устройства для определения концентрации тест-методом.
11. Способы определения концентрации тест-методом.
12. Назовите основные метрологические характеристики результатов анализа тест-методом при различных способах определения концентрации.
13. Какова чувствительность определения концентрации тест-методом в различных устройствах и способах анализа?
14. Как улучшают избирательность определения концентрации тест-методом?
15. Какова точность определения концентрации тест-методом?
16. Назовите основные области применения тест-методов.
17. Как проводится анализ воды, воздуха и почвы тест-методами?
18. Тест-методы в клиническом анализе.
19. Назовите основные способы изготовления тест-устройств для экспрессного анализа.
20. Как определяют пары этанола в выдыхаемом воздухе тест-методом?

### *Примерный комплект заданий для контрольных работ по дисциплине «Аналитическая химия»*

**Тема: Вычисления в аналитической химии. Чувствительность аналитических реакций.  
Способы выражения концентрации растворов**

#### **Вариант 1**

1. Истинное значение массы осадка равно 1,3458 г. При измерении получено значение 1,3582. Определить абсолютную и относительную погрешность измерения.
2. Предельное разбавление ионов алюминия при микрокристаллоскопическом открытии равно 150 000 мл/г, минимальный объем исследуемого раствора равен 0,06 мл. Вычислить открываемый минимум.
3. В каком объеме воды надо растворить 2 моль гидроксида натрия, чтобы получить 20-% раствор?

4. Сколько миллилитров 0,2 м раствора можно приготовить из 250 мл раствора соляной кислоты, имеющего титр 0,03650 г/мл?
5. Сколько граммов дихромата калия надо взять для приготовления 200 мл раствора, имеющего титр 0,004904 г/мл, если этот раствор используют как окислитель?

#### **Вариант 2**

1. Определить относительную погрешность измерения массовой доли (в %) серы в угле, если вместо 3,12 % получено 3,05 %.
2. Предельное разбавление ионов кальция в растворе равно 50 000 мл/г, минимальный объем раствора, необходимый для открытия ионов кальция действием оксалата аммония, равен 0,03 мл. Вычислить открываемый минимум.
3. В 270 мл воды растворено 30 г хлорида натрия. Какова массовая доля растворенного вещества (в %)?
4. Сколько граммов перманганата калия надо взять для приготовления 2 л 0,5 н раствора, если данный раствор используют в кислой среде?
5. Рассчитать титр и нормальную концентрацию раствора соды, если в 250 мл воды растворили 5,3 г безводной  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

#### **Тема: Закон действия масс как основа качественного анализа**

##### **Вариант 1**

1. Вычислить концентрацию ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{CN}^-$  в 0,1 м растворе, если  $K_{\text{HCN}} = 7,2 \cdot 10^{-10}$ .
2. Вычислить ионную силу и активность ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  в 0,01 м растворе  $\text{NaCl}$ .
3. Сколько молей уксусной кислоты следует добавить к 1 л 1 н раствора ацетата натрия, чтобы раствор стал нейтральным?
4. Определить pH буферного раствора, содержащего 1,1 м гидроксида аммония и 1,1 м хлорида аммония.
5. Вычислите произведение растворимости хромата серебра  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , зная, что в 100 мл насыщенного раствора его содержится 0,002156 г.
6. Определить константу и степень гидролиза соли фосфата калия по третьей ступени и pH 0,12 м раствора этой соли.

##### **Вариант 2**

1. Вычислить степень ионизации 0,1 м раствора  $\text{HCN}$ .
2. Сколько молей кристаллического ацетата калия необходимо растворить в 100 мл 0,0375 м раствора уксусной кислоты, чтобы получить pH раствора, равный 5,43?
3. Вычислить растворимость оксалата кальция, если произведение растворимости его равно  $2,57 \cdot 10^{-9}$ .
4. Буферная система содержит 0,1 м муравьиной кислоты и 0,1 м формиата калия. Определить pH.
5. Рассчитать степень гидролиза соли первой ступени и pH 0,02 н раствора сульфида аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .
6. Как полно будет осажден хромат-ион в виде хромата свинца  $\text{PbCrO}_4$  к моменту выпадения осадка сульфата свинца?

#### **Тема: Окислительно-восстановительные (редокс) процессы**

##### **Вариант 1**

1. К раствору, содержащему ионы  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ , добавили хлорной воды. Какие изменения можно наблюдать? Написать уравнения реакций и обосновать направление их (среда кислая).
2. Рассчитать редокс-потенциал перманганат-ионов при концентрациях  $[\text{MnO}_4^-] = 0,1$  моль/л,  $[\text{Mn}^{2+}] = 0,01$  моль/л и при pH раствора, равном 7.
3. Написать уравнение и подобрать коэффициенты реакции окисления сульфида мышьяка  $\text{As}_2\text{S}_3$  концентрированной азотной кислотой  $\text{HNO}_3$ , которая при этом превращается в оксид азота  $\text{NO}_2$ .
4. Можно ли сульфат хрома  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  окислить азотной кислотой  $\text{HNO}_3$  в  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ?
5. Написать уравнение реакции и подобрать коэффициенты процесса окисления сульфида железа разбавленным раствором азотной кислоты, если продукты реакции  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

