

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
аналитической химии

*наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины*

Елисеева Т.В.

*подпись, расшифровка подписи*

24.04.2024 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.11 Аналитическая химия**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом*

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

2. Профиль подготовки/специализация: **Фундаментальная химия в профессиональном образовании**

3. Квалификация выпускника: **Химик. Преподаватель химии**

4. Форма обучения: **очная**

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: **73 кафедра аналитической химии**

6. Составители программы: **Елисеева Татьяна Викторовна, к.х.н., доцент; Зяблов Александр Николаевич, д.х.н., профессор**

*(ФИО, ученая степень, ученое звание)*

7. Рекомендована: **НМС химического факультета 11.04.2024, протокол №4**

*(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,*

---

*отметки о продлении вносятся вручную)*

8. Учебный год: **2026-2027**

Семестр(ы): **5, 6**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- получение знаний теоретических основ методов анализа и умений применять их на практике;

- приобретение навыков применения аналитического оборудования и математической обработки результатов химического анализа;

- понимание методологии аналитической химии, умение выбрать подходящий метод анализа и разработать адекватную методику.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основ химических и физико-химических методов анализа, закономерностей химических реакций и физических явлений, лежащих в основе аналитических определений;

- обучение технике аналитического эксперимента, способам приготовления растворов, проведению основных аналитических операций;

- ознакомление с принципами и подходами к выбору методов анализа, разработке схемы аналитического процесса при определении состава и структуры конкретных объектов;

- привитие навыков использования аналитических приборов, реактивов и химической посуды при использовании методов разделения, концентрирования и определения компонентов.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Блок Б1.О. Обязательная часть.

Для успешного обучения основам аналитической химии студент должен: иметь базовые знания фундаментальных разделов физики(Б1.О.08), неорганической(Б1.О.09) и физической химии (Б1.О.10), владеть математическим аппаратом(Б1.О.06, Б1.О.18) и основами информатики(Б1.О.07) в объеме, необходимом для освоения основных методов анализа. Знания, полученные в ходе изучения дисциплины, востребованы при изучении последующих курсов Б1.О.12 (Органическая химия), Б1.О.14 (Высокомолекулярные соединения), Б1.О.13 (Коллоидная химия), Б1.О.15 (Химическая технология), Б1.О.21 (Физические методы исследования), Б1.В.07 (ЯМР и хромато-масс-спектрометрические методы исследования в органической химии), Б1.В.09 (Инструментальные методы анализа), Б1.В.ДВ.04.01(Фармацевтическая и медицинская химия), Б1.В.ДВ.05.01 (Аналитический контроль качества, стандартизация веществ и материалов), Б1.В.ДВ.05.02 (Синтетические композиционные материалы в химическом анализе), ФТД.В.02 (Методы анализа в криминалистике), ФТД.В.03 (Электронные спектры индивидуальных веществ). В результате освоения курса «Аналитическая химия» студенты должны овладеть основными понятиями аналитической химии, знаниями теоретических основ важнейших химических и физико-химических методов анализа, подходами к разработке схемы аналитического процесса, к выбору метода анализа, правилами и навыками работы с аналитическим оборудованием и химической посудой.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальн	ОПК-1.1	Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений,	Знать: теоретические основы важнейших методов химического и физико-химического анализа  Уметь: провести анализ и систематизацию полученных экспериментальных результатов,

	ых и расчетно-теоретических работ химической направленности		измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	провести их обработку методами математической статистики, сравнить результаты с нормативами и стандартами в случае необходимости  Владеть: навыками использования полученных знаний в области аналитической химии для решения профессиональных задач химика в производственной деятельности
ОПК-1	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.2	Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	Знать: теоретические основы аналитической химии, фундаментальные понятия и законы аналитической химии  Уметь: проводить необходимые расчеты аналитических систем для собственных экспериментов, грамотно применяя фундаментальные химические понятия;  Владеть: общими подходами к интерпретации результатов химических экспериментов в практике установления состава и структуры химических соединений
ОПК-1	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.3	Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Знать: современные направления развития аналитической химии, перспективы практического применения полученных результатов  Уметь: систематизировать информацию, полученную из данных литературы и собственных экспериментальных работ, делать промежуточные и заключительные выводы о полученных результатах  Владеть: аналитическим и синтетическим подходами при формулировке заключений и выводов по результатам проведенных аналитических экспериментов
ОПК-2	Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2.1	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: правила обращения с химическими веществами, химической посудой, приборами для аналитических измерений, нормы техники безопасности  Уметь: проводить экспериментальные исследования с химическими реактивами, соблюдая соответствующие нормы безопасности; применять средства пожаротушения  Владеть: навыками проведения отбора проб, извлечения, разделения, концентрирования, маскирования и определения веществ в аналитической химии
ОПК-2	Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2.2	Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной	Знать: основные принципы выбора метода анализа и конкретной методики для определенного объекта, правила техники безопасности работы в аналитической лаборатории, технику выполнения аналитических операций  Уметь: грамотно пользоваться готовыми методиками, правильно проводить стандартные аналитические операции при

			деятельности	решении задач профессиональной деятельности  Владеть: методологией выполнения аналитического эксперимента, включая работу с требуемым оборудованием, химической посудой и реактивами
ОПК-2	Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2.3	Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования	Знать: основы техники химического эксперимента, важнейших операций химического и физико-химического анализа,  Уметь: планировать и проводить требуемый химический эксперимент, используя теоретическую подготовку по аналитической химии  Владеть: навыками выполнения стандартных аналитических операций, навыками применения методик химического анализа для исследования различных физико-химических процессов с использованием основных методов аналитической химии как классических, так и экспериментальных
ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	ОПК-3.1	Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	Знать: теоретические основы аналитической химии для грамотного решения задач химической направленности при изучении процессов с участием химических веществ  Уметь: применять полученные фундаментальные знания по аналитической химии при изучении свойств веществ и процессов с их участием.  Владеть: навыками применения моделей аналитических систем при проведении расчетов pH, распределения концентраций компонентов, констант равновесий, растворимости и других величин.
ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	ОПК-3.2	Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности	Знать: возможности применения стандартных компьютерных программ для расчетов аналитических систем  Уметь: решать аналитические задачи, проводить математическую обработку результатов анализа, применять специализированные базы данных по аналитической химии  Владеть: навыками использования современной вычислительной техники для решения аналитических задач, построения аналитических моделей
ОПК-6	Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с	ОПК-6.1	Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	Знать: правила представления и обработки результатов аналитического эксперимента для оформления лабораторных работ, курсовых, ВКР и других отчетов в дальнейшей производственной деятельности  Уметь: представлять результаты экспериментальной аналитической работы в виде курсовой работы на русском языке

	нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе			Владеть: навыками составления отчетов по результатам аналитического исследования с учетом стандартных требований
ОПК-6	Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.2	Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	<p>Знать: правила работы с литературой по аналитической химии, основные источники получения аналитической информации</p> <p>Уметь: оформлять по ГОСТу литературные ссылки на русском и английском языке при выполнении курсовой работы по аналитической химии и в дальнейшей профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: навыками работы с методической литературой в области аналитической химии, навыками представления аналитической информации.</p>
ОПК-6	Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.3	Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках	<p>Знать: основные источники аналитической химической информации на русском и английском языках, в том числе справочной, для использования в профессиональной деятельности при подготовке выступлений и презентаций по теме работы</p> <p>Уметь: применять полученные фундаментальные знания по аналитической химии при подготовке презентаций на русском и английском языках, правильно пользоваться аналитической терминологией</p> <p>Владеть: навыками грамотного оформления и представления данных, предназначенных для включения в презентацию</p>
ОПК-6	Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.4	Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языках	<p>Знать: основные понятия и терминологию аналитической химии, правила IUPAC (Международного Союза теоретической и прикладной химии) для обозначения величин и параметров, применяемых в аналитической химии;</p> <p>Уметь: грамотно представлять аналитическую информацию при подготовке научных публикаций, использовать правильную терминологию, относящуюся к области аналитической химии</p> <p>Владеть: навыками описания исследуемых систем с использованием фундаментальных понятий и законов аналитической химии, навыками представления градуировочных графиков, распределительных диаграмм, данных математической обработки результатов.</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.** (в соответствии с учебным планом) — 15 / 540 .