##### **Вариант 2**

1. В каком направлении будет протекать реакция, если смешать равные объемы растворов солей одинаковых концентраций (1 моль/л) хлорида железа (III) и хлорида железа (II), хлорида олова (IV) и хлорида олова (II).
2. Вычислить редокс-потенциал в растворе, в котором содержится  $[\text{MnO}_4^-] = 1$  моль/л,  $[\text{Mn}^{2+}] = 1$  моль/л и  $[\text{H}^+] = 10^{-1}$  моль/л.
3. Написать уравнение реакции пероксида водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$  с  $\text{Cr}^{3+}$  в щелочной среде. Подобрать коэффициенты, считая, что  $\text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}$ .
4. Можно ли провести реакцию окисления  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  в  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , действуя  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ?
5. Написать уравнение реакции окисления щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  раствором перманганата калия.

### Тема: Комплексообразование

#### Вариант 1

1. Определить концентрацию ионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{NH}_3$  и степень ионизации комплексного иона в 1 м растворе соли  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ .
2. Рассчитайте, образуется ли осадок  $\text{FeS}$ , если к 0,2 м раствору комплексного соединения состава  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  добавить равный объем 0,02 м раствора  $\text{Na}_2\text{S}$ .
3. Сколько граммов  $\text{AgCl}$  растворится в 1 л 1 м раствора аммиака?
4. Какова начальная концентрация (моль/л) раствора  $\text{KCN}$ , в 2 мл которого растворили 18,8 мг бромида серебра и при этом образовался комплексный ион  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ?
5. Произойдет ли разрушение комплекса, если к 0,2 м раствору соли состава  $\text{Na}[\text{AgS}_2\text{O}_3]$  прилить равный объем 0,2 м раствора иодида калия? Ответ подтвердите расчетом.

#### Вариант 2

1. К 0,2 м раствору  $\text{CuSO}_4$  добавили равный объем 2 м раствора аммиака. Вычислить концентрацию иона  $\text{Cu}^{2+}$ , если считать, что в растворе образуются комплексные ионы  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .
2. Образуется ли осадок сульфида кадмия, если к раствору 0,1 м  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$  добавить сульфид-ион, концентрация которого составляет  $2 \cdot 10^{-6}$  моль/л?
3. Вычислить начальную концентрацию (моль/л) аммиака, необходимую для растворения 2,86 мг  $\text{AgCl}$ , находящегося в 2 мл воды.
4. Вычислить растворимость  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  в 1 л 1 м раствора  $\text{NH}_3$ , если в растворе образуются только комплексные ионы  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .
5. Вычислить растворимость (моль/л)  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  в 1 л 0,05 м раствора аммиака, если образуются только комплексные ионы  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ .

### Количественный анализ

#### Тема: Гравиметрический анализ

##### Вариант 1

1. Сколько миллилитров 10 %-ной соляной кислоты ( $\rho = 1,049$ ) требуется для растворения 0,7500 г  $\text{BaCO}_3$ ?
2. Сколько граммов  $\text{BaSO}_4$  перейдет в раствор при промывании осадка 200 мл (0,2 л) дистиллированной воды?
3. Какую навеску нитрата серебра необходимо взять для анализа содержания серебра, если его осаждают в виде  $\text{AgCl}$ ?
4. Какой объем 1,5 н  $\text{HCl}$  с 200 %-ным избытком потребуется, чтобы растворить 0,2 г железа?
5. Сколько литров воды потребуется для растворения при комнатной температуре 3 г  $\text{BaCO}_3$ , если произведение растворимости этой соли равно  $8,1 \cdot 10^{-9}$ ?

##### Вариант 2

1. Рассчитать, сколько миллилитров 2 н раствора серной кислоты надо взять для осаждения бария из навески 0,5234 г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .
2. Сколько граммов  $\text{BaSO}_4$  перейдет в раствор при промывании осадка 200 мл (0,2 л) жидкости, содержащей  $10^{-3}$  моль серной кислоты?
3. Вычислить навеску карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ , необходимую для получения осадка  $\text{CaO}$  массой 0,3 г.

4. Какой объем раствора, содержащего 200 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в 1 л, следует взять, чтобы растворить 0,5 г цинка?

5. Какова будет потеря от растворимости  $\text{BaSO}_4$  в 200 мл раствора при осаждении бария избытком  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в 0,001 моль/л?

### **Тема: Титриметрический (объемный) анализ**

#### **Вариант 1**

1. В 250 мл воды растворили 0,3180 г хлорида натрия. Рассчитать титр и нормальную концентрацию полученного раствора.

2. 20 мл раствора хлорида калия неизвестной концентрации реагирует с 23,53 мл 0,02000 н раствора нитрата серебра. Определить нормальную концентрацию хлорида калия.

3. Вычислить, сколько граммов гидроксида натрия содержалось в растворе, если на титрование его израсходовано 24,35 мл 0,1020 н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

4. На нейтрализацию раствора, содержащего 0,5 г каустической соды, израсходовано 20 мл 0,5 н раствора  $\text{HCl}$ . Вычислить массовую долю (%)  $\text{NaOH}$  в образце.

5. Определить титр раствора уксусной кислоты, если на титрование этого раствора израсходовано 27,65 мл  $\text{NaOH}$ , титр которого составляет 0,004140 г/мл.

#### **Вариант 2**

1. К 550 мл 0,125 н раствора  $\text{HCl}$  прибавили 50 мл раствора  $\text{HCl}$  с титром 0,02370 г/мл. Вычислить нормальную концентрацию и титр полученного раствора.

2. 0,3015 г щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  растворили в 50 мл воды. На титрование полученного раствора пошло 17,81 мл раствора гидроксида натрия. Определить концентрацию раствора  $\text{NaOH}$ .

3. Навеска сульфида натрия в 1,9525 г растворена в мерной колбе на 250 мл. К 20 мл этого раствора прилито 40 мл 0,168 н раствора йода. На титрование избытка йода израсходовано 41,25 мл 0,09520 н раствора тиосульфата натрия. Вычислить массовую долю (в %)  $\text{Na}_2\text{S}$  в образце.

4. Какую навеску янтарной кислоты надо взять для установки титра приблизительно 0,4 н  $\text{NaOH}$  методом отдельной навески, чтобы на титрование приготовленных из них растворов расходовалось не более 20 мл устанавливаемого раствора?

5. Навеску серебряного сплава в 1,3516 г растворили в  $\text{HNO}_3$  и раствор разбавили до объема 200 мл. На титрование 15 мл раствора потребовалось 17,36 мл 0,05000 н раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Вычислить массовую долю (в %) серебра в сплаве.

### **Тема: Метод кислотно-основного титрования**

#### **Вариант 1**

1. Сколько граммов  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  надо взять для установки титра 1 н раствора  $\text{KOH}$  методом отдельных навесок, чтобы на титрование полученных растворов расходовалось около 25 мл устанавливаемого раствора?

2. На титрование раствора, содержащего 3,1580 г технического гидроксида калия, израсходовано 27,45 мл 1,9655 н раствора  $\text{HCl}$ . Вычислить массовую долю (в %)  $\text{KOH}$  в образце.

3. К 50 мл 0,1 н  $\text{HCOOH}$  прибавлено 40 мл 0,1 н раствора  $\text{NaOH}$ . Чему равен pH смеси?

4. Навеска мрамора в 0,2834 г растворена в 30 мл 0,3933 н раствора  $\text{HCl}$ . На титрование избытка кислоты израсходовано 14,10 мл 0,4409 н раствора  $\text{NaOH}$ . Вычислить массовую долю (в %) примесей в образце.

5. Вычислить индикаторную ошибку титрования 0,1 м муравьиной кислоты  $\text{HCOOH}$  0,1 н раствором  $\text{NaOH}$  с метиловым оранжевым ( $\text{pT}=4$ ).

#### **Вариант 2**

1. Какую навеску безводной соли нужно взять, чтобы на ее титрование до  $\text{CO}_2$  расходовалось бы 20 мл 0,1 н  $\text{HCl}$ ?

2. Сколько граммов  $\text{H}_2\text{SO}_4$  содержится в растворе, если на нейтрализацию 25 мл его требуется 24,17 мл  $\text{NaOH}$ , имеющего титр 0,004085 г/мл?

3. Рассчитать скачок титрования 0,1 н раствора  $\text{NaOH}$  0,1 н раствором  $\text{HCl}$  в пределах между недостатком и избытком в 0,1 % от эквивалентного количества  $\text{HCl}$ .

4. Навеска свежеперекристаллизованной щавелевой кислоты в 1,3455 г растворена в мерной колбе на 250 мл. На титрование 20 мл 0,09768 н NaOH расходуется 22,88 мл приготовленного раствора. Доказать, что кристаллогидрат щавелевой кислоты кристаллизуется с двумя молекулами воды.

5. Рассчитать индикаторную ошибку титрования 0,1 м раствора HCl 0,1 м раствором NaOH с фенолфталеином ( $pT=9$ ).

### **Тема: Методы редоксиметрии**

#### **Вариант 1**

1. Вычислить константу равновесия реакции окисления сульфата железа (II)  $FeSO_4$  перманганатом калия  $KMnO_4$

2. Сколько г кристаллогидрата оксалата аммония  $(NH_4)_2C_2O_4$  нужно отвесить, чтобы приготовить 500 мл 0,1 н раствора его?