**Форма промежуточной аттестации** (зачет/экзамен) зачет (5, 6 сем.) / экзамен (5,6 сем.)

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	Трудоемкость	
			По семестрам	
			№ семестра 5	№ семестра 6
Аудиторные занятия		342	180	162
в том числе:	лекции	126	72	54
	лабораторные	216	108	108
ГК		18	-	18
Самостоятельная работа		108	36	72
в том числе курсовая работа				х
Форма промежуточной аттестации Экзамены, зачеты – 72 часа		72	36	36
Итого:		540	252	288

#### 13.1. Содержание разделов дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Введение в аналитическую химию	Аналитическая химия как наука. Предмет и задачи аналитической химии. Этапы исторического развития. Структура современной аналитической химии. Виды анализа. Методологические аспекты аналитической химии. Классификация методов аналитической химии. Требования к методам. Цели аналитического определения. Значение и области применения химического анализа.
1.2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	Стадии аналитического процесса. Отбор пробы. Подготовка пробы к анализу. Методы разложения в аналитической химии. Разделение, концентрирование, маскирование. Измерение аналитического сигнала. Метрологические основы аналитической химии. Понятие предела обнаружения и чувствительности. Систематические и случайные ошибки. Устранение грубых промахов. Математическая обработка результатов анализа.
1.3	Химическое равновесие в системе осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	Общая характеристика реакций в растворе. Химическое равновесие и закон действующих масс. Факторы, влияющие на равновесие: температура, ионная сила, конкурирующие химические реакции. Аналитическая и равновесная концентрация. Уравнение материального баланса. Условие электронейтральности. Константы равновесия. Классификация равновесий. Гетерогенное равновесие. Равновесие в системе осадок-раствор. Константа произведения растворимости. Понятие растворимости. Условие образования и растворения осадков. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого электролита. Гравиметрия. Методы осаждения и отгонки. Расчет результатов гравиметрических определений. Гравиметрический фактор. Требования к осадителю. Осаждаемая и гравиметрическая форма, требования к ним. Аморфные и кристаллические осадки, условия их получения. Понятие относительного пересыщения. Экспериментальный контроль размера частиц осадков.

		<p>Механизм образования осадков. Причины загрязнения осадков. Типы соосаждения: адсорбция, изоморфизм, окклюзия, инклюзия. Гомогенное осаждение, или метод возникающих реагентов. Старение осадков. Промывание осадков. Термическая обработка осадков. Критический анализ гравиметрического метода и практическое применение гравиметрического метода.</p>
1.4	<p>Основные типы реакций, используемые в титриметрии. Титриметрические методы анализа.</p>	<p>Титриметрические методы анализа. Понятия титрования и титранта. Первичные и вторичные стандарты. Способы приготовления, требования к веществам, используемым в качестве первичных стандартов. Требования к реакциям в титриметрии. Классификация титриметрических методов: кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительное титрование, комплексометрия, осадительное титрование. Приемы титрования: прямое, обратное, косвенное. Методики пипетирования и отдельных навесок. Способы выражения концентрации в титриметрии: молярная концентрация эквивалентов, титр, титр по определяемому веществу. Понятия эквивалента и фактора эквивалентности. Закон эквивалентов. Расчеты в титриметрическом анализе.</p> <p>Существующие теории кислот и оснований. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Кислоты, основания, амфолиты. Автопротолиз воды. Соотношение между константой кислотности и константой основности сопряженной протолитической пары. Классификация растворителей по донорно-акцепторной способности по отношению к протону. Показатель кислотности среды. Расчет pH в растворах протолитов. Сильные и слабые кислоты и основания. Равновесия в растворах многоосновных кислот. Расчет pH в растворе многоосновной кислоты.</p> <p>Расчет pH в растворах амфолитов. Буферные растворы. Буферная емкость. Расчет pH в буферных растворах. Расчет pH в растворах гидролизующихся солей.</p> <p>Метод кислотно-основного титрования, или протолитометрия. Теории индикаторов в протолитометрии. Интервал перехода окраски индикатора. Кривые кислотно-основного титрования. Титрование сильных и слабых протолитов.</p> <p>Индикаторные ошибки в протолитометрии: водородная, гидроксильная, кислотная и основная. Графический и аналитический способы выявления ошибки.</p> <p>Комплексы в аналитической химии. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константа устойчивости. Комплексометрия. Свойства и типы комплексонов. Этилендиаминтетрауксусная кислота и ее динатриевая соль. Стандарты в комплексометрии. Приемы титрования в комплексометрии. Кривая комплексометрического титрования. Индикаторы в комплексометрии.</p> <p>Индикаторные ошибки. Применение комплексометрии. Определение общей жесткости воды. Определение ионов металлов при совместном присутствии.</p> <p>Равновесия в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы: специфические и окислительно-восстановительные. Кривая окислительно-восстановительного титрования.</p> <p>Перманганатометрия. Дихроматометрия. Иодометрия. Понятие об осадительном титровании. Аргентометрия.</p>

		Меркурометрия. Кривые титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования.
1.5	Термические методы анализа	Термогравиметрия. Дифференциальный термический анализ. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Термометрическое титрование. Понятие о катарометрии и дилатометрии.
1.6	Методы маскирования, разделения и концентрирования	Классификация методов разделения. Методы разделения гетерогенных и гомогенных смесей. Методы разделения, основанные на образовании новой фазы. Методы разделения, основанные на распределении компонентов между двумя фазами. Методы разделения, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью. Методы внутрифазного разделения. Понятие о гибридных методах.
1.7	Хроматографические методы анализа	Введение в хроматографию. История хроматографического метода анализа. Классификация хроматографических методов. Теоретические основы хроматографического анализа. Аналитический сигнал в хроматографии. Понятие теоретической тарелки и высоты, эквивалентной теоретической тарелке. Уравнение Ван Деемтера и оптимизация хроматографического процесса. Газовая хроматография, блок-схема установки, выбор газ-носителя, сорбента, детектора. Насадочные и капиллярные колонки. Качественный анализ в газовой хроматографии. Время удерживания, индексы Ковача. Количественный анализ. Жидкостная хроматография. Растворители для жидкостной хроматографии. Выбор сорбента. Модификация поверхности сорбента. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая – виды высокоэффективной жидкостной хроматографии. Детекторы в жидкостной хроматографии. Ионообменники. Ионный обмен в аналитической химии. Ионообменная хроматография. Ионная хроматография. Сорбенты для ионной хроматографии. Двухколоночные и одноколоночные варианты ионной хроматографии. Детекторы в ионной хроматографии. Понятие о гель-хроматографии (эксклюзионной хроматографии). Планарная хроматография. Виды бумажной хроматографии. Тонкослойная хроматография. Высокоэффективная тонкослойная хроматография. Основы выбора оптимального метода хроматографического анализа.
1.8	Спектральные методы анализа	Введение в спектральный анализ. Основные понятия метода. Классификация спектральных методов анализа по длинам волн (частотам, энергиям), механизму взаимодействия электромагнитного поля с веществом. Атомная и молекулярная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ. Атомизаторы. Ионизация. Способы монохроматизации и регистрации спектров. Качественный и количественный атомно-эмиссионный анализ. Фотометрия пламени. Атомно-абсорбционный анализ. Закон светопоглощения в линейной и экспоненциальной форме. Отклонения от линейности при светопоглощении. Аналитический сигнал в абсорбционной спектроскопии и причины его уширения. Фотометрический анализ. Выбор светофильтров. Чувствительность фотометрического определения. Определение молярного коэффициента светопоглощения. Качественный и количественный фотометрический анализ. Роль монохроматичности в абсорбционной спектроскопии. Спектрофотометрический анализ. Анализ многокомпонентных систем. Колебательная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния.