3. Вычислить навеску технического сульфита натрия  $Na_2SO_3$  по следующим данным: содержание его в образце 46 %, мерная колба на 250 мл, для титрования взято 25 мл раствора, в бюретку на 50 мл налит 0,05200 н раствор перманганата калия  $KMnO_4$ .

4. На анализ поступил технический йод, имеющий 25 % неокисляющихся примесей. Рассчитать навеску йода, которую можно взвесить для анализа, если 0,1 н раствор тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$  был налит в бюретку на 25 мл.

5. Определить массовую долю (в %) сульфида натрия в образце, если навеску в 4,2000 г растворили в мерной колбе на 500 мл и к 25 мл его прилили 50 мл 0,2000 н раствора йода. Избыточный йод оттитровали 46,06 мл тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$  ( $K=1,234$  к 0,1 н).

#### **Вариант 2**

1. Определить константу равновесия реакции взаимодействия йода и сероводорода  $H_2S$ .

2. Для установления концентрации раствора перманганата калия необходимо приготовить 100 мл 0,1 н раствора оксалата натрия  $Na_2C_2O_4$ . Сколько граммов этой соли требуется отвесить?

3. Определите массовую долю (в %) активного хлора, если навеска белильной извести в 0,2004 г растворена в воде и к раствору добавили KI и  $H_2SO_4$ . Выделившийся йод оттитрован 20,04 мл 0,1000 н раствора тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$ .

4. Навеску руды в 0,2060 г обработали концентрированной хлороводородной кислотой. Хлор, который образовался при нагревании во время реакции, поглотили раствором иодида калия. Выделившийся йод оттитровали 0,05200 н раствором тиосульфата натрия, затратив 42,53 мл. Определить массовую долю (в %) оксида марганца (IV)  $MnO_2$  в этой руде.

5. Определить титр раствора йода по сере, если на титрование пошло 7,82 мл раствора йода; навеска нормали, содержащей 0,02 % серы, равна 0,8530 г.

### **Тема: Методы осаждения и комплексообразования**

#### **Вариант 1**

1. Каким условиям должны отвечать реакции, используемые в методе осаждения?

2. Из навески NaCl приготовили раствор в колбе емкостью 500 мл. К 25 мл полученного раствора прилили 50 мл 0,1 н раствора роданида. Какова должна быть навеска NaCl ?

3. К раствору 0,2266 г вещества, содержащего хлор, прибавили 30 мл 0,1121 н раствора  $AgNO_3$ , а затем избыток  $AgNO_3$  оттитровали 0,50 мл 0,1158 н раствора  $NH_4SCN$ . Рассчитать процент по массе хлора в анализируемом веществе.

4. Рассчитайте, сколько граммов трилона Б потребуется для приготовления 250 мл 0,05 н раствора.

5. Рассчитать концентрацию мг·экв/л магния в воде, если при титровании 100 мл воды трилоном Б с хромогеном черным до синей окраски пошло 19,20 мл 0,1012 н раствора трилона Б.

#### **Вариант 2**

1. В чем заключается сущность метода Мора и Фольгарда?

2. Рассчитайте навеску NaCl, чтобы приготовить 250 мл 0,05 н раствора, необходимого для установки титра раствора  $AgNO_3$ .

3. Сколько миллилитров 0,05000 н AgNO<sub>3</sub> пойдет на титрование 20 мл раствора, полученного растворением 0,1052 г NaCl в воде?
4. Для определения кальция и магния взято 2,0850 г минерала и растворено в мерной колбе на 250 мл. На титрование 25 мл этого раствора израсходовано 11,20 мл 0,05240 н рабочего раствора трилона Б, а на титрование 100 мл (после отделения Ca<sup>2+</sup>) пошло 21,65 мл. Вычислить массовые доли (в %) кальция и магния в образце.
5. Сколько граммов трилона Б надо взять для приготовления 2,5 л ~ 0,1 н раствора?

#### Критерии оценки ответа студента при выполнении контрольной работы

Оценка	Требования к знаниям
отлично	приведены полные правильные решения, ответы грамотно аргументированы
хорошо	допущены незначительные погрешности при ответах на вопросы, аргументация была не полной
удовлетворительно	в ответах на некоторые вопросы допущены грубые ошибки, часть выводов не аргументирована или аргументирована неправильно
неудовлетворительно	ответы на 50 и более % вопросов ошибочны, большинство выводов не аргументированы или аргументированы неправильно

#### Примерные варианты тестовых заданий

##### Тест 1

#### 1. В чем сущность гравиметрического метода анализа.

1. Определение количественного содержания химических элементов в соединениях.
2. Определение объемов как определяемого вещества, так и реагента.

#### 2. Какими стадиями характеризуется кристаллизация.

1. Образование зародышевых центров кристаллизации и дальнейшим их ростом;
2. Образование мелких кристаллов и ростом крупных.

#### 3. Что является правильностью анализа?

1. Разность между полученным результатом и истинным или наиболее достоверным значением.
2. Отношение абсолютной ошибки к истинному значению.

#### 4. титр - это:

1.  $\omega = m_{в-ва} / m_{р-ра} \cdot 100\%$
2.  $C_M = n/V$
3.  $T = m/V$

#### 5. Что такое индикаторная ошибка титрования?

1. Погрешность, которая вызывается несовпадением показателя титрования используемого индикатора с величиной рН в точке эквивалентности.
2. Окраска меняется в определяемом интервале значений рН не строго в точке эквивалентности.

#### 6. Титриметрический метод анализа основан на определении:

- а - массы исследуемого вещества;
- б - объема реагента, израсходованного на реакцию с исследуемым веществом;
- в - количественных изменений физических свойств системы

#### 7. Момент эквивалентности в комплексонометрии устанавливается с помощью:

- а- лакмусовой бумаги; б- фенолфталеина; в- металлохромных индикаторов



**8. Количество связей с комплексообразователем называют:**

- а- гидратным числом;
- б- координационным числом;
- в- числом заполнения

**9. В комплексонометрии в качестве лиганда чаще всего используют:**

- а- аммиак
- б- щавелевую кислоту
- в- трилон Б

**10. Образующееся комплексное соединение индикатора с катионом металла менее прочное, чем комплекс этого же металла с трилоном Б, поэтому трилон Б вытесняет индикатор с соответствующими изменениями цветов по уравнению:**

- а-  $\text{MeInd}^- + \text{H}_2\text{T}^{2-} \leftrightarrow \text{MeT}^{2-} + \text{HInd}^{2-} + \text{H}^+$ ;
- б-  $\text{MeInd}^- + \text{H}_2\text{T}^{2-} \leftrightarrow \text{MeH}_2\text{T}^{2-} + \text{Ind}^{2-} +$
- в-  $\text{MeInd}^- + \text{Na}_2\text{H}_2\text{T} \leftrightarrow \text{MeHT}^- + 2\text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{Ind}^{3-}$

**11. В основе метода нейтрализации лежит химическая реакция:**

- 1) окислительно-восстановительная
- 2) комплексообразования
- 3) осаждения
- 4) кислотно-основного взаимодействия.

**Тест 2**

**1. Количество осадитель**

- 1. Определяется содержанием определяемого элемента в исследуемом веществе, и от величины навески анализируемого вещества.
- 2. Определяется объем исследуемого раствора.

**2. Факторы, влияющие на форму и структуру осадка.**

- 1. Температура, порядок и скорость осаждение различных солей в растворе.
- 2. Концентрация, скорость, природа реагирующего. вещества.

**3. Что является точностью анализа?**

- 1. Разность между полученным результатом и истинным или наиболее достоверным значением.
- 2. Отношение абсолютной ошибки к истинному значению.

**4. Нормальная концентрация это:**

- 1.  $C_M = n/V$
- 2.  $C_m = n/m_{p-ля}$
- 3.  $C_H = m/\Delta V$

**5. Что такое хромофоры и ауксохромы?**

- 1. Окраска органических соединений зависит от наличия в их молекулах «носителями цвета».
- 2. Вещества усиливающие интенсивность окраски.

**6. В основе комплексонометрии лежит реакция:**

- а- нейтрализации;      б- осаждения;      в- комплексообразования
- г- окисления-восстановления

**7. Комплексные соединения состоят из комплексообразователя (центрального атома) и лигандов. Комплексообразователь и лиганды составляют:**

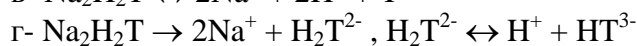
- а- внешнюю сферу;    б- внутреннюю сферу;    в- гидратную сферу

**8. Число связей лиганда с комплексообразователем называют:**

- а- лигандностью;      б- дентатностью;      в- молекулярностью

**9. Трилон Б ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{T}$ ) диссоциирует в водном растворе:**

- а-  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{T} \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{H}^+ + \text{T}^{4-}$ ;



10. Если трилон Б образует с катионом  $Me^{2+}$  более прочное соединение по сравнению с комплексом  $Me^{2+}$  с индикатором, то применяют:

- а- метод прямого титрования;  
б- метод обратного титрования;  
в- титрование заместителя

## 11. Титрование- это:

- 1) контролируемое добавление рабочего раствора (титранта) к анализируемой системе
- 2) добавление раствора анализируемого вещества к раствору известной концентрации
- 3) произвольное добавление стандартного раствора в присутствии индикатора до изменения окраски.

## Тест 3

### 1. Требование предъявляемые к весовой форме:

1. Малая растворимость не более  $1 \cdot 10^{-7}$ - $10^{-8}$  моль/л. осадок должен быть крупнокристаллическим.
2. Точное соответствие состава химической формуле, достаточная химическая устойчивость.

**2. Для получения крупнокристаллических осадков, необходимо:**

1. Осаждение вести из относительно разбавленных растворов, из горячих растворов приливать. Осадитель постепенно при помешивании полученные осадки должны некоторое время постоять.
2. Осаждение вести из концентрации растворов из горячих растворов, осадитель приливать вещества, способствующие осадка.