		Идентификация веществ методом инфракрасной спектроскопии. Люминесцентный анализ. Фотопроцессы в молекулах. Резонансная спектроскопия, флуоресцентная и фосфоресцентная спектроскопия. Виды тушения. Особенности аппаратуры в люминесцентном анализе. Масс-спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия.
1.9	Электрохимические методы анализа	Введение в электрохимические методы анализа. Классификация электрохимических методов анализа. Потенциометрический анализ. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные электроды. Стеклоэлектрод и его теория. Ионметрия и потенциометрическое титрование. Электрохимические сенсоры. Мультисенсорные системы. Вольтамперометрия. Ртутный капающий электрод и полярографический анализ. Твердые электроды. Потенциал полуволны и качественный вольтамперометрический анализ. Предельный диффузионный ток. Количественный вольтамперометрический анализ. Понятие об инверсионной вольтамперометрии. Амперометрическое титрование. Электрогравиметрический анализ. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Высокочастотное кондуктометрическое титрование.
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.1	Введение в аналитическую химию	Техника аналитического эксперимента. Основные правила техники безопасности при работе в аналитической лаборатории. Взвешивание на технических и аналитических весах.
2.2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	Правила работы с точной химической посудой. Калибрование точной мерной посуды.
2.3	Химическое равновесие в системе осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	Определение содержания бария в кристаллогидрате $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ с использованием метода осаждения. Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ методом отгонки.
2.4	Основные типы реакций, используемые в титриметрии. Титриметрические методы анализа.	Протолитометрия. Приготовление и стандартизация растворов протолитов. Определение временной (карбонатной) жесткости воды. Определение двух протолитов при совместном присутствии с использованием двух индикаторов. Комплексонометрия. Стандартизация раствора трилона Б. Определение общей жесткости воды. Комплексонометрическое определение ионов различных металлов в многокомпонентных системах (контрольная работа по вариантам). Оксредметрия. Перманганатометрия. Стандартизация раствора перманганата калия. Перманганатометрическое определение содержания ионов железа в растворе. Иодометрия. Стандартизация раствора тиосульфата натрия. Иодометрическое определение ионов меди в растворе. Определение пероксида водорода. Осадительное титрование. Определение содержания хлорид-ионов в природных водах.
2.5	Термические методы анализа	-
2.6	Методы маскирования,	Экстракция. Определение микроколичеств иодид-ионов в

	разделения и концентрирования	присутствии макроколичеств хлорид- и бромид-ионов.
2.7	Хроматографические методы анализа	Правила работы на хроматографе. Техника безопасности при работе в лаборатории хроматографических методов анализа. Газохроматографический анализ смеси спиртов. Разделение ионов цинка и никеля на анионообменнике. Определение смеси аминокислот методом бумажной хроматографии.
2.8	Спектральные методы анализа	Фотометрия. Определение ионов железа в растворе методом фотометрии. Определение ионов меди в растворе методом фотометрии. Пламенная эмиссионная спектроскопия. Определение ионов натрия и калия. Количественный анализ соединений хрома и марганца при совместном присутствии методом спектрофотометрии. Определение содержания ароматической аминокислоты методом спектрофотометрии.
2.9	Электрохимические методы анализа	Потенциометрическое титрование ионов железа раствором бихромата калия. Определение нитрат-ионов в растворе с использованием нитрат-селективного электрода. Кулонометрическое титрование ионов меди в растворе.

### 13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	ГК	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в аналитическую химию	6	-	6	-	4	16
2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	10	-	10	-	4	24
3	Химическое равновесие в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	10	-	20	-	8	38
4	Основные типы реакций, используемых в титриметрии. Титриметрические методы анализа.	26	-	60	-	14	100
5	Термические методы анализа	4	-	0	-	2	6
6	Методы маскирования, разделения и концентрирования	16	-	12	-	4	32
7	Хроматографические методы анализа	22	-	36	6	26	90
8	Спектральные методы анализа	18	-	38	6	24	86
9	Электрохимические методы анализа	14	-	34	6	22	76
Итого:		126	-	216	18	108	468

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными учебными материалами при освоении дисциплины «Аналитическая химия» являются конспекты лекций 5 и 6 семестров, учебно-методические пособия для выполнения лабораторных работ по классическим и инструментальным методам анализа, методические пособия с контрольными заданиями для текущей аттестации, основная литература, приведенная в настоящей Программе, а также дополнительная литература для самостоятельной работы учащихся. Для успешного освоения дисциплины курсом предусмотрены следующие формы текущей аттестации: контрольная работа 1, контрольные работы (коллоквиумы) 2-3, выполнение курсовой работы в 6 семестре. Самостоятельная работа по изучению дисциплины проводится с использованием рекомендуемого списка литературы и электронных ресурсов, указанных в разделе 15в.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник: для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю. А. Золотова. – Москва : Академия, 2014. – (Высшее образование. Естественные науки). - Т. 1 / [ Т. А. Большова и др. ] - 6-е изд., перераб. и доп. - 2014. – 390 с.
2	Основы аналитической химии : в 2 т. : учебник для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям / под ред. Ю.А. Золотова. – Москва : Академия, 2014. – (Высшее образование. Естественные науки). - Т. 2 / [ Н. В. Алов и др. ] -6-е изд., перераб. и доп. - 2014. – 409 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Кристиан Г. Аналитическая химия= Analytical Chemistry : в 2-х т. / Г. Кристиан ; пер. с англ. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – Т.1. – 623 с. ; Т.2. – 504 с.
4	Аналитическая химия. Проблемы и подходы : в 2-х кн. / под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, Г.М. Видмера. – Москва : Мир, АСТ. – 2004. – Т.1. – 608 с.; Т.2. – 728 с.
5	Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : Учебник для вузов / М.И. Булатов, А.А. Ганеев, А.И. Дробышев [и др.]; под ред. Л. Н. Москвина. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2022. – 584 с.
6	Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа : Учебник / И.Г. Зенкевич, Л.А. Карцова, Л.Н. Москвин [и др.]; под ред. Л.Н. Москвина. – СПб: Издательство «Лань», 2019. – 332 с.
7	Аналитическая химия : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Химия»; в 3 т. / под ред. Поф. Л.Н. Москвина. – М. : Академия, 2008-2010. – (Высшее профессиональное образование) (Естественные науки). Т.3 : Химический анализ / И.Г. Зенкевич, С.С. Ермаков, Л.Н. Москвин [и др.]; 2010. – 364 с.
8	Физико-химические методы анализа. Практические работы по аналитической химии : учебное пособие / С. И. Карпов, Т. В. Елисеева, Н. А. Беланова, И. В. Воронюк [и др.]; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2024. – 199 с.
9	Классические методы анализа. Практические работы по аналитической химии : учебно-методическое пособие / составители: Т.В. Елисеева [ и др.]. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2016. – 135 с.
10	Основы аналитической химии : практическое руководство : учеб. пособие для студентов университетов и вузов, обуч. по хим.-технол., с.-х, мед., фармацевт-м специальностям / Ю.А. Барбалат [и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высш. шк., 2001. – 463 с.
11	Васильев В. П. Практикум по аналитической химии : учеб. пособие для вузов / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина. - М. : Химия, 2000. – 328 с.
12	Основы аналитической химии : задачи и вопросы : учеб. пособие для студ. университетов, хим.-технол, пед., с.-х., мед., и фармацевт. вузов / В.И. Фадеева [и др.]; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высш. шк., 2002. – 411 с.
13	Сабадвари Ф. История аналитической химии / Ф. Сабадвари, А. Робинсон. – Москва : Мир, 1984. – 303 с.
14	Золотов Ю. А. О химическом анализе и о том, что вокруг него / Ю. А. Золотов. – Москва : Наука, 2004. – 432 с.
15	Прикладной химический анализ : практическое руководство / Под ред. Т. Н. Шеховцовой,

	О. А. Шпигуна, М. В. Попика. – Москва : Изд-во МГУ, 2010. – 456 с.
16	Воронюк И. В. Методы разделения и концентрирования в химическом анализе : учебное пособие / И В. Воронюк, Т. В. Елисеева ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2022. – 95 с.
17	Методы разделения и выделения веществ в химии, медицине, промышленном производстве / [сост. Т. В. Елисеева [и др.]; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013. – 62 с.
18	Будников Г. К. Основы современного электрохимического анализа / Г. К. Будников, В. Н. Майстренко, М. Р. Вяселев. – Москва : Мир, 2003. – 591 с.
19	Электрохимические методы анализа: учебное пособие. / Т.В. Елисеева [ и др.]– Воронеж : издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2018. – 96 с.
20	Бобрешова О. В. Потенциометрические сенсоры на основе ионообменников для анализа водных растворов / О. В. Бобрешова, А. В. Паршина. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012. – 154с.
21	Потенциометрические методы анализа лекарственных веществ : учебное пособие / сост. В. И. Васильева [ и др.] ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015. – 106 с.
22	Спектральные методы анализа: учеб.-метод. пособие / В. И. Васильева [ и др.] – Воронеж : Научная книга, 2011. – 212 с.
23	Беккер Ю. Спектроскопия / Ю. Беккер. – М. : Техносфера, 2017. – 528с. ISBN 978-5-94836-220-5
24	Экман Р. Масс-спектрометрия: аппаратура, толкование и приложения / Р. Экман, Е. Зильберинг, Э. Вестман-Бринкмальм, А. Край. – М. : Техносфера, 2013. – 368с. ISBN 978-5-94836-364-6
25	Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: Методы хроматографии и капиллярного электрофореза / Ю. Беккер. – М. : Техносфера, 2009. – 472с. ISBN 978-5-94836-212-0
26	Практическая газовая и жидкостная хроматография : учеб. пособие / Б. В. Столяров [и др.] – Санкт-Петербург : издательство Санкт-Петербургского университета. – 2002. – 610 с.
27	Красиков В. Д. Основы планарной хроматографии / В. Д. Красиков. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2005. – 232 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
27	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
28	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <a href="http://studmedlib.ru">http://studmedlib.ru</a>
29	Зональная научная библиотека ВГУ, <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
30	Миронов И. В., Справочные данные для расчетов в аналитической химии [Электронный ресурс]: учеб. - метод. пособие. 5-е изд., перераб. и доп. / Миронов И. В. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2018. – 152 с. Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ngu013.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ngu013.html</a>
31	Васюкова А.Т., Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавров / Васюкова А.Т. – М. : Дашков и К, 2019. – 156 с. - ISBN 978-5-394-02837-3 - Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394028373.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394028373.html</a>
32	Александрова Т. П., Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т. П. Александрова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. – 106 с. - ISBN 978-5-7782-3033-0 - Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html</a>
33	Валова В. Д., Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] / В. Д. Валова (Копылова). – М. : Дашков и К, 2017. – 200 с. - ISBN 978-5-394-01301-0 - Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html</a>
34	Майер В. Р., Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография [Электронный ресурс] / В. Р. Майер. – М. : Техносфера, 2017. – 408 с. - ISBN 978-5-94836-480-3 - Режим доступа: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364803.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948364803.html</a>
35	Современные методы структурного анализа веществ : учебник / М. Ф. Куприянов, А. Г. Рудская, Н. Б. Кофанова [и др.]; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет". - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2009. – 288 с. ISBN 978-5-9275-0653-8; Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241003">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241003</a>

36	Золотов, Ю. А. Очерки истории аналитической химии / Ю. А. Золотов. - Москва : Техносфера, 2018. - 264 с. : ил. - Библиоогр. в кн. - ISBN 978-5-94836-516-9 ; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=496615">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=496615</a>
37	Лебедев А.Т. Основы масс-спектрометрии белков и пептидов : учебное пособие / А.Т. Лебедев, К. А. Артеменко, Т. Ю. Самгина. - Москва : Техносфера, 2012. – 180 с. – ISBN 978-5-94836-334-9; Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233467">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=233467</a>
38	ЭУМК Аналитическая химия на основе курса: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10726">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=10726</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Васильев В. П. Аналитическая химия : сборник вопросов, упражнений и задач : пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова ; под ред. В. П. Васильева. – М. : Дрофа, 2003. – 320 с.
2	Елисеева Т. В. Контрольные задания по курсу «Аналитическая химия» / Т. В. Елисеева, А. Н. Зяблов, А. В. Калач. – Воронеж : ВГУ, 2011. – 40 с.
3	Дорохова Е. Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М. : Мир, 2001. – 267 с.
4	Практические работы по аналитической химии: Титриметрические методы анализа : учебно-методическое пособие по направлению подготовки / специальности «Химия» и «Фундаментальная и прикладная химия» / сост.: Т. В. Елисеева [и др.] / - Воронеж : Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015, - 97с.
5	Аналитическая химия: задачи, тесты, контрольные работы : учебное пособие / сост. Т. А. Крысанова [и др.] ; Воронежский государственный университет. – Воронеж, 2016. – 103 с.
6	Никулина А. В. Кривые титрования : учебное пособие / А. В. Никулина, Т. А. Кучменко. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2011. - 151 с. - ISBN 978-5-89448-895-0 ; Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141918">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141918</a> .
7	Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – Москва : Химия, 1989. – 446 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При реализации дисциплины применяются различные типы лекций (вводная, обзорные, тематические, проблемные) и лабораторные занятия. Для самостоятельной работы рекомендуется список литературы. При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения (ЭО) и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) в части освоения лекционного материала, проведения текущей и промежуточной аттестации, проведения части лабораторных работ и самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций, взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров. Для освоения дисциплины также рекомендуются ресурсы для электронного обучения (п. 15).

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекции: Мультимедиа проектор BEWQ, ноутбук 15Toshiba, экран.

Лабораторные работы: Весы аналитические; весы технические; дистилляторы лабораторные; иономеры ЭВ-74; кулонометрические установки; фотоэлектроколориметры КФК-2; пламенные анализаторы жидкости ПАЖ-1, ПАЖ-2; спектрофотометры СФ-26, СФ-56, СФ-2000; хроматографы газовые Chrom-4, Chrom-5; хроматографические колонки; ионообменные колонки; хроматографическая бумага; сушильные шкафы LF60/350-VG1, муфельные печи LF-7/11-61; химические реактивы; химическая посуда, хлоридсеребряные электроды сравнения и различные ионоселективные электроды.

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства для текущей атт.
1	Введение в аналитическую химию	ОПК-1, ОПК-6	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Индивидуальный опрос
2	Стадии аналитического процесса и метрологические вопросы аналитической химии	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Лабораторная работа по калиброванию точной мерной посуды Реферат по математической обработке результатов Беседа по теме
3	Химическое равновесие в реальных системах. Система осадок-раствор. Гравиметрические методы анализа.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Лабораторные работы по гравиметрическому анализу Индивидуальный опрос
4	Основные типы реакций, используемые в титриметрии. Титриметрические методы анализа.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Лабораторные работы по титриметрическому анализу Контрольная работа №1
5	Термические методы анализа	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Фронтальная беседа
6	Методы маскирования, разделения и концентрирования.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-6	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Индивидуальный опрос Лабораторная работа по методу экстракции
7	Хроматографические методы анализа	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Лабораторные работы по методу хроматографии Контрольная работа №2 Курсовая работа
8	Спектральные методы анализа	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-	Лабораторные работы по спектральным методам анализа Контрольная работа №3 Курсовая работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства для текущей атт.
			3.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	
9	Электрохимические методы анализа	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4	Лабораторные работы по электрохимическим методам анализа Индивидуальный опрос Курсовая работа
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет, экзамен				Перечень вопросов для экзаменов, зачетов

По решению кафедры оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре, но не ранее, чем на заключительном занятии. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен/зачет на общих основаниях.

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Контрольные работы, Лабораторные работы, Курсовая работа

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

### Перечень заданий для контрольных работ (коллоквиумов), тем рефератов, курсовых

#### Перечень заданий для контрольных работ

##### Контрольная работа №1

Проводится в письменной форме по вариантам, преподаватель контролирует самостоятельность решения задач каждым студентом, проверяет выполненные задания и организует работу над ошибками группы в аудитории

Вариант № 1.

1. Сколько граммов  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  соответственно содержится в 1  $\text{см}^3$  концентрированного раствора кислот: соляной ( $\rho = 1.190 \text{ г/см}^3$ ), азотной ( $\rho = 1.400 \text{ г/см}^3$ ) и серной ( $\rho = 1.836 \text{ г/см}^3$ )?
2. Определить массовую долю и молярную концентрацию раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $\rho = 1.031 \text{ г/см}^3$ ), если молярная концентрация эквивалентов раствора 1.9 моль/ $\text{дм}^3$  ( $f_{\text{э}} = 1/3$ ).

Вариант № 2.

1. Сколько граммов 60%-го раствора едкого кали и воды потребуется, чтобы приготовить 500 г 10%-го раствора?
2. Сколько граммов 36%-го раствора соляной кислоты потребуется для приготовления 5 л 0.2 М раствора?

Вариант № 3.

1. Какой объем 2 М раствора  $\text{HCl}$  следует добавить к 1  $\text{дм}^3$  0.15 М раствора  $\text{HCl}$ , чтобы получить 0.20 М раствор?
2. Сколько граммов хлороводорода содержится в 200  $\text{см}^3$  0.005 М раствора соляной кислоты?

Вариант № 4.

1. Сколько граммов кристаллогидрата сульфата меди потребуется для приготовления 50 г 8%-ного раствора?
2. Какова процентная концентрация 6 М HCl ( $\rho = 1.098 \text{ г/см}^3$ )?

Вариант № 5.

1. До какого объема следует разбавить 1 дм<sup>3</sup> 0.2 М раствора HNO<sub>3</sub>, чтобы получить раствор с титром  $T(\text{HNO}_3) = 0.006300 \text{ г/см}^3$ ?  
Навеска безводного карбоната натрия 10.600 г растворена в мерной колбе на 500 см<sup>3</sup>, вода долита до метки. Чему равны молярная и молярная концентрация эквивалентов для полной и неполной нейтрализации раствора?

Вариант № 6.

1. В 100 мл спирта ( $\rho = 0.800 \text{ г/см}^3$ ) растворено 8.5 г иода. Чему равна процентная концентрация раствора?
2. Определить молярную и молярную концентрацию эквивалентов (для полной (а) и неполной нейтрализации (б)) раствора, содержащего 18% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ( $\rho = 1.100 \text{ г/см}^3$ ).

Вариант № 7.

1. Какую навеску буры (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O) следует взять для приготовления 0.5 дм<sup>3</sup> 0.10 М раствора?
2. Чему равны молярная и молярная концентрация эквивалентов растворов кислот (имеющих одинаковую плотность 1.140 г/см<sup>3</sup>): а) серной; б) соляной; в) азотной?

Вариант № 8.

1. Сколько граммов раствора азотной кислоты ( $\rho = 1.400 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 3000 см<sup>3</sup> 2.000 М раствора?
2. Какой объем воды следует добавить к 0.5 дм<sup>3</sup> 0.2 М раствора HCl, чтобы получить раствор с титром  $T(\text{HCl}) = 0.000730 \text{ г/см}^3$ ?

Вариант № 9.

1. Сколько раствора HCl плотностью 1.100 г/см<sup>3</sup> ( $\omega(\text{HCl}) = 0.2039$ ) следует взять для приготовления 1 дм<sup>3</sup> 0.20 М раствора?
2. Сколько граммов безводной соды (х. ч.) потребуется для приготовления 500 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0.1000 моль/дм<sup>3</sup> ( $f_{\text{э}} = 1/2$ ) ?

Вариант № 10.

1. Титр раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> равен 0.004900 г/см<sup>3</sup>. Вычислить молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалентов ( $f_{\text{э}} = 1/2$ ).
2. Сколько граммов серной кислоты содержится в 1 мл раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0.1000 моль/дм<sup>3</sup> ( $f_{\text{э}} = 1/2$ )?

Вариант № 11.

1. Какой объем 2 М раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> следует добавить к 0.5 дм<sup>3</sup> 0.1 М раствора, чтобы получить раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с молярной концентрацией эквивалентов 2 моль/дм<sup>3</sup> ( $f_{\text{э}} = 1/2$ ) ?
2. Сколько граммов KOH содержится в 200 см<sup>3</sup> 0.0820 М раствора?

Вариант № 12.

1. Сколько граммов воды потребуется для приготовления 10%-го раствора BaCl<sub>2</sub> из 35 г двухводного кристаллогидрата хлорида бария?
2. Определить молярную концентрацию эквивалентов для полной нейтрализации растворов следующих кислот: а) серной ( $\rho = 1.836 \text{ г/см}^3$ ); б) азотной ( $\rho = 1.400 \text{ г/см}^3$ ); в) соляной ( $\rho = 1.189 \text{ г/см}^3$ ).

Вариант № 13.

1. Сколько воды необходимо прибавить к 200 см<sup>3</sup> 46 % раствора HNO<sub>3</sub>  $\rho = 1.285 \text{ г/см}^3$ , чтобы превратить его в 16 %?
2. Найти молярную концентрацию HCl, если  $T_{\text{HCl}} = 0.003522 \text{ г/см}^3$ .

Вариант № 14.



1. Из 2.500 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  приготовлено 500  $\text{cm}^3$  раствора. Вычислить для этого раствора: а) молярную концентрацию; б) молярную концентрацию эквивалентов; в)  $T(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ .
2. Сколько граммов раствора серной кислоты ( $\rho = 1.611 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 8.00  $\text{дм}^3$  раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0.300 моль/ $\text{дм}^3$  ( $f_{\text{э}} = 1/2$ )?

#### **Критерии оценивания контрольной работы №1:**

**Отлично.** Успешное применение теоретических и практических знаний для решения заданий контрольной работы. Решение всех задач выполнено без ошибок и неточностей.

**Хорошо.** Выполнение всех заданий, предусмотренных в контрольной работе. Допущены незначительные ошибки и неточности.

**Удовлетворительно.** Решение неполное, без обоснований и объяснений.

**Неудовлетворительно.** Нет решений задач контрольной работы. При решении задач и ответах на вопросы контрольной работы допущены грубые, принципиальные ошибки.

#### **Контрольная работа № 2 (коллоквиум)**

*Проводится в виде индивидуального собеседования по хроматографическим методам с каждым студентом*

1. Определение хроматографии как гибридного метода анализа, классификации хроматографических методов.
2. Теория теоретических тарелок в хроматографии.
3. Кинетическая теория хроматографии.
4. Качественный и количественный хроматографический анализ.
5. Газо-адсорбционная хроматография.
6. Газо-жидкостная хроматография.
7. Жидкостно-твердофазная хроматография.
8. Жидкостно-жидкостная хроматография.
9. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
10. Ионнообменная хроматография.
11. Ионная хроматография.
12. Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода.
13. Бумажная хроматография.
14. Тонкослойная хроматография.
15. Хромато-масс-спектрометрия.

#### **Контрольная работа № 3 (коллоквиум)**

*Проводится в виде индивидуального собеседования по спектральным методам с каждым студентом*

1. Классификация методов спектроскопии. Спектры испускания, поглощения и рассеяния. Структура атомных и молекулярных спектров.
2. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Атомизаторы. Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-эмиссионного метода анализа.
3. Метод фотометрии пламени.
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Атомизаторы. Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-абсорбционного метода.
5. Закон светопоглощения в молекулярной абсорбционной спектроскопии. Причины отклонения от основного закона светопоглощения.
6. Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой областях. Основы метода. Аппаратура для спектрофотометрии и фотометрии. Метрологические характеристики методов.
7. Инфракрасная спектроскопия. Принцип и основы метода. Техника и практическое применение.
8. Спектроскопия комбинационного рассеяния (рамановская спектроскопия).
9. Люминесцентная спектроскопия. Основы метода.
10. Понятие о масс-спектрометрии. Возможности метода.

#### **Критерии оценивания контрольных работ 2 и 3 (коллоквиумов):**

- **Зачтено.** Выставляется студенту, если он знает теоретические основы метода, представил

полный аргументированный ответ на вопрос контрольной работы, ответил на дополнительные вопросы.

- **Не зачтено.** выставляется студенту, если он не смог ответить на предложенный вопрос контрольной работы и затрудняется ответить на дополнительные вопросы преподавателя.

### **Курсовая работа:**

*Курсовая работа проводится в шестом семестре. Каждый студент получает индивидуальное задание (Тему и план выполнения курсовой работы, список литературы), требующее применения полученных знаний, умений и навыков в курсе «Аналитическая химия». Защита курсовых работ проходит с презентацией результатов каждым студентом. Оценка зависит не только от экспериментально полученных результатов, но и от уровня владения материалом, от ответов на вопросы преподавателя, от качества оформления и представления работы. Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, с использованием обозначений и терминов согласно правилам IUPAC.*

### **Темы курсовых работ (примеры):**

1. Спектрофотометрическое определение парагидроксибензальдегида в водном растворе.
2. Потенциометрическое определение констант основности полифункционального ионообменного материала.
3. Определение обобщенных показателей содержания органических веществ в природной воде.
4. Фотометрическое определение аланина в водном растворе в виде медного комплекса.
5. Определение общего солесодержания и содержания главных ионов в воде Воронежского водохранилища
6. Анализ изменения структуры анионообменника при сорбции формальдегида методом ИК-спектроскопии.
7. Разделение тирозина и минеральной соли методом электродиализа.
8. Определение солесодержания, щелочности и жесткости водопроводной воды в разных районах г. Воронежа
9. Оценка содержания ионов тяжелых металлов в воде Воронежского водохранилища.
10. Установление содержания нитрат-ионов в плодоовощной продукции с использованием метода ионометрии.
11. Анализ минерального состава молочной сыворотки.
- 12.Разделение ароматической аминокислоты и нитрата натрия методом диализа.
- 13.Сорбционное извлечение фенола активированным углем.
- 14.Количественное определение токоферолов методом тонкослойной хроматографии.

### **Критерии оценивания курсовой работы:**

**Отлично.** Успешное применение теоретических и практических знаний для выполнения курсовой работы. Курсовая выполнена полностью в соответствии с поставленным заданием. Экспериментальные результаты статистически обработаны и проанализированы. При выполнении исследования соблюдались правила техники эксперимента и техники безопасности аналитических работ. Работа правильно оформлена и защищена.

**Хорошо.** Выполнен весь объем курсовой работы, предусмотренный преподавателем. Допущены незначительные ошибки и неточности в эксперименте. Экспериментальные результаты статистически обработаны и проанализированы. При выполнении исследования соблюдались правила техники эксперимента и техники безопасности аналитических работ. Работа правильно оформлена и защищена.

**Удовлетворительно.** Курсовая работа выполнена и защищена, но результаты представлены без обоснований и объяснений. Есть претензии по оформлению. Обучающиеся не отвечают на вопросы преподавателя и не могут применить полученные знания по курсу для интерпретации полученных данных.

**Неудовлетворительно.** Курсовая работа не сделана или сделана на низком теоретическом и экспериментальном уровне. При защите допущены грубые, принципиальные ошибки.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Письменные ответы и результаты собеседования по вопросам экзаменационных билетов и по вопросам к зачету*

*(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)*

### Перечень вопросов к экзаменам и зачетам, порядок формирования КИМ

#### Перечень вопросов к экзаменам

##### Вопросы к экзамену №1 по дисциплине

1. Предмет аналитической химии. Классификация аналитических методов. Требования к методам.
2. Значение и области применения химического анализа. Виды анализа. Качественный и количественный анализ.
3. Стадии аналитического процесса. Отбор пробы. Подготовка пробы для анализа.
4. Аналитический сигнал. Измерение. Градуировка. Понятия чувствительности и предела обнаружения.
5. Точность измерения. Систематические и случайные ошибки. Математическая обработка результатов анализа.
5. Теоретические основы метода гравиметрии. Равновесие в системе осадок-раствор. Термодинамическая, концентрационная и условная константа произведения растворимости. Условия образования и растворения осадка.
6. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимого электролита.
7. Сущность гравиметрического метода анализа. Метод осаждения и метод отгонки. Расчеты в гравиметрии. Гравиметрический фактор.
8. Требования к осадителю. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним.
9. Аморфные и кристаллические осадки, условия их получения. Размер частиц осадков, влияние различных факторов. Относительное пересыщение. Гомогенное осаждение.
10. Загрязнение осадков. Соосаждение, его различные механизмы.
11. Применение гравиметрического метода. Гравиметрическое определение бария и воды в кристаллогидрате хлорида бария.
12. Сущность титриметрии. Классификация титриметрических методов.
13. Метод пипетирования и метод отдельных навесок. Прямое, обратное и косвенное титрование.
14. Теоретические основы кислотно-основного титрования. Протолитическая теория кислот и оснований. Сила кислот и оснований. Константы диссоциации слабых электролитов.
15. Классификации растворителей. Амфипротные растворители, константа автопротолиза. Ионное произведение воды. Показатель кислотности среды.
16. Расчёт pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, амфолитов.
17. Буферные растворы. Буферная емкость. pH буферных растворов.
18. Кривые титрования сильных кислот и оснований.
19. Кислотно-основные индикаторы, теории индикаторов.
20. Кривые титрования слабых кислот и оснований.
21. Выбор индикатора. Индикаторные ошибки.
22. Титрование смесей протолитов (на примере определение соды и щелочи при совместном присутствии). Применение кислотно-основного титрования.
23. Комплексообразование. Применение комплексов в аналитической химии. Комплексиметрия.
24. Сущность метода комплексонометрии. Комплексоны. Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТУ). Уравнение материального баланса. Расчет молярной доли одной из форм ЭДТУ.
25. Трилон Б, комплексы ионов металлов с трилоном Б. Комплексонометрическое титрование. Первичные стандарты. Металлоиндикаторы.
26. Кривые титрования в комплексонометрии. Индикаторные ошибки в комплексонометрии.
27. Применение комплексонометрического титрования. Определение жесткости воды.

Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование.  
28. Определение смеси ионов металлов при совместном присутствии.  
29. Окислительно-восстановительное равновесие. Уравнение Нернста.  
30. Константа равновесия. Направление окислительно-восстановительной реакции.  
31. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования в оксидометрии. Способы обнаружения конечной точки титрования.  
32. Перманганатометрия.  
33. Иодометрия. Косвенное иодометрическое определение ионов меди в растворе.  
34. Методы окислительно-восстановительного титрования по типу титранта (краткая характеристика).  
35. Понятие об осадительном титровании. Применение осадительного титрования. Кривая титрования.  
36. Аргентометрия. Основные способы фиксации конечной точки осадительного титрования (метод Мора, метод Фаянса, метод Фольгарда). Меркурометрия.  
37. Термические методы анализа. Общая характеристика группы методов.  
38. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Классификация методов разделения.  
39. Методы, основанные на образовании новой фазы. Осаждение. Отгонка. Дистилляция.  
40. Методы, основанные на распределении компонентов между двумя фазами. Экстракция. Сорбция. Ионный обмен.  
41. Методы, основанные на индуцированном межфазном переносе из одной фазы в другую через разделяющую их третью. Диализ. Электродиализ. Баромембранные методы.  
42. Методы внутрифазного разделения. Электрофорез. Масс-сепарация. Понятие о FFF-методах.

### **Вопросы к экзамену № 2 по дисциплине**

1. Введение в хроматографические методы анализа. Определение хроматографии. Понятия подвижной и неподвижной фазы.
2. Классификация хроматографических методов по применяемым фазам, по технике выполнения и механизму хроматографического процесса. Способы хроматографирования: фронтальный, вытеснительный, элюентный.
3. Аналитический сигнал в хроматографии. Основные параметры хроматографического пика. Коэффициент удерживания и коэффициент емкости. Селективность и эффективность хроматографического разделения.
4. Теоретические основы хроматографического анализа. Изотермы адсорбции. Понятие теоретической тарелки и высоты, эквивалентной теоретической тарелке. Уравнение Ван Деемтера и оптимизация хроматографического процесса.
5. Газовая хроматография, блок-схема установки, выбор газа-носителя, сорбента, детектора. Насадочные и капиллярные колонки. Качественный анализ в газовой хроматографии. Время удерживания, индексы Ковача. Количественный анализ.
6. Жидкостная хроматография. Растворители для жидкостной хроматографии. Выбор сорбента. Модификация поверхности сорбента. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая – виды высокоэффективной жидкостной хроматографии. Детекторы в жидкостной хроматографии.
7. Ионнообменники. Ионнообменная хроматография. Ионная хроматография. Сорбенты для ионной хроматографии. Двухколоночный и одноколоночный варианты ионной хроматографии. Детекторы в ионной хроматографии.
8. Эксклюзионная хроматография. Сущность метода. Особенности механизма разделения. Применение.
9. Понятие о лигандообменной хроматографии.
10. Планарная хроматография. Виды бумажной хроматографии. Тонкослойная хроматография.
11. Выбор оптимального метода хроматографического анализа.
12. Введение в спектральный анализ. Шкала электромагнитных волн. Классификация спектральных методов анализа по длинам волн (частотам, энергиям), механизму взаимодействия электромагнитного поля с веществом. Атомная и молекулярная спектроскопия.
13. Эмиссионный спектральный анализ. Атомизаторы. Способы монохроматизации и

- регистрации спектров. Качественный и количественный атомно-эмиссионный анализ.
14. Фотометрия пламени. Схема прибора. Структура пламени. Процессы в пламени. Применение метода.
  15. Атомно-абсорбционный анализ. Схема прибора. Лампы с полым катодом. Пламенный и электротермический вариант атомно-абсорбционного анализа.
  16. Основной закон светопоглощения в линейной и экспоненциальной форме. Отклонения от линейности при светопоглощении. Закон аддитивности светопоглощения.
  17. Фотометрический анализ. Схема фотометра. Выбор светофильтров. Чувствительность фотометрического определения. Качественный и количественный фотометрический анализ.
  18. Роль монохроматичности в абсорбционной спектроскопии. Спектрофотометрический анализ. Схема спектрофотометра. Анализ многокомпонентных систем. Определение молярных коэффициентов светопоглощения.
  19. Хромофорные и аукохромы группы. Понятие о батохромном и гипсохромном сдвиге.
  20. Колебательная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Идентификация веществ методом инфракрасной спектроскопии.
  21. Люминесцентный анализ.
  22. Понятие о масс-спектроскопии и хромато-масс-спектроскопии.
  23. Введение в электрохимические методы анализа. Классификация электрохимических методов.
  24. Потенциометрический анализ. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод и его теория. Прямая ионометрия. Потенциометрическое титрование.
  25. Вольтамперометрия. Ртутный капаящий электрод и полярографический анализ. Твердые электроды. Потенциал полуволны и качественный вольтамперометрический анализ. Предельный диффузионный ток. Количественный вольтамперометрический анализ.
  26. Понятие об инверсионной вольтамперометрии.
  27. Амперометрическое титрование.
  28. Электрогравиметрия.
  29. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.
  30. Электропроводность растворов. Прямая кондуктометрия.
  31. Кондуктометрическое титрование.
  32. Особенности высокочастотного кондуктометрического титрования.

### **Перечень вопросов к зачетам**

#### **Вопросы к зачету № 1 по дисциплине**

1. Правила техники безопасности для работы в аналитической лаборатории.
2. Правила работы с химической посудой. Точная и неточная мерная посуда.
3. Техника взвешивания на технических и аналитических весах. Устройство аналитических весов. Точность взвешивания
4. Основные способы выражения концентрации в аналитической химии.
5. Понятие эквивалента и фактора эквивалентности. Закон эквивалентов.
6. Правила приготовления растворов для химико-аналитических работ.
7. Первичные и вторичные стандарты в аналитической химии.
8. Основные операции гравиметрического анализа в методе осаждения.
9. Правила высушивания и прокаливания осадков.
10. Метод прямой и косвенной отгонки в гравиметрии.
11. Аналитические расчеты в гравиметрическом анализе. Использование в расчетах гравиметрического фактора.
12. Титриметрия. Классификация методов на основе реакции, лежащей в основе определения целевого компонента.
13. Принцип действия индикаторов в различных методах титриметрии.
14. Титрование. Приемы титрования: прямое, обратное и косвенное.
15. Способ пипетирования и способ отдельных навесок при титровании.
16. Математическая обработка результатов титриметрического анализа.
17. Техника экстракционных методов. Основные понятия в методе экстракции.
18. Расчет количественных характеристик процессов разделения, концентрирования и извлечения.

## Вопросы к зачету № 2 по дисциплине

1. Правила техники безопасности для работы в хроматографической лаборатории.
2. Газовый хроматограф, блок-схема прибора.
3. Выбор газа-носителя, неподвижной фазы, детектора.
4. Типы колонок в газовой хроматографии.
5. Качественный анализ в газовой хроматографии. Время удерживания, индексы Ковача.
6. Количественный анализ в газовой хроматографии. Расчеты содержания определяемого компонента.
7. Жидкостный хроматограф. Блок-схема прибора.
8. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая хроматография. Анализируемые вещества.
9. Детекторы в жидкостной хроматографии.
10. Ионообменники. Классификация по функциональным группам. Использование для разделения ионов металлов.
11. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии.
12. Основы выбора метода хроматографического анализа.
13. Правила техники безопасности в спектральной лаборатории.
14. Фотометрия пламени. Блок-схема пламенного анализатора жидкости.
15. Структура пламени. Процессы в пламени. Применение метода фотометрии пламени.
16. Количественный анализ методом фотометрии. Основной закон светопоглощения. Чувствительность фотометрического анализа. Определение молярного коэффициента светопоглощения. Блок-схема фотоэлектроколориметра.
17. Метод спектрофотометрии. Принцип определения ионов при совместном присутствии.
18. Блок-схема спектрофотометра.
19. Правила техники безопасности для работы в электрохимической лаборатории.
20. Типы ионоселективных электродов.
21. Нитрат-селективный электрод. Коэффициент селективности электрода.
21. Потенциометрическое титрование. Способы определения точки эквивалентности.
22. Принцип работы иономера.
23. Кулонометрическое титрование. Электрохимическая генерация титранта.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

## Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на экзаменах

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами аналитической химии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области современного химического анализа в соответствии с компетенциями.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не является полным, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, но допускает некоторые незначительные ошибки при ответе, что говорит о недостаточно полном освоении компетенций.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не является полным, и обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичное знание предмета, допускает существенные ошибки при ответе, что свидетельствует о недостаточном владении компетенциями.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>

<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует основным требованиям, обучающийся демонстрирует только отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Освоение предмета в рамках компетенций не показано.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>
--	---	----------------------------

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено

### Соотношение показателей и критериев оценивания результатов обучения на зачетах

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся выполнил и защитил результаты всех лабораторных работ, дает правильные ответы на вопросы КИМ к зачету, владеет умениями и навыками в соответствии с п.19.1, способен применять теоретические знания курса для решения практических задач в области современного химического анализа в соответствии со формируемыми компетенциями.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>зачтено</i>
<i>Выполнены и защищены не все лабораторные работы и/или ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует основным требованиям, обучающийся демонстрирует только отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Освоение курса в соответствии с компетенциями учебного плана и рабочей программы не показано обучающимся.</i>	–	<i>не зачтено</i>

### 20.3 Задания для индивидуальных опросов и диагностической работы (примеры)

#### Тестовые вопросы

1. Какой из перечисленных методов не является классическим химическим методом анализа?

1. Гравиметрия
2. Титриметрия

#### 3. Рентгенофлуоресцентный анализ

2. Выберите наиболее селективные методы из перечисленных.

1. Титриметрия
2. **Ионометрия**
3. Кондуктометрия

#### 4. Ферментативные методы

3. Выберите из списка методы разделения и концентрирования.

1. Кондуктометрия
2. **Экстракция**
3. **Электродиализ**
4. **Дистилляция**
5. Фотометрия
6. Титриметрия

4. К спектральным методам анализа относится:

1. Гравиметрия
2. Комплексонометрия
3. **Эмиссионный спектральный анализ**
4. Потенциометрический анализ

5. Потенциометрический метод – это...

1. Спектральный метод
  2. Хроматографический метод
  3. **Электрохимический метод**
6. На чем основан фотометрический метод?
1. **На поглощении излучения**
  2. На отражении излучения
  3. На испускании излучения
7. Кондуктометрия основана на...
1. Измерении потенциала индикаторного электрода
  2. **Измерении электропроводности раствора**
  3. Измерении количества электричества
  4. Измерении сопротивления раствора
8. Аналитический сигнал в кулонометрическом анализе:
1. Электрическая проводимость раствора
  2. **Количество электричества**
  3. Масса вещества, выделенного на электроде
9. Какие методы анализа основаны на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом?
1. Хроматографические;
  2. **Спектральные;**
  3. Электрохимические.
10. Укажите области спектра, в которых применим метод спектрофотометрии.
1. Ультрафиолетовая, инфракрасная
  2. Инфракрасная, видимая;
  3. **Видимая, ультрафиолетовая.**
11. Как выбрать длину волны при проведении фотометрических определений?
1. **Измерения проводят при длине волны, соответствующей максимуму поглощения света**
  2. Измерения проводят при длине волны, соответствующей минимуму поглощения
  3. Измерения можно проводить при любой длине волны, если раствор окрашен.
12. В каких координатах строят градуировочный график в фотометрии?
1. Оптическая плотность – длина волны
  2. **Оптическая плотность – концентрация**
  3. Сила тока – концентрация
13. Для определения каких ионов подойдет метод пламенной фотометрии?
1. Хлорид-ионы
  2. Ионы тяжелых металлов
  3. **Ионы щелочных металлов**
14. Какой закон лежит в основе абсорбционного спектрального анализа?
1. Закон Фарадея
  2. **Закон Бугера-Ламберта-Бера**
  3. Закон Ома.
15. Прямолинейный характер градуированного графика в фотометрическом анализе характеризует:
1. Отрицательное отклонение от закона светопоглощения
  2. Положительное отклонение от закона светопоглощения
  3. **Подчинение закону светопоглощения**



16. Для выбора аналитической длины волны при спектрофотометрических измерениях предварительно строят кривую светопоглощения, которая представляет собой:

1. **График зависимости оптической плотности раствора от длины волны падающего света.**
2. График зависимости оптической плотности раствора от концентрации раствора.
3. График зависимости интенсивности светового потока от толщины поглощающего слоя.
4. График зависимости оптической плотности раствора от толщины поглощающего слоя.

17. К какой группе методов относится хроматография?

1. Методы, основанные на образовании выделяемым веществом новой фазы.
2. Методы, основанные на массопереносе из одной фазы в другую через мембраны.
3. **Методы, основанные на распределении компонентов между двумя фазами (подвижной и неподвижной)**
4. Методы внутрифазного разделения.

18. Подвижная фаза – газ, неподвижная фаза – твердая. Вид хроматографии:

1. Тонкослойная
2. **Газоадсорбционная**
3. Газожидкостная
4. Жидкостная

19. В каком виде хроматографии разделение компонентов, входящих в смесь, происходит за счет их различных размеров?

1. Адсорбционной
2. Комплексообразовательной
3. Ионообменной
4. **Эксклюзионной**

20. С какой целью в газовой хроматографии используют значения времени удерживания вещества?

1. **Для качественной идентификации**
2. Для характеристики газа-носителя
3. Для количественного определения
4. Для оценки параметров колонки

21. Выберите виды плоскостной хроматографии.

1. **Хроматография на бумаге**
2. Ионообменная хроматография
3. **Хроматография в тонком слое сорбента**
4. Гель-хроматография

22. Количественный анализ в газовой хроматографии основан на измерении:

1. Объема удерживания
2. Приведенного времени удерживания
3. **Высоты/площади хроматографического пика**
4. Времени удерживания

## Вопросы

1. Как называются методы анализа, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом?

Ответ: Спектральные

2. В каком методе хроматографического разделения подвижной фазой является жидкость?

Ответ: в жидкостной хроматографии.

3. В прямой кондуктометрии концентрацию вещества определяют по результатам измерения удельной электропроводности или количества электричества?

Ответ: удельной электропроводности

4. Хлоридсеребряный электрод в паре со стеклянным применяют при измерении рН растворов или нитрат-ионов?

Ответ: рН растворов

5. Хроматографические методы анализа классифицируют по механизму разделения или по времени и объему удерживания веществ?

Ответ: по механизму разделения

6. Способность ионитов к ионному обмену характеризует обменная емкость или буферная емкость?

Ответ: обменная емкость

7. Поток жидкости или газа на выходе из хроматографической колонки называют...

Ответ: элюатом

8. Для преобразования световой энергии в электрическую используют фотоэлементы или светофильтры?

Ответ: фотоэлементы

9. Какое уравнение лежит в основе потенциометрического метода анализа?

Ответ: Уравнение Нернста

10. В каком спектральном методе применяют лампы с полым катодом?

Ответ: в атомно-абсорбционной спектроскопии

11. Индексы Ковача используют в хроматографии для количественного определения или качественной идентификации веществ?

Ответ: качественной идентификации веществ

12. К какой группе методов анализа относится электрогравиметрия?

Ответ: Электрохимические методы

13. Для качественного или количественного анализа используют электронные базы данных, содержащих библиотеки ИК-спектров соединений различных классов?

Ответ: для качественного анализа

14. Сопоставление экспериментального масс-спектра со спектрами, представленными в базе данных, позволяет идентифицировать вещество или установить его количественное содержание?

Ответ: идентифицировать вещество

### Задачи

1. Чему равна молярная (моль/л) концентрация вещества ( $M = 100$  г/моль) в растворе, если оптическая плотность раствора, измеренная при толщине кюветы 10 мм, равна 0,2, а молярный коэффициент светопоглощения  $\epsilon = 3440$  дм<sup>3</sup>/(моль·см)?

Ответ:  $C = 5,8 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>

2. Определите величину хроматографической подвижности  $R_f$  в бумажной распределительной хроматографии, если смещение фронта растворителя равно 71 мм, а смещение зоны компонента равно 59 мм.

Ответ:  $R_f = 0.83$

3. При спектрофотометрическом определении  $Ca^{2+}$  в виде комплексного соединения с комплексоном III оптическая плотность 0.00001 М раствора, содержащего  $Ca^{2+}$ , оказалась равной  $A = 0,326$ . Измерения проводились в кювете с толщиной слоя  $l = 5$  см. Вычислить молярный коэффициент поглощения комплекса.

Ответ: 6520

4. Рассчитайте молярную концентрацию раствора соляной кислоты, если его титр равен 0.003592 г/см<sup>3</sup>?

Ответ: 0.0984 моль/дм<sup>3</sup>

5. Определите значение pH раствора гидроксида натрия с концентрацией 0.001 моль/дм<sup>3</sup>.

Ответ: pH = 11.0

6. Чему равна молярная концентрация раствора соляной кислоты, содержащего в 1000 см<sup>3</sup> 2.0053 г вещества?

Ответ: 0.0550 М.

### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины, осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: *устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); оценки результатов практической деятельности (курсовая работа)*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

#### Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация (экзамен) проходит в устно-письменной форме. Студенты пишут ответы на вопросы билета во время подготовки (40 минут) при контроле самостоятельности со стороны экзаменатора. Затем экзаменатор проверяет Лист ответа и проводит собеседование со студентом, задает вопросы по билету и дополнительные вопросы по курсу.

Промежуточная аттестация (зачет) проходит в виде индивидуального опроса по приведенным в Рабочей программе вопросам.

#### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Задания должны быть выполнены в соответствии с требованиями, указанными на лекциях и лабораторных занятиях по аналитической химии, в соответствии с правилами IUPAC. Должны быть даны четкие ответы на вопросы билета, сформированного из вопросов, приведенных в Рабочей программе. Шкалы и критерии оценивания представлены в данном разделе выше.