### 3. Какую ошибку называют абсолютной?

1. Разность между полученным результатом и истинным или наиболее достоверным значением.
2. Отношение абсолютной ошибки к истинному значению.

#### 4. Моляльная концентрация это:

1.  $\omega = m_{B-Ba} / m_{p-pa} \cdot 100\%$
2.  $C_M = n/V$
3.  $C_m = n/m_{p-ля}$

## 5. Какие факторы влияют на показания индикаторов?

1. Окраска индикатора должна быть хорошо заметной, цвет индикатора должен резко изменяться в небольшом интервале pH, изменение окраски должно быть обратимым.
2. Фиксирование точки эквивалентности.

**6. Исследуемым раствором в комплексонометрии является раствор:**

- а- кислоты;                      б- щелочи;                      в- соли

**7. Комплексообразователь и лиганды связаны:**

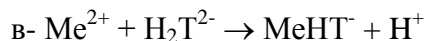
- а- донорно-акцепторной связью;  
б- ионной связью;  
в- водородной связью

**8. Диссоциация в водных растворах комплексных соединений на внутреннюю и внешнюю сферы происходит по типу:**

- а- сильных электролитов;  
б- слабых электролитов;  
в- только при нагревании

9. В водном растворе с катионами  $Me^{2+}$  происходит процесс, описываемый уравнением::

- $$\text{б- } \text{Me}^{2+} + \text{Na}_2\text{H}_2\text{T} \leftrightarrow \text{MeH}_2\text{T} + 2\text{Na}^+;$$



#### 10. Расчеты в комплексонометрии проводятся на основе:

- а- следствия из закона эквивалентов, т.е. число моль эквивалентов трилона Б и определяемого вещества равны;
- б- равенства объемов растворов трилона Б и определяемого вещества;
- в- равенства концентраций растворов трилона Б и определяемого вещества

#### 11. Количественные расчеты при титровании основываются на законе

- 1) сохранения массы
- 2) эквивалентов
- 3) постоянства состава

#### Тест 4

#### 1. Требования предъявляемые к осаждаемой форме.

- 1. Малая растворимость не более  $1 \cdot 10^{-7}$ - $10^{-8}$  моль/л. осадок должен быть крупнокристаллическим.
- 2. Точное соответствие состава химической формуле, достаточная химическая устойчивость.

#### 2. Какие ошибки называется систематическими случайными?

- 1. Ошибка может иметь размерность измеряемых величин неизбежным при любом определении.
- 2. При проведении анализа пробы в разных лабораториях. Погрешности, одинаковые по знаку и влияющие на результат в сторону его увеличения, либо в сторону уменьшения.

#### 3. Что является чувствительностью анализа?

- 1. Минимальная определяемая концентрация вещества.
- 2. Близость получаемого результата к истинному.
- 3. Характеристика воспроизводимости определения от опыта к опыту.

#### 4. Процентная концентрация это:

- 1.  $\omega = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}} \cdot 100\%$
- 2.  $C_M = n/V$
- 3.  $C_m = n/m_{\text{р-ля}}$

#### 5. Что такое показатель, и какого его значение титрование pH?

- 1. Величина pH, при которой заканчивают титрование с данным индикатором.
- 2. Интервал между двумя значениями pH, в котором будет происходить постепенное изменение цвета индикатора

#### 6. Рабочим раствором является раствор:

- а- щелочи;
- б- комплексона;
- в- кислоты

#### 7. Если внутренняя сфера имеет заряд, то в состав комплексного соединения входят противоположно заряженные ионы, которые составляют сферу:

- а- внешнюю;
- б- внутреннюю;
- в- гидратную

#### 8. Диссоциация внутренней сферы происходит:

- а- необратимо;
- б- обратимо и ступенчато;
- в- под действием электрического тока

#### 9. В комплексонометрии определение большинства катионов проводят обычно в:

- а- нейтральной среде;

- б- в ацетатном буфере ,  
в- в аммиачном буфере

**10. Трилонометрия используется для определения:**

- а- общей жесткости воды;  
б- содержания кислоты в моче;  
в- содержания щелочи в крови

**11. Молярная концентрация вещества показывает сколько моль вещества содержится в:**

- 1) 100мл раствора  
2) 1л раствора  
3) 1кг раствора.

**Тест 5**

**1. В чем сущность гравиметрического метода анализа.**

1. Определение количественного содержания химических элементов в соединениях.  
2. Определение объемов, как определяемого вещества, так и реагента.

**2. Факторы, влияющие на форму и структуру осадка.**

1. Температура, порядок и скорость осаждение различных солей в растворе.  
2. Концентрация, скорость, природа реагирующего. вещества.

**3. Какую ошибку называют абсолютной?**

1. Разность между полученным результатом и истинным или наиболее достоверным значением.  
2. Отношение абсолютной ошибки к истинному значению.

**4. Нормальная концентрация это:**

1.  $C_M = n/V$   
2.  $C_m = n/m_{p-ля}$   
3.  $C_H = m/\Delta V$

**5. Какие факторы влияют на показания индикаторов?**

1. Окраска индикатора должна быть хорошо заметной, цвет индикатора должен резко изменяться в небольшом интервале pH, изменение окраски должно быть обратимым.  
2. Фиксирование точки эквивалентности.

**6. В качестве исходных веществ в комплексонометрии используют химически чистые:**

- а- хлорид магния; б- гидроксид натрия; в- щавелевую кислоту

**7. Внутренняя и внешняя сферы связаны:**

- а- донорно-акцепторной связью;  
б- ионной связью;  
в- водородной связью

**8. Диссоциация внутренней сферы увеличивается:**

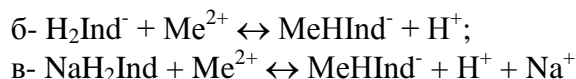
- а- с понижением температуры;  
б- с увеличением концентрации комплексного соединения;  
в- с увеличением разбавления

**9. В водном растворе индикатор эриохром черный диссоциирует в две ступени:**

- 1)  $NaH_2Ind \rightarrow Na^+ + H_2Ind^-$  ,  
2)  $H_2Ind^- \leftrightarrow H^+ + HInd^{2-}$ .

после чего с катионами  $Me^{2+}$  происходит реакция:

- а-  $HInd^{2-} + Me^{2+} \leftrightarrow MeInd^- + H^+$ ;



**10. При случайном попадании аммиачного буфера в глаз (щелочная среда) надо промыть глаз большим количеством холодной воды и:**

- а- наложить марлевую повязку;
- б- промыть раствором соды;
- в- промыть раствором борной кислоты

**11. Эквивалент вещества - это:**

- 1) реальная частица вещества, которая в данной реакции эквивалентна одному иону водорода или одному электрону
- 2) условная частица вещества, которая в данной реакции эквивалентна одному иону водорода или одному электрону
- 3) реальная или условная, которая в данной реакции эквивалентна одному иону водорода или одному электрону.

***Критерии оценки ответа студента при выполнении тестовых заданий***

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного характера, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при обосновании ответа.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, имеет затруднения при ответе на вопросы и обосновании ответов. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

***Перечень вопросов к экзамену***

### **3 семестр**

1. Введение. Предмет аналитической химии, ее структура. Методологические аспекты аналитической химии; ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники, экономики.

2. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности, экспрессности анализа; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа.
3. Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов.
4. Метрологические основы химического анализа
5. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале.
6. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость,
7. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа.
8. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Аккредитация аналитических лабораторий. Поверка аппаратуры, аттестация нестандартных средств измерений и методик анализа.
9. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.
10. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах.
11. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.
12. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности.
13. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя.
14. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах.
15. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.
16. Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя).
17. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.
18. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса.
19. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.
20. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и избирательности анализа с использованием комплексных соединений.
21. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы.
22. 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.

23. Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки.

24. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка. Классификация различных видов соосаждения. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

25. Методы обнаружения и идентификации

26. Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации атомов, ионов и химических соединений. Дробный и систематический анализ.

27. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов).

28. Капельный анализ. Анализ растиранием порошков.

29. Методы выделения, разделения и концентрирования

30. Методы экстракции. Классификация. Теоретические основы методов.

31. Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения.

32. Хроматографические методы анализа. Классификация методов. Качественный и количественный хроматографический анализ.

33. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография.

34. Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии.

35. Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников.

36. Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. Реагенты для их проявления. *Бумажная хроматография*. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. *Тонкослойная хроматография*. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

#### 4 семестр

1. Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Термогравиметрический анализ.

2. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии.

3. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы.

4. Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования.

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

6. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Определение арсенитов, арсенатов, железа (III), меди(II), галогенид-ионов, пероксидов, кислот.

7. Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Используемые индикаторы. Определение неорганических и органических соединений.

8. Осадительное титрование.

9. Комплексометрическое титрование. Электрохимические методы анализа.

10. Потенциометрия. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды.

Ионометрия. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Примеры практического применения ионометрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.

11. Потенциометрическое титрование. Кулонометрия

12. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования.

13. Спектроскопические методы анализа. Спектры атомов. Характеристика спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

14. Методы атомной оптической спектроскопии. Атомно-эмиссионный метод.

15. Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения. Качественный и количественный анализ методом эмиссионной спектрометрии пламени. Основная аппаратура: спектрографы, квантометры. Пламенные фотометры и спектрофотометры. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

16. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки

17. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

18. Основные объекты анализа. Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения.

19. Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

### **Примеры экзаменационных билетов**

## **ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

### **Экзаменационный билет № 1 (часть 1)**

По курсу **«Аналитическая химия»**

**для студентов 2 курса специальности «ФиПХ»**

**Вопросы.** 1. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности, экспрессности анализа; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа.

2. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах.

3. Хроматографические методы анализа. Классификация методов. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, профессор

А.М.Саламов



# ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## Экзаменационный билет № 2 (часть 1)

По курсу «Аналитическая химия»

для студентов 2 курса специальности «ФиПХ»

- Вопросы.** 1. Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов.
2. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.
3. Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников..

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, профессор

А.М.Саламов

# ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## Экзаменационный билет № 1

По курсу «Неорганическая химия» (часть 2)

для студентов 2 курса специальности «Химия» (спец.)

- Вопросы.** 1. Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Погрешности в гравиметрическом анализе.
2. Осадительное титрование.
3. Основные объекты анализа. Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, профессор

А.М. Саламов

# ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## Экзаменационный билет № 2 (часть 2)

По курсу «Неорганическая химия»

для студентов 2 курса специальности «Химия» (спец.)

- Вопросы.** 1. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии.
2. Комплексометрическое титрование. Электрохимические методы анализа.

3. Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой, профессор

А.М.Саламов

***Критерии оценки ответа на экзамене***

4-балльная шкала (уровень освоения)	Показатели	Критерии
Отлично (повышенный уровень)	1. Полнота изложения теоретического материала; 2. Полнота и правильность решения практического задания; 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
Хорошо (базовый уровень)	4. Самостоятельность ответа; 5. Культура речи; 6. и т.д.	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
Удовлетворительно (пороговый уровень)		Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры,

		недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.
Неудовлетворительно (уровень не сформирован)		Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Учебная литература:

#### а) основная:

1. Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2005.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия, в 2-х кн., М.: Дрофа, 2002.
3. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001. 463 с.
4. Практикум по физико-химическим методам анализа./Под ред. Петрухина О.М. М.: Химия, 1989
5. Физико-химические методы анализа. / Под ред. Алесковского А.И., Л.:Химия, 1988
6. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа, Л.: Химия, 1984
7. Амелин В.Г. Химические методы идентификации и полуколичественного экспресс-определения веществ. Владимир. Изд-во ВлГУ. 2001.
8. Амелин В.Г. Аналитическая химия. Методические указания к лабораторным работам. Владимир. Изд-во ВлГУ. 1998.

#### б) дополнительная

1. Крешков А.П. Основы аналитической химии, в 2-х томах, М.: Химия, 1972
2. Шварценбах Г, Флашка Г., Комплексонометрическое титрование, М.:Химия, 1984
3. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии, М.:Химия, 1984
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.:Химия, 1984
5. Булатов М.И., Калинин И.П. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Л.:Химия, 1986.

## 9.2. Интернет-ресурсы

1. [http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1\\_2\\_1.html](http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html)
2. <http://alhimic.ucoz.ru/load/26>
3. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html>
4. <http://www.xumuk.ru>
5. <http://chemistry.narod.ru>
6. <http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/deryabina/index/html>
7. ChemSoft 2004

## 9.3. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.2. Microsoft Office 2007
  - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

**Таблица 9.1.**

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> -
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a> -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -

Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для полноценного осуществления учебного процесса по **теоретическому курсу** имеются:

1. Лекции, презентации
2. Контрольные тесты.
3. Список вопросов для проведения коллоквиумов.
4. Таблицы.
5. Варианты заданий для контрольных работ.
6. Варианты заданий для самостоятельной работы.

**По лабораторному практикуму имеются:**

1. Весы аналитические, технические.
2. Спектрофотометр СФ-46.
3. Фотоколориметры КФК-2, КФК-2МП.
4. Иономеры И130, Эксперт, Аквилон.
5. Атомно-абсорбционный спектрометр «Квант Z-ЭТА» с программным обеспечением и набором ламп.
6. Газовый хроматограф «Кристалл» с детекторами по теплопроводности, электронному захвату и капиллярными колонками.
7. Оборудование для тонкослойной хроматографии.
8. ИК-спектрометр.
9. Мерная посуда, ступки для пробоподготовки из агата и яшмы, чашки, тигли из платины, кварца, стеклоуглерода.
10. Центрифуга.

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Аналитическая химия» направлена на формирование компетенций: УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1.

Промежуточная аттестация предполагает экзамен.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (РПД).

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- при подготовке к промежуточной аттестации по модулю использовать материалы фонда оценочных средств.

Лабораторные занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой.

При подготовке к лабораторному занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

### **Рекомендации по работе с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к модульным контрольным работам, опросу, зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим обучающимся.

В процессе работы с учебной и научной литературой обучающийся может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01. «Фундаментальная и прикладная химия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652

Программу составила: к.т.н., доцент кафедры химии Бокова Л.М.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры химии

Протокол заседания № 7 от «13» марта 2025 г.

Рабочая программа одобрена учебно-методическим советом химико-биологического факультета

Протокол заседания № 6 от «18» марта 2025 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и  
регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой