Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор
_____Хагуров Т.А.
«_02_» ___июня__ 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Б1.О.20 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

| | |
|---|---|
| Специальность | 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия |
| Направленность (профиль) | Органическая и медицинская химия |
| Форма обучения | очная |
| Квалификация | химик |

Краснодар 2026

Рабочая программа дисциплины АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) - специалитета 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Программу составила:
Починок Т.Б., доцент кафедры аналитической химии,
к.х.н., доцент

Рабочая программа дисциплины Аналитическая химия
утверждена на заседании кафедры Аналитической химии
протокол № 7 « 9 » апреля 2026 г.
Заведующий кафедрой аналитической химии
профессор Темердашев З.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
Химии и высоких технологий
протокол № 7 « 29 » апреля 2026 г.
Председатель УМК факультета доцент Беспалов А.В.

Рецензенты:
Э.А. Александрова, д.х.н., профессор кафедры неорганической
и аналитической химии КубГАУ

**1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

**1.1. Цель дисциплины**: формирование базовых знаний о видах и способах химического анализа, методах определения состава веществ, выработка комплекса соответствующих умений и навыков и формирование компетенций, необходимых для успешного осуществления профессиональной деятельности.

**1.2. Задачи дисциплины:** изучение основ теории химических, физико-химических и физических методов анализа различных объектов, приобретение навыков химического эксперимента, навыков работы на современной учебно-научной аппаратуре и на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях, изучение особенностей анализа различных объектов.

**1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана. Информационно и логически связана со следующими дисциплинами:

-Физические методы анализа;
- Практикум по аналитической химии;
- Неорганическая химия;
- Практикум по неорганической химии;
- Физика;
- Математика;
- Физическая химия;
- Практикум по физической химии.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональной компетенции ОПК-1:

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине *(знает, умеет, владеет)* |
|---|---|
| **ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности** | Знает основные законы, принципы и теоретические основы важнейших химических и физико-химических методов исследования состава веществ и материалов |
| | Умеет интерпретировать результаты выполненных анализов; использовать фундаментальные физико-химические знания для объяснения процессов, лежащих в основе отдельных методов анализа, для выбора методов и методик анализа и оптимизации его условий; обсуждать результаты анализа с привлечением справочных данных. |
| | Владеет системой представлений о современных аналитических методах исследования состава веществ и материалов;<br>методологией проверки результатов химического анализа с привлечением справочных данных. |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с

утвержденным учебным планом. Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих результатов обучения.

**2. Структура и содержание дисциплины.**

**2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зач.ед. (288 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры (часы) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 3 | 4 | - | - |
| **Контактная работа, в том числе:** | | 140,6 | 70.3 | 70.3 | | |
| **Аудиторные занятия (всего)** | | 136 | 68 | 68 | | |
| В том числе: | | | | | | |
| Занятия лекционного типа | | 68 | 34 | 34 | | |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | | 68 | 34 | 34 | | |
| Лабораторные занятия | | - | - | - | | |
| | | | | | | |
| **Иная контактная работа:** | | | | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | | 4 | 2 | 2 | | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | | 0,6 | 0,3 | 0,3 | | |
| **Самостоятельная работа, в том числе:** | | 76 | 38 | 38 | | |
| *Курсовая работа* | | - | - | - | | |
| *Проработка учебного (теоретического) материала* | | 38 | 19 | 19 | | |
| *Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)* | | | | | | |
| *Реферат* | | | | | | |
| *Подготовка к текущему контролю* | | 38 | 19 | 19 | | |
| **Контроль:** | | | | | | |
| Подготовка к экзамену | | 71,4 | 35,7 | 35,7 | | |
| Общая трудоемкость час | Час. | 288 | 144 | 144 | | |
| | В том числе контактная работа | 140.6 | 70,3 | 70,3 | | |
| | зач. ед. | 8 | 4 | 4 | | |

**2.2 Содержание дисциплины:**

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам (темам) дисциплины.

**Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре**

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

| № раз-дела | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Самостоятельная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 1 | Введение. Аналитическая химия как наука | 6 | 2 | 2 | | 2 |
| 2 | Метрологические основы химического анализа | 8 | 2 | 4 | | 2 |

| № раз-дела | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Самостоятельная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 3 | Пробоотбор и пробоподготовка | 8 | 2 | 2 | | 4 |
| 4 | Основные закономерности протекания химических реакций. Закон действия масс | 6 | 2 | 2 | | 2 |
| 5 | Основные типы химических реакций в аналитической химии. Кислотно-основные реакции | 10 | 4 | 4 | | 2 |
| 6 | Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование | 8 | 4 | 2 | | 2 |
| 7 | Окислительно-восстановительные реакции. | 10 | 2 | 4 | | 4 |
| 8 | Окислительно-восстановительное титрование | 10 | 2 | 4 | | 4 |
| 9 | Реакции комплексообразования. | 8 | 2 | 2 | | 4 |
| 10 | Комплексометрическое титрование | 12 | 4 | 4 | | 4 |
| 11 | Процессы осаждения и соосаждения | 6 | 2 | 2 | | 2 |
| 12 | Осадительное титрование | 4 | 2 | | | 2 |
| 13 | Гравиметрический метод анализа | 10 | 4 | 2 | | 4 |
| | *Итого по дисциплине:* | | 34 | 34 | | 38 |

**Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре *(очная форма)***

| № раз-дела | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Классификация инструментальных методов. Аналитический сигнал. Основные приемы перехода от величины аналитического сигнала к концентрации. Градуировочные функции. Фон и способы его снижения | 8 | 2 | 4 | | 2 |

| № раз-дела | Наименование разделов (тем) | Количество часов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 2 | Спектроскопические методы анализа. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Спектры атомов и молекул | 11 | 2 | 4 | | 5 |
| 3 | Методы абсорбционной спектроскопии | 16 | 6 | 6 | | 4 |
| 4 | Методы эмиссионной спектроскопии | 14 | 6 | 4 | | 4 |
| 18. | Электрохимические методы анализа | 20 | 6 | 6 | | 8 |
| 5 | Хроматографические методы анализа. Масс-спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия | 20 | 6 | 6 | | 8 |
| 5 | Термические методы анализа | 4 | 2 | - | | 2 |
| 6 | Методы разделения и концентрирования. Основные объекты анализа | 13 | 4 | 4 | | 5 |
| | *Итого по дисциплине* | | 34 | 34 | | 38 |

**2.3 Содержание разделов дисциплины:**
**2.3.1 Занятия лекционного типа.**

**3 семестр**

| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Введение. Аналитическая химия как наука. | Химический анализ. Значение и области использования химического анализа. Классификация методов анализа. Аналитическая химия как наука. Краткий исторический очерк. Основные методы аналитической химии. Аналитическая служба. Понятие о методе анализа и методике. Аналитический сигнал. Перспективы развития аналитической химии. | Устный опрос |
| 2 | Метрологические основы химического анализа | Метрологические основы химического анализа. Воспроизводимость. Правильность. Статистическая обработка результатов анализа. Предел обнаружения, чувствительность, диапазон определяемых концентраций. | Устный опрос. ЛР контр.работа |
| 3 | Пробоотбор | Пробоотбор и пробоподготовка. Ошибки | Устный |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | и пробоподготовка | пробоотбора. | опрос |
| 4 | Основные закономерности протекания химических реакций. | Закон действующих масс. Константы равновесия - термодинамические, реальные, условные, их взаимосвязь. Коэффициенты активности, мольные доли, примеры конкурирующих реакций. | Устный опрос ЛР |
| 5 | Основные типы химических реакций Кислотно-основные реакции. | Теории кислот и оснований: теория Аррениуса, Льюиса, Усановича, их недостатки. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Протолитическая пара. Константы кислотности и основности. Автопротолиз. Факторы, влияющие на силу протолитов. Влияние растворителей на силу протолитов. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. №1 |
| 6 | Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование. | Титриметрический метод анализа, основные понятия. Первичные и вторичные стандарты. Классификация титриметрических методов анализа. Основные приемы титрования, расчет результатов прямого, обратного и косвенного титрования. Кислотно-основное титрование. Стандартные растворы, приготовление, стандартизация и хранение. | Устный опрос. ЛР |
| | | Индикаторы кислотно-основного титрования. Ионная, хромофорная, ионно-хромофорная теория индикаторов. Современные представления о связи окраски вещества с электронным строением его молекул. РТ индикаторов, интервал перехода окраски. Требования к индикаторам, их классификация. | Устный опрос. ЛР |
| | | Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Принцип подбора индикаторов. Приемы титрования очень слабых кислот и оснований. Индикаторные ошибки титрования. Примеры применения кислотно-основного титрования для анализа реальных объектов. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. №2 |
| 7 | Окислительно-восстановительные реакции | Окислительно-восстановительные реакции, их классификация. Направление редокс-процессов. Стандартный и формальный редокс-потенциал, связь между ними. Константы равновесия редокс-процессов. | Устный опрос. ЛР |
| 8 | Окислительно- | Окислительно-восстановительное титрование, классификация. Индикаторы | Устный опрос. ЛР |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | восстановительное титрование | редокс-титрования, интервал перехода окраски. Классификация, примеры индикаторов. | |
| | | Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Перманганатометрия, дихроматометрия, иодометрия. Стандартные растворы, особенности их приготовления, стандартизации и хранения. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. №3 |
| 9 | Реакции комплексообразования. | Комплексные соединения. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Константы устойчивости термодинамические, реальные, условные. Внутрикомплексные соединения и хелаты. | Устный опрос. ЛР |
| 10 | Комплексометрическое титрование | Комплексоны. ЭДТА, равновесия в растворах ЭДТА. Особенности взаимодействия ЭДТА с ионами металлов. Комплексонометрическое титрование. Металлохромные индикаторы, механизм их действия, рТ. | Устный опрос. ЛР |
| | | Расчет кривых комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования. Основные приемы комплексонометрического титрования. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. №4 |
| 11 | Процессы осаждения и соосаждения. | Гетерогенные равновесия. Константы растворимости. Примеры расчета растворимости с учетом различных факторов. | Устный опрос. ЛР |
| 12 | Осадительное титрование | Осадительное титрование. Методы Мора, Фольгарда, Фаянса. Индикаторы, условия применения, мешающие ионы. Безындикаторные методы фиксирования конечной точки титрования. Кривые осадительного титрования, факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. | Устный опрос. ЛР |
| 13 | Гравиметрический метод анализа | Гравиметрический анализ. Гравиметрическая и осаждаемая формы. Основные причины загрязнения осадков – адсорбция, окклюзия, изоморфизм. | Устный опрос. ЛР |
| | | Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Относительное пересыщение. Метод возникающих реагентов. Промывание осадков. Требования к осадителям, расчет необходимого | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. №4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | количества осадителя. Расчет потерь за счет растворимости при промывании осадка. Применение метода. | |

**2.3.2 Занятия семинарского типа.**

**3 семестр**

| № | Темы практических занятий | Форма текущего контроля |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 4 |
| 1. | Равновесие в гомогенных системах. Кислотно-основное равновесие. Вычисление pH в растворах слабых и сильных кислот и оснований.Вычисление pH в растворах амфолитов и буферных растворах. | Устный опрос. Контрольная работа 1 |
| 2. | Кислотно-основное титрование. Вычисление результатов титриметрического анализа методом прямого, обратного и косвенного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Кривые титрования. Индикаторные ошибки титрования. | Устный опрос. Контрольная работа 2 |
| 3. | Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Редокс-потенциал - стандартный, формальный. Константы равновесия редокс-реакций. Потенциал в точке эквивалентности. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительное титрование. | Устный опрос. Контрольная работа 3 |
| 4. | Комплексные соединения. Внутрикомплексные соединения. Комплексоны. Металлохромные индикаторы. Комплексонометрическое титрование. Кривые комплексонометрического титрования. | Устный опрос. Контрольная работа 4 |
| 5. | Равновесие в системе осадок - раствор. Расчет растворимости малорастворимых соединений. Гравиметрический анализ. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Основные причины загрязнения осадков. Промывание осадков. Расчет количества осадителя. Расчет потерь за счет растворимости в гравиметрии | Устный опрос. Контрольная работа 4 |

**2.3.3 Лабораторные занятия не предусмотрены**

**2.3.4 Занятия лекционного типа.**

**4 семестр**

| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Классификация инструментальных методов. Аналитический сигнал. | Общие принципы и классификация инструментальных методов. Аналитический сигнал. Градуировочные функции. Чувствительность и селективность методики. Фон, его происхождение и способы уменьшения. Основные способы расчета концентрации по величине аналитического сигнала. | Устный опрос |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 | Спектроскопические методы анализа. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Спектры атомов и молекул. | Спектр электромагнитного излучения: энергия, способы ее выражения; диапазоны электромагнитного излучения, типы энергетических переходов. Основные типы взаимодействия вещества с излучением. Классификация спектроскопических методов анализа. Спектры испускания, поглощения и рассеяния. Атомные спектры. Энергетические переходы. Характеристики спектральных линий. Молекулярные спектры. Схемы электронных уровней молекулы. Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера-Ламберта-Бера) и закон излучения (Ломакина-Шейбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения. Спектральные приборы, их классификация. Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе. | Устный опрос. ЛР контр.раб. |
| 3 | Методы абсобционной спектроскопии | Атомно-абсорбционная спектроскопия. Схема прибора. Пламенная и электротермическая атомизация. Источники излучения. Правила Уолша. Зависимость оптической плотности плазмы от концентрации элементов в растворе. Факторы, влияющие на точность анализа. Метод «холодного пара». Области применения, возможности, преимущества и ограничения метода. | Устный опрос ЛР |
| | | Связь химической структуры соединения с электронным абсорбционным спектром. Функциональный анализ по электронным спектрам. Количественные характеристики поглощения света, их взаимосвязь. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера, их причины и способы предупреждения. Фотометрические реакции и требования к ним. Оптимальные условия фотометрирования.<br>. Основные узлы спектрофотометрической аппаратуры. Инструментальные погрешности; оптимальный интервал измеряемых значений оптической плотности. Способы определения концентрации поглощающего вещества в растворе. Дифференциальный способ спектрофотометрических измерений. Анализ многокомпонентных систем. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | | Молекулярная абсорбционная спектроскопия в ИК области спектра. Идентификация и структурно-групповой анализ по ИК спектрам. Количественный анализ в ИК- спектроскопии. ИК спектрофотометры диспергирующего типа, их основные узлы. Фурье-спектрометры, принцип их работы и преимущества. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. |
| 5 | Методы эмиссионной спектроскопии | Принципы и теоретические основы атомно-эмиссионного спектрального анализа. Основные источники атомизации и возбуждения. Связь аналитического сигнала с концентрацией аналита. Метод пламенной фотометрии. Аналитические возможности атомно-эмиссионного метода анализа.<br>Люминесценция и ее основные характеристики. Классификация видов люминесценции. Аппаратура для исследования люминесценции. Регистрация спектров возбуждения и испускания люминесцирующих веществ. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Тушение люминесценции. Количественный люминесцентный анализ: | Устный опрос. ЛР |
| | | Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Методы рентгеновской спектроскопии. Рентгенофлуоресцентные спектрометры энергодисперсионные и волнодисперсионные. Детекторы рентгеновского излучения. Кристаллы-анализаторы. Особенности пробоподготовки. Области применения, возможности, преимущества и ограничения методов. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. |
| 6 | | Общая характеристика и классификация электрохимических методов. | Устный опрос. ЛР |
| | | Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока. Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.<br>Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Аналитические возможности и практическое применение | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | потенциометрического метода. | |
| | | Вольтамперометрический метод анализа. Классификация вольтамперометрических методов. Полярография.Общая характеристика полярографической кривой. Зависимость диффузионного тока от различных факторов. Уравнение Ильковича. Потенциал полуволны. Применение твердых электродов в вольтамперометрии. Стацинарные и вращающиеся микроэлектроды. Модифицированные электроды. Инверсионная вольтамперометрия. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Виды кривых титрования. Аналитические возможности и практическое применение вольтамперометрических методов. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. |
| | | ***Кулонометрия***.Теоретические основы. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования. Примеры практического применения.<br><br>***Кондуктометрия***. Принципы кондуктометрии, возможности и области применения. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Практическое применение методов кондуктометрии.<br><br>***Электрогравиметрия.*** Принципы, преимущества, область применения электрогравиметрии. Электролиз при контролируемом потенциале и его применение для целей разделения и концентрирования. Аппаратура. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 | Хроматографические методы анализа. | Хроматография. Классификация методов Основные принципы хроматографии. Классификация хроматографических методов. Основные параметры хроматограммы. Критерии разделения пиков. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Концепция теоретических тарелок. Кинетическая теория хроматографии. Уравнение Ван-Деемтера. Вычисление оптимальной скорости подвижной фазы. Идентификация компонентов смеси по хроматограмме. Количественный анализ.<br>Газоадсорбционная и газожидкостная хроматография..Схема газового хроматографа. Основные типы детекторов: катарометры; детекторы электронного захвата; пламенно-ионизационные детекторы. Выбор детектора. Аналитические возможности, области применения газовой хроматографии. | Устный опрос. ЛР |
| | | Жидкостная колоночная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Основные виды ВЭЖХ: адсорбционная, распределительная, ионообменная, эксклюзионная - общие принципы методов, определяемые вещества. Устройство и особенности жидкостных хроматографов. Насосы, колонки. Основные типы детекторов. Применение различных видов ВЭЖХ для разделения и определения органических соединений. Преимущества методов ВЭЖХ. Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Качественный и количественный анализ. | Устный опрос. ЛР Рейт.к.р. |
| 8 | Масс-спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия | Принцип масс-спектрометрического метода анализа. Схема и основные узлы масс-спектрометра. Важнейшие способы ионизации. Типы масс-анализаторов. Масс-спектр. Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный анализ. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Преимущества плазменной масс-спектрометрии. ***Хромато-масс-спектрометрия***. Принцип метода, его преимущества по сравнению с масс-спектрометрическим методом анализа.<br>Аналитические возможности и области применения масс-спектрометрии. | Устный опрос. Контр.раб. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 | Термические методы | Термические методы исследования и анализа. Классификация. Термогравиметрия, термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия. Термопары. Дериватографы. Синхронные термоанализаторы. Применение методов для исследования физико-химических свойств и анализа веществ и материалов. | |
| 10 | Методы разделения и концентрирования. | Основные виды маскирования – равновесные и неравновесные. Основные приемы маскирования. Примеры применения маскирования в химическом анализе. Количественные характеристики: коэффициент распределения, степень извлечения, степень разделения. Соосаждение.<br><br>Экстракция как метод разделения и концентрирования. Классификация экстракционных процессов. Основные законы и количественные характеристики.Факторы, влияющие на степень извлечения при однократной экстракции. Степень извлечения при многократной экстракции. Выбор pH экстракции. Важнейшие экстрагенты и требования к ним.<br>Сорбция как способ концентрирования. Механизм сорбции. Сорбенты, используемые при концентрировании микропримесей.<br><br>Специфика пробоотбора и пробоподготовки в ходе анализа объектов разного типа. Представительность пробы. Факторы, обусловливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа, - «сухие» и «мокрые». | Устный опрос. ЛР Контр.раб. |
| 11 | Основные объекты анализа | Анализ реальных объектов. Перспективы развития аналитической химии. Снижение предела обнаружения и увеличение точности анализа. Автоматизация и компьютеризация анализа. Системы «электронный нос» и «электронный язык». Миниатюризация. Развитие «полевых» методов анализа. Развитие гибридных методов анализа. Дистанционный анализ. Развитие неразрушающих методов анализа | Устный опрос. Устные доклады |

**2.3.5 Занятия семинарского типа.**

**4 семестр**

| № | Темы практических занятий | Форма текущего контроля |
|---|---|---|
| 1 | 3 | 4 |
| 1. | Спектрофотометрический метод анализа. Вычисление результатов спектрофотометрического анализа. Дифференциальная спектрофотометрия. | Расчетные задания. Устный опрос. Рейт.к.р. |
| 2. | Атомно-абсорбционная спектроскопия. | Устный опрос. Рейт.к.р. |
| 3. | ИК-спектроскопия. Качественный и количественный анализ. | Устный опрос. |
| 4. | Атомный эмиссионный спектральный анализ. Рентгено-флуоресцентный метод анализа. | Устный опрос. Рейт.к.р. |
| 5. | Люминесцентный анализ. | Устный опрос. |
| 6. | Потенциометрия. | Расчетные задания. Устный опрос.Рейт. к.р. |
| 7. | Вольтамперометрия | Расчетные задания. Устный опрос.Рейт. к.р. |
| 8. | Кулонометрия, электрогравиметрия, кондуктометрия. | Расчетные задания Устный опрос.Рейт. к.р. |
| 9. | Хроматография. | Устный опрос. Рейт.к.р. |
| 10. | Масс-спектрометрия. Хромато-масс-спектрометрия. | Устный опрос. |
| 11. | Основные объекты анализа. Перспективы развития аналитической химии | Устный опрос. |

**2.3.6. Лабораторные занятия в 4 семестре не предусмотрены**

**2.3.7 Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовые работы - не предусмотрены

**2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

| № | Вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Проработка учебного (теоретического) материала | 1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания/ сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2018. 89 с.<br>2. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Аналитическая химия. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2013.<br>3. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Краснодар, КубГУ, 2016.<br>4. Учебники и задачники из списка основной литературы. |

| | | |
|---|---|---|
| | Выполнение индивидуальных заданий, подготовка сообщений | 1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания/ сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2018. 89 с.<br>2. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Аналитическая химия. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2013.<br>4. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Краснодар, КубГУ, 2016.<br>3. Учебники и задачники из списка основной литературы. |
| | Подготовка к текущему контролю | 1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания/ сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2018. 89 с.<br>2. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Аналитическая химия. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2013.<br>3. Т.Б. Починок, З.А. Темердашев. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Краснодар, КубГУ, 2016.<br>4. Учебники и задачники из списка основной литературы. |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в печатной форме увеличенным шрифтом,
– в форме электронного документа,
– в форме аудиофайла,
– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа,
– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

**3. Образовательные технологии.**

В процессе освоения данной учебной дисциплины используются следующие образовательные технологии: аудиторная работа в виде традиционных форм: лекции, семинары, практические занятия и т.п.; самостоятельная работа студентов, групповые дискуссии, проводится разбор практических задач. Предусмотрены контактные часы, в рамках которых преподаватель, с одной стороны, оказывает индивидуальные консультации по ходу выполнения самостоятельных заданий, а с другой стороны, осуществляет контроль и оценивает результаты этих индивидуальных заданий. Для фиксации творческого продвижения используется рейтинговая система оценки знаний студентов по результатам проверки модульных рейтинговых контрольных работ,

применяется обсуждение результатов работы студенческих исследовательских групп, Некоторые разделы теоретического курса рассматриваются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

В рамках чтения курса предусмотрено посещение лабораторий Эколого-аналитического центра и центра коллективного пользования Кубанского госуниверситета.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Аналитическая химия».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме вопросов для подготовки к контрольным работам и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий.

### .4.1. Вопросы к контрольным и самостоятельным работам

**Самостоятельная работа №1**

**по теме «Метрологические основы аналитической химии»**

1. Объясните смысл параметра «точность химического анализа».
2. Укажите, чем отличаются понятия «сходимость» и «воспроизводимость».
3. Систематические ошибки, их источники.
4. Правильность результатов химического анализа. Какими способами можно проверить правильность результата анализа?
5. В чем отличие систематических ошибок от случайных?
6. Какие величины характеризуют воспроизводимость выборочной совокупности данных химического анализа?
7. Назовите постоянные параметры нормального распределения случайной величины.
8. Назовите основные свойства кривой нормального распределения Гаусса.
9. Дайте определение понятиям: дисперсия; стандартное отклонение и относительное стандартное отклонение выборочной совокупности; доверительная вероятность; доверительный интервал?
10. Напишите уравнение для расчета доверительного интервала .
11. Дайте определение понятия «промах». Каким образом из серии измерений исключают грубые промахи?
12. В чем заключается метод наименьших квадратов? Каким образом получают уравнение прямой для экспериментальных значений методом наименьших квадратов?
13. Дайте определение понятиям: предел обнаружения, открываемый минимум, диапазон измеряемых концентраций, селективность, экспрессность анализа; аналитический сигнал; «идентификационный параметр.
14. Перечислите критерии выбора метода анализа.
15. Значащие цифры и правила округления чисел, выражающих результат анализа.

**16.** Единицы СИ в анализе: основные, производные, внесистемные (эквивалент, титр, молярная концентрация эквивалента, моляльность и др.).

**17.** Погрешности отдельных стадий и конечного результата. Суммирование погрешностей.

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

**Рейтинговая контрольная работа №1**

по теме «***Кислотно-основные реакции***»

1. Сформулируйте закон действующих масс.
2. Факторы, влияющие на скорость химических реакций.
3. Термодинамическая константа равновесия. Факторы, влияющие на ее величину.
4. Реальная константа равновесия. Связь с термодинамической константой. Факторы, влияющие на величину $К^{р}$.
5. Условная константа равновесия. Связь между условной, реальной и термодинамической константами равновесия. Факторы, влияющие на величину $К^{у}$.
6. Активность ионов. Коэффициент активности, средний коэффициент активности. Факторы, влияющие на величину коэффициента активности.
7. Ионная сила раствора. Расчет ионной силы раствора и коэффициентов активности ионов. Уравнения Дебая-Хюккеля и Дэвиса.
8. Дайте определение конкурирующей реакции и приведите примеры конкурирующих реакций для процессов диссоциации кислоты или основания ; равновесия в гетерогенной системе; реакции образования комплексного соединения.
9. Коэффициент конкурирующей реакции и мольная доля иона. Выведите уравнение для расчета мольной доли аниона слабой многоосновной кислоты .
10. Вычисление равновесной концентрации иона с использованием мольной доли или коэффициента конкурирующей реакции. Примеры.
11. Константа и степень диссоциации электролита. Закон разбавления Оствальда.
12. Сформулируйте основные положения теорий Аррениуса, Льюиса и Усановича, назовите их основные недостатки.
13. Дайте определение кислоты и основания с точки зрения протолитической теории Бренстеда-Лоури. Приведите примеры нейтральных и заряженных кислот и оснований.
14. Что такое сопряженная кислотно-основная протолитическая пара? Приведите примеры.
15. Какие вещества называются амфипротными? Какие равновесия наблюдаются в растворах амфолитов? Приведите примеры.
16. Факторы, влияющие на силу протолитов. Внутренние и внешние факторы. Примеры.
17. Дайте определение протогенных, протофильных, амфипротных и апротонных растворителей. Приведите примеры.
18. Приведите примеры и напишите уравнения реакций взаимодействия кислот и оснований с амфипротными растворителями.
19. Какова роль растворителя в проявлении кислотных или основных свойств протолитов? В чем заключается дифференцирующее и нивелирующее действие растворителей? Приведите примеры.
20. Какая реакция называется автопротолизом? Приведите примеры. Что такое

константа автопротолиза?

21. Что такое ионы лиония и лиата? Приведите примеры
22. Ионное произведение воды. Факторы, влияющие на величину $K_{H2O}$.
23. Что такое водородный и гидроксильный показатели? Как они связаны между собой?
24. Что является мерой кислотности (основности) неводных растворов? Почему одно и то же значение pH в среде разных растворителей может соответствовать либо кислой, либо щелочной или нейтральной среде? Дайте определение, какие растворы считаются кислыми, щелочными, нейтральными.
25. Дайте определение константы кислотности, константы основности, Приведите примеры.
26. Выведите уравнение, устанавливающее связь между константами кислотности и основности для сопряженной протолитической пары.
27. Какие растворы называются буферными?
28. Объясните механизм буферного действия на конкретном примере.
29. Буферная емкость. Факторы, влияющие на величину буферной емкости.
30. Выведите формулу для расчета pH буферного раствора.
31. Выведите формулу для расчета pH раствора слабой кислоты (слабого основания)
32. для случаев, когда $\alpha \leq 5$ %, $\alpha > 5$ %.
33. Выведите формулу для расчета pH в растворе серной кислоты.
34. Выведите формулу для расчета pH в растворе амфолита. Приведите примеры протолитов с амфотерными свойствами.
35. В каких случаях при расчете pH растворов кислот и оснований можно пренебречь автопротолизом растворителя, и в каких случаях неучет этого процесса приведет к серьезным ошибкам?
36. Уравнение электронейтральности. Примеры.
37. Уравнение материального баланса. Примеры.

**Типовые задачи к рейтинговой контрольной работе №1**

1. Расчет pH в растворах сильных и слабых протолитов без учета ионной силы растворов.
2. Расчет pH в растворах амфолитов.
3. Вычисление pH в буферных растворах.
4. Составление буферных растворов с заданным значением pH.

**Рейтинговая контрольная работа №2**

по теме «***Кислотно-основное титрование***»

1. Назовите основные метрологические характеристики титриметрического метода анализа (диапазон определяемых концентраций, погрешности, нижнюю границу определяемых содержаний)
2. Назовите основные достоинства и недостатки титриметрического метода анализа.
3. Перечислите основные требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом методе.
4. Дайте определение основным способам титрования (прямое, обратное, по методу замещения).
5. Что такое первичные стандартные вещества? Какие требования к ним предъявляются?
6. Назовите основные способы приготовления стандартных растворов.
7. Какие растворы называются вторичными стандартными? Каким образом

устанавливают их точную концентрацию?

8. Назовите основные рабочие раствора в кислотно-основном титровании. Укажите вещества, по которым проводят стандартизацию этих растворов. Напишите уравнения реакций.
9. Дайте определение титрования по способу пипетирования и по способу отдельных навесок.
10. Дайте определение следующим понятиям: титр раствора; титр раствора по определяемому веществу; эквивалент вещества; фактор эквивалентности; молярная концентрация эквивалента; массовая доля. Приведите формулы, связывающие эти понятия.
11. Изложите основные положения ионной теории кислотно-основных индикаторов и ее основные недостатки.
12. Основные положения хромофорной теории индикаторов и основные недостатки этой теории.
13. Основные положения ионно-хромофорной теории. Таутомеризация. Диссоциация индикатора. Кажущаяся константа кислотно-основного индикатора.
14. Дайте определение интервала перехода окраски кислотно-основного индикатора, pT.
15. Что такое хромофоры? Ауксохромы? Покажите эти группы в химических формулах фенолфталеина, метилоранжа, пара-нитрофенола.
16. Напишите структурные формулы обеих таутомерных форм фенолфталеина, метилоранжа, пара-нитрофенола и объясните механизм изменения окраски этих индикаторов.
17. Связь интервала перехода окраски кислотно-основного индикатора и его кажущейся константы.
18. Какие факторы влияют на интервал перехода окраски кислотно-основных индикаторов?
19. Назовите основные требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам.
20. Назовите основные группы кислотно-основных индикаторов, укажите их хромофоры.
21. Как меняется величина скачка на кривой титрования от: а) концентрации растворов; б) константы диссоциации кислот или оснований; в) температуры? Ответы мотивируйте.
22. Каковы предельные значения концентраций титруемых веществ, а также констант кислот и оснований, при которых на кривой титрования наблюдается скачок?
23. При каком условии возможно раздельное титрование смеси кислот (или многоосновных кислот и многокислотных оснований) по ступеням? Ответ мотивируйте.
24. Как можно оттитровать фосфорную кислоту по третьей ступени? Назовите основные приемы титрования очень слабых кислот и оснований. Приведите примеры.
25. Как определить при совместном присутствии карбонат- и гидрокарбонат-ионы?
26. Как определить при совместном присутствии карбонат- и гидроксид-ионы?
27. Назовите основные типы индикаторных ошибок в кислотно-основном титровании. Как определяется знак индикаторной ошибки? Приведите примеры.
28. Рассчитайте величину скачка на кривой титрования слабой (сильной) кислоты сильным основанием; слабого (сильного) основания сильной кислотой. Объясните принцип подбора индикаторов.
29. Можно ли в качестве титрантов использовать слабые кислоты и основания? Почему?
30. Для каких целей применяется метод кислотно-основного титрования? Приведите

примеры.

***Типовые задачи к рейтинговой контрольной работе №2***

1. Вычисление pH растворов в процессе кислотно-основного титрования.
2. Расчет скачка и кривой титрования сильных и слабых кислот и оснований.
3. Вычисление индикаторных ошибок титрования.
4. Вычисление результатов прямого, обратного и заместительного кислотно-основного титрования.
5. Расчеты при приготовлении растворов необходимой концентрации. Титр, массовая доля, молярная концентрация эквивалента и переход от одной концентрации к другой.

**Рейтинговая контрольная работа №3**

по теме «***Окислительно-восстановительное титрование***»

1. Стандартный и формальный окислительно-восстановительный потенциал. Какая связь между ними?
2. Устройство гальванического элемента, примеры.
3. Каким образом по величине стандартных или формальных потенциалов можно судить о направлении редокс-реакции?
4. Напишите уравнение Нернста и поясните смысл входящих в него величин.
5. Влияние ионной силы на величину электродного потенциала.
6. Влияние конкурирующей реакции комплексообразования с участием окисленной (восстановленной) формы на величину электродного потенциала.
7. Влияние конкурирующей реакции образования малорастворимых соединений с участием окисленной (восстановленной) формы на величину электродного потенциала.
8. Влияние pH на величину электродного потенциала.
9. Выведите формулу для расчета константы равновесия окислительно-восстановительной реакции.
10. Как можно изменить направление окислительно-восстановительной реакции?
11. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
12. Приведите примеры приемов увеличения скачка титрования.
13. В каких случаях кривая симметрична, а в каких асимметрична относительно точки эквивалентности?
14. Индикаторы редокс-титрования. Классификация, требования к индикаторам, примеры.
15. Интервал перехода окраски редокс-индикаторов, pT.
16. Вычисление ошибок редокс-титрования.
17. Дайте определение следующим понятиям: индуцированная окислительно-восстановительная реакция; актор: индуктор; акцептор.
18. Каким образом определяется фактор эквивалентности и молярная масса эквивалента для веществ, вступающих в реакции окисления-восстановления?
19. Расчет редокс-потенциала в точке эквивалентности для окислительно-восстановительных реакций, в том числе протекающих с участием ионов $H_3O^+$, $OH^-$ и др.
20. Напишите уравнения реакций, протекающих в растворах дифениламина при его использовании в качестве редокс-индикатора.
21. Перманганатометрия; уравнения, лежащие в основе использования перманганата калия в качестве окислителя. Причины изменения титра раствора $KMnO_4$. Применение метода. Примеры.
22. Приготовление, хранение и стандартизация раствора $KMnO_4$.
23. Иодометрия. Приготовление, хранение и стандартизация рабочих растворов.

Причины изменения титра раствора тиосульфата натрия во времени. Применение метода, примеры.

24. Индикатор в методе иодометрии, особенности его применения.
25. Дихроматометрия. Уравнение, лежащее в основе метода. Приготовление рабочего раствора, индикаторы. Применение метода.

***Типовые задачи***

- Расчет скачка на кривой редокс-титрования и потенциала в точке эквивалентности;
- Вычисление результатов редокс-титрования;
- Определение молярной массы эквивалента и фактора эквивалентности участников ОВР;
- Расчет формальных потенциалов по данным о составе раствора;
- Расчет констант равновесия ОВР.

**Рейтинговая контрольная работа №4**

**по теме «*Осадительное и комплексонометрическое титрование. Гравиметрия*»**

1. Произведение растворимости. Условное, реальное и термодинамическое произведение растворимости. Условия их применения для расчетов. Взаимосвязь.
2. Растворимость малорастворимых соединений. Связь растворимости с произведением растворимости.
3. Влияние pH на растворимость малорастворимого соединения.
4. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимого соединения
5. Влияние ионной силы раствора на растворимость малорастворимого соединения
6. Влияние конкурирующих реакций на растворимость малорастворимого соединения.
7. Сформулируйте условия образования и растворения осадков.
8. Влияние температуры на растворимость малорастворимого соединения.
9. Сформулируйте условия превращения менее растворимого соединения в более растворимое.
10. Влияние природы растворителя на растворимость малорастворимого соединения.
11. Фиксирование конечной точки титрования по методу Мора. Условия применения индикатора, определяемые вещества.
12. Изложите сущность метода Фольгарда . Укажите условия применения метода, назовите определяемы ионы.
13. Изобразите строение мицеллы и гранулы на примере какого-либо конкретного соединения.
14. Механизм образования осадков. Правила Паннета-Фаянса-Гана.
15. Применение адсорбционных индикаторов для фиксирования конечной точки титрования.
16. Безындикаторные методы фиксирования конечной точки титрования.
17. Расчет кривой осадительного титрования.
18. Факторы, влияющие на скачок титрования.
19. В каких случаях кривая осадительного титрования оказывается симметричной, а в каких случаях асимметричной относительно точки эквивалентности?
20. Дайте определение следующим понятиям: комплексное соединение; хелат; внутрикомплексное соединение; Однороднолигандный и разнороднолигандный комплекс; полиядерный и моноядерный комплекс; дентатностьлиганда; координационное число.

21. Какова природа химических связей в комплексных соединениях?
22. Константы устойчивости и нестойкости комплексных соединений: общие; ступенчатые; термодинамические, реальные, условные. Связь между ними.
23. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.
24. Среднее лигандное число, степень образования комплекса.
25. Приведите примеры использования комплексных соединений для маскирования мешающих ионов в качественном анализе и титриметрическом методе количественного анализа.
26. Приведите примеры использования комплексных соединений для определения элементов.
27. Напишите химические формулы важнейших комплексонов.
28. Каковы особенности взаимодействия ЭДТА с ионами металлов?
29. Какова дентатность ЭДТА?
30. Какова связь между реальной, условной и реальной константами устойчивости трилонатов металлов?
31. Каким образом рассчитывается молярная масса эквивалента ЭДТА?
32. Выведите формулу для расчета мольной доли иона $Y^{4-}$ в условиях протонирования.
33. Выведите формулу для расчета мольной доли металла в условиях протекания конкурирующей реакции комплексообразования.
34. Расчет кривой комплексонометрического титрования.
35. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой комплексонометрического титрования.
36. Металлохромные индикаторы. Механизм их действия, требования к индикаторам.
37. Приведите примеры металлохромных индикаторов.
38. Как можно повысить селективность комплексонометрического титрования?
39. Приготовление и стандартизация рабочих растворов ЭДТА.
40. Объясните сущность прямого, обратного и вытеснительного комплексонометрического титрования. Приведите примеры применения основных приемов титрования для определения катионов и анионов.
41. Требования к весовой форме и форме осаждения.
42. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
43. Понятие об относительном пересыщении и его влиянии на процесс получения осадков.
44. Промывание осадков. Уравнение промывной жидкости. Требования к промывным жидкостям.
45. Расчет количества осадителя. Требования к осадителям.
46. Причины загрязнения осадков.

***Типовые задачи***

- Вычисление результатов комплексонометрического и осадительного титрования. Вычисление результатов гравиметрического анализа.
- Расчет растворимости малорастворимых соединений по данным о ПР.
- Определение расчетным путем возможности выпадения осадка в заданных условиях.
- Расчет кривых комплексонометрического титрования.

# 4 семестр

## Рейтинговая контрольная работа №5

по теме «***Спектроскопические методы анализа. Абсорбционная спектроскопия***»

1. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением в видимой и УФ областях спектра.
2. Поясните значение следующих понятий: энергетические уровни, основное (нормальное) состояние, возбужденное состояние, поглощение, испускание, фотон, длина волны, частота, волновое число, спектральная линия, интенсивность спектральной линии, заселенность энергетических уровней, спектр поглощения, спектр испускания.
3. Объясните происхождение спектров испускания (эмиссионные) и поглощения (абсорбционные) атомов, молекул, ионов, ядер с позиций квантовой теории.
4. Какие типы переходов в молекуле вызываются поглощением а) ультрафиолетового, б) видимого, в) инфракрасного излучения?
5. Какие из указанных частиц имеют в спектре линии, а какие полосы: $K^+$, Na, CO, Ar, $N_2$, $Ba(OH)_2$, $MnO_4^-$ ,$CH_3$ ?
6. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Единицы измерения коэффициента поглощения.
7. Физический смысл молярного коэффициента поглощения.
8. Какими величинами характеризуются полосы поглощения в молекулярных абсорбционных спектрах? Какая разница между истинным и средним молярным коэффициентом поглощения?
9. Назовите основные причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера в спектрофотометрическом методе анализа.
10. Спектр поглощения и основные формы его представления.
11. Будет ли наблюдаться для каждого из приведенных ниже растворов отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера и какое: отрицательное, положительное? раствор слабой кислоты, поглощает недиссоциированная форма; раствор аквакомплекса$M(H_2O)_n$, находящегося в равновесии с комплексом ML, поглощает аквакомплекс.
12. При каких длинах волн следует измерять оптическую плотность растворов при фотометрическом анализе смеси веществ, если их спектры поглощения накладываются друг на друга?
13. Дайте определение оптической плотности, поглощения, пропускания. Укажите взаимосвязь между этими величинами.
14. Как изменится оптическая плотность и пропускание раствора, если его концентрация уменьшится в 2 раза?
15. Укажите диапазон длин волн видимой области спектра.
16. Перечислите основные способы монохроматизации излучения.
17. Какие устройства могут служить детекторами излучения в видимой и УФ областях?
18. Каков принцип подбора светофильтров при проведении фотометрических измерений?
19. Схема ФЭКа.
20. Основные отличия спектрофотометров от фотоэлектроколориметров.
21. Основные типы кривых фотометрического титрования.
22. Каким образом можно определять концентрацию двух или более окрашенных соединений при их совместном присутствии?
23. Методы определения стехиометрических соотношений в молекулах комплексных соединений.
24. Определение констант устойчивости комплексных соединений спектрофотометрическим методом.
25. Определение констант кислотности (основности) реагентов спектрофотометрическим методом.
26. На одном рисунке в координатах *A*-*λ*изобразите произвольный

спектр поглощения фотометрируемого раствора (имеет одну полосу поглощения) и спектр поглощения светофильтра, необходимого для анализа этого раствора.

27. Какие законы лежат в основе спектрофотометрического определения констант химических равновесий?
28. Оптическая плотность раствора кофеина (М = 212,1), содержащего 1,000 мг протонированной формы кофеина в 100,0 мл, равна 0,510 при длине волны 272 нм( $l$ =1,0 см). Навеску растворимого кофе 2,500 г растворили в 500,0 мл воды. Аликвоту 25,00 мл осветлили стандартными приемами и добавив 0,1 М $H_2SO_4$, разбавили до 500,0 мл. Оптическая плотность этого раствора в тех же условиях равна 0,415. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения кофеина и его содержание (г/кг) в кофе.
29. Молярный коэффициент поглощения комплекса Be с ацетилацетоном при 295 нм равен $3{,}16.10^4$ л.моль$^{-1}$ см$^{-1}$ . Какое минимальное содержание Be (% масс.) можно определить из навески 1,0000 г, растворенной в 100,0 мл, при измерении оптической плотности на спектрофотометре при $l$=10,0 см. Минимальное значение оптической плотности, которое можно измерить с необходимой точностью, считать равным 0,010. М.м.(Be)=9,01.
30. Оптическая плотность 0,15 М пикрата натрия в 1М NaOH, обусловленная поглощением пикрат-иона (пикриновая кислота не поглощает) равна 0,419. В тех же условиях оптическая плотность 0,30 М раствора пикриновой кислоты равна 0,531.Рассчитайте константу кислотности пикриновой кислоты.
31. На чем основана идентификация веществ спектральными методами?
32. Схема ИК-спектрофотометра. Основные отличия от спектрофотометров в видимой и ИК-областях.
33. Взаимодействие вещества с ИК-излучением. Валентные и деформационные колебания.
34. Колебания, активные в ИК-спектре.
35. Понятие о дипольном моменте отдельных химических связей и дипольном моменте молекул. Изменение дипольного момента молекул за счет валентных и деформационных колебаний атомов.
36. Основные типы детекторов ИК-излучения. Источники ИК-излучения.
37. Какой параметр связан с концентрацией вещества в методе ИК-спектроскопии? Каким образом его определяют?
38. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера при взаимодействии веществ с ИК-излучением.
39. Способы подготовки проб к анализу в методе ИК-спектроскопии.
40. Принцип метода ААС. Схема атомно-абсорбционного спектрометра.
41. Основные источники излучения в методе ААС.
42. Атомизаторы в методе ААС. Процессы, протекающие в атомизатора. Преимущества электротермическойатомизации перед пламенной.
43. Основные источники погрешностей в методе ААС и способы борьбы с ними.

**Типовые задачи**

1. Вычисление концентраций веществ с применением приемов градуировочного графика, стандартной добавки, ограничивающих растворов, стандартных добавок.
2. Расчет диапазона определяемых концентраций.

## Рейтинговая контрольная работа №6

по теме «***Спектроскопические методы анализа. Методы эмиссионной спектроскопии***»

1. Происхождение линейчатых атомных спектров испускания. Объясните, почему эмиссионный спектр гораздо сложнее абсорбционного.
2. Сущность атомного эмиссионного спектрального анализа. Схема прибора. Спектрографы и спектрометры.
3. Основные атомизаторы и источники возбуждения в методе ЭСА.
4. Качественный ЭСА. Расшифровка спектров. Последние линии.
5. Какие электронные переходы называются резонансными? Почему при определении элементов в пламенно-эмиссионном анализе используют резонансные линии, соответствующие переходам с первого возбужденного уровня?
6. В какую область спектра будут смещаться резонансные линии в спектрах атомов в ряду Na – Mg – P ?
7. Почему для качественных аналитических определений рекомендуют использовать дуговой разряд, а для количественных - искровой?
8. При каком способе генерации (пламя, дуга постоянного тока, искра) спектральные линии будут шире?
9. Пригодна ли дуга постоянного тока или высоковольтная искра в качестве непламенного атомизатора в атомно-абсорбционной спектрометрии? Ответ мотивируйте.
10. Какой из методов пригоден для проведения полного качественного анализа: атомно-эмиссионный или атомно-абсорбционный?
11. Какие факторы влияют на степень атомизации вещества в пламени?
12. Какой процент атомов определяемого элемента участвует в формировании аналитического сигнала а) в пламенной эмиссионной спектрометрии, б) в атомно-абсорбционной спектрометрии в пламени?
13. Как увеличить диссоциацию оксидов и гидроксидов металлов, образующихся в пламени?
14. Как влияет ионизация атомов в пламени на результаты определения элемента а) атомно-эмиссионным методом, б) атомно-абсорбционным методом? Какими приемами можно подавить ионизацию атомов?
15. Какие горючие смеси используют для определения щелочных и щелочно-земельных элементов методом эмиссионной фотометрии пламени?
16. Какой из двух методов: пламенно-эмиссионный или атомно-абсорбционный предпочтителен при определении K, Ba, Be, Ti, V?
17. Что такое внутренний стандарт? Для чего его используют?
18. Каким требованиям должна удовлетворять гомологическая пара линий?
19. Уравнение Ломакина-Шейбе. Факторы, влияющие на интенсивность отдельной спектральной линии.
20. Почему в методе атомной эмиссионной спректроскопии используют относительную интенсивность спектральной линии? Назовите условия гомологичности спектральных линий.
21. Назовите факторы, влияющие на интенсивность спектральной линии.
22. Назовите аналитические сигналы в методе ЭСА, связанные с концентрацией при фотографической и фотоэлектрической регистрации спектров испускания.
23. Сущность метода фотометрии пламени и его применение.
24. На чем основан качественный анализ в рентгено-флуоресцентном методе анализа? Каковы особенности взаимодействия вещества с рентгеновским излучением?
25. Что такое первичное рентгеновское излучение? Тормозное излучение? Вторичное

флуоресцентное излучение?

26. Какие параметры связаны с концентрацией в методе рентгено-флуоресцентного метода анализа? Какие Вы знаете способы перехода от величины АС к концентрации в этом методе?
27. Почему использование рентгеновского излучения наиболее целесообразно для тяжелых элементов?
28. Схема рентгено-флуоресцентного анализатора.
29. Основные типы детекторов рентгеновского излучения, их принцип действия.
30. Люминесценция. Природа люминесцентного излучения. Классификация люминесценции по длительности свечения.
31. Диаграмма Яблонского. Внутренняя конверсия. Колебательная релаксация.
32. Почему спектр флуоресценции не зависит от длины волны возбуждающего света?
33. Охарактеризуйте основные механизмы флуоресценции.
34. Какие вещества обладают способностью флуоресцировать в водных растворах?
35. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина.
36. Энергетический и квантовый выход флуоресценции, их зависимость от различных факторов.
37. Что больше: энергетический или квантовый выход флуоресценции? Почему?
38. Тушение люминесценции: концентрационное; температурное; обусловленное посторонними веществами.
39. Качественный люминесцентный анализ.
40. Количественный люминесцентный анализ. Люминесцентное титрование, кривые титрования. Флуоресцентные индикаторы.
41. Приборы в люминесцентном анализе. Схема флуориметра.
42. Чем объясняется более высокая селективность люминесцентных методов анализа по сравнению с фотометрическими? Почему флуоресцентные методы анализа чувствительнее фотометрических?
43. Почему при флуоресцентных определениях предъявляют повышенные требования к чистоте реактивов и посуды?
44. Почему вид спектра флуоресценции не зависит от длины волны возбуждающего излучения?
45. Почему градуировочный график при флуоресцентных определениях линеен в ограниченном интервале концентраций?
46. Как изменяется интенсивность флуоресценции при понижении температуры?
47. Почему лампу накаливания редко используют в качестве источника излучения в флуоресцентном анализе?
48. Какие характеристики люминесценции зависят от длины волны возбуждающего света и почему?
49. Что больше: квантовый или энергетический выход флуоресценции? Почему?
50. Применение эмиссионных спектральных методов анализа, их сравнительная характеристика.

***Типовые задачи***

1. Вычисление концентраций веществ с применением приемов градуировочного графика, стандартной добавки, стандартных добавок и др.
2. Определение концентраций двух (или более) окрашенных компонентов при их совместном присутствии.
3. Расчет диапазона определяемых концентраций.

**Рейтинговая контрольная работа № 7**
**По теме «Электрохимические методы анализа»**

1. Электрохимическая ячейка. Гальванический элемент. Электролитическая ячейка. Равновесные и неравновесные процессы в электрохимических ячейках.
2. Электроды сравнения и измерительные электроды.
3. Ионообменные и электронообменные электроды в потенциометрии. Металлические электроды I и II рода.
4. Опишите принцип работы хлорсеребряного и каломельного электродов.
5. Напишите уравнение реакции, протекающей на хлорсеребряном (каломельном) электроде и уравнение Нернста, описывающее потенциал этого электрода.
6. Каков принцип действия металлических электродов 1 рода? Какие металлы пригодны для изготовления индикаторных электродов?
7. Редокс-электроды, их применение. Что такое “хингидронныйэлектрод” и для каких целей он применяется?
8. Изобразите схематично ячейку, состоящую из насыщенного каломельного электрода (катод) и водородного электрода (анод), позволяющую измерять pH раствора.
9. Что такое потенциал жидкостного соединения? Как его свести к минимуму?
10. Как устроен мембранный (ионселективный) электрод?
11. Какие типы мембран применяют для изготовления ионселективных электродов?
12. Что такое газочувствительные электроды? Приведите примеры электродов для определения $CO_2$, $SO_2$ и HF и опишите принцип их работы.
13. Почему pH-чувствительной является только хорошо вымоченная стеклянная мембрана?
14. Что такое потенциал асимметрии? Каковы возможные причины его возникновения?
15. Назовите основные источники ошибок при измерении pH стеклянным электродом.
16. Что такое ферментные электроды и для каких целей они используются?
17. Приведите примеры индикаторных электродов для потенциометрического титрования с использованием: а) кислотно-основных; б) окислительно-восстановительных; в) осадительных реакций.
18. В каких координатах можно построить кривую потенциометрического титрования?
19. От каких факторов зависит и какое свойство характеризует коэффициент селективности ионселективного электрода?
20. Каким образом можно определить коэффициент селективности ионселективного электрода?
21. Напишите уравнение Никольского и поясните смысл входящих в него величин.
22. Какие основные причины поляризации электродов Вы знаете?
23. Выведите уравнение полярографической волны. Что такое потенциал полуволны и почему он характеризует природу деполяризатора?
24. Какой параметр в методе вольтамперометрии связан с концентрацией вещества? Какие способы определения концентрации Вы знаете?
25. В чем суть метода инверсионной вольтамперометрии?
26. Чем обусловлена высокая чувствительность метода инверсионной вольтамперометрии?
27. Чем определяется вид кривой амперометрического титрования? Приведите примеры.
28. Как устроен капающий ртутный электрод и каковы его достоинства и недостатки?
29. Почему в качестве поляризуемых электродов в методе вольтамперометрии используют электроды с маленькой поверхностью?
30. Напишите уравнение Ильковича и поясните смысл входящих в него величин.
31. Почему проведению измерений в методе полярографии мешает растворенный кислород? Как от него избавляются?
32. Для чего используют в методах вольтамперометрии фоновый электролит?
33. Для каких целей в методах прямой потенциометрии используется фоновый электролит?

34. От каких факторов зависит величина потенциала полуволны?
35. Почему в вольтамперометрии сила тока достигает предельного значения? От каких факторов зависит величина предельного тока?
36. Основные приемы амперометрического титрования. Кривые амперометрического титрования.
37. Сформулируйте законы Фарадея.
38. Измерение количества электричества в кулонометрическом титровании.
39. Приведите пример гравиметрическогокулонометра (газового, титрационного).
40. Через последовательно соединенные мерный и серебряный кулонометры пропустили 1 Кл электричества. Какого металла выделиться больше и во сколько раз?
41. Рассчитайте время, необходимое для выделения 99,9% Cd из 20,0 мл 0,1 М $CdSO_4$ электролизом при силе тока 0,1 мА при выходе по току 100%.
42. Что такое выход по току? Что означает 100%-ный выход по току?
43. Какие типы химических реакций можно использовать в кулонометрическом титровании?
44. Как определить количество электричества в методе прямой кулонометрии графическим методом Мак-Невина-Бейкера?
45. Какие проблемы, характерные для классической титриметрии, устраняются при использовании электрогенерированныхтитрантов?
46. Как можно установить конец кулонометрического титрования?
47. С какой целью проводят предварительный электролиз в методе кулонометрического титрования?
48. Приведите примеры кулонометрического титрования: а) электро-генерированными окислителями; б) электрогенерированнымивос-становителями; в) с использованием реакций осаждения и комплексообразования; г) с использованием реакций кислотно-измерения?основного взаимодействия.
49. Какие факторы влияют на качество весовой формы в методе электрогравиметрии?
50. Сущность метода внутреннего электролиза, его достоинства и недостатки.
51. Применение метода электрогравиметрии для разделения и концентрирования.
52. Каковы ограничения метода электрогравиметрии? Какими причинами они вызваны?
53. Какие факторы влияют на величину удельной электропроводности раствора?
54. Изобразите схему установки для измерения электропроводности растворов.
55. От каких факторов зависит форма кривой кондуктометрического титрования?
56. Какие требования предъявляются к реакциям, используемым для кондуктометрического титрования?
57. Определение констант равновесия методом кондуктометрии.Примеры.
58. Какие ионы обладают самой высокой подвижностью? Почему?
59. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования смеси сильной и слабой кислоты? От чего зависит форма такой кривой?
60. В каких растворах: а)$NH_3$ + NaOH; б) NaOH + KOH; в) NaOH + NaCI можно дифференцированно определить содержание обоих компонентов кондуктометрическим титрованием раствором HCI? Какой вид имеют кривые титрования смесей?

### *Типовые задачи*

1. Расчет равновесных концентраций и pH через значение ЭДС гальванического элемента.
2. Расчет значений потенциала и ЭДС гальванического элемента по данным о составе раствора.
3. Расчет концентраций по данным потенциометрического и амперометрического титрования.

4. Расчет концентраций через градуировочный график, по методу стандартной добавки и одного эталона в потенциометрии и вольтамперометрии.
5. Расчет констант равновесия по результатам потенциометрических измерений и методом вольтамперометрии.
6. Использование уравнения Никольского для расчета относительных погрешностей потенциометрических измерений в присутствии мешающих ионов.

**Рейтинговая контрольная работа №8**
**По теме «Методы кулонометрии, кондуктометрии. Хроматографические методы анализа. Масс-спектрометрия. Хроматомасс-спектрометрия»**

1. Каким образом классифицируют хроматографические методы анализа?
2. Нарисуйте хроматограмму смеси соединений А,В и С при фронтальном способе получения, если коэффициенты распределения увеличиваются от вещества А к С.
3. Какие величины характеризуют эффективность хроматографической колонки? Каким образом ее можно повысить?
4. Каким образом зависит время удерживания от растворимости этого соединения в подвижной фазе?
5. Что такое «мертвое время удерживания»; относительный удерживаемый объем?
6. Как оценивают эффективность разделения в хроматографии?
7. Каким образом влияет скорость потока на эффективность хроматографической колонки с позиций кинетической теории?
8. Напишите уравнение Ван-Деемтера и поясните смысл входящих в него величин.
9. Изложите основные положения концепции теоретических тарелок и ее основные недостатки.
10. Постройте график зависимости величины ВЭТТ от скорости потока в газовой хроматографии.
11. Какие параметры используются для идентификации веществ в методе газовой хроматографии?
12. Назовите основные приемы перехода от величины аналитического сигнала к концентрации в методах газовой хроматографии и ВЭЖХ.
13. В каких случаях в количественном хроматографическом анализе используют площадь пика? Высоту пика?
14. Назовите основные параметры, используемые для количественных измерений в хроматографии.
15. Изложите сущность метода идентификации по Ковачу.
16. Изобразите принципиальную схему газового хроматографа.
17. Назовите основные типы детекторов в газовой хроматографии. Изложите принципы их работы..
18. Назовите основные типы детекторов в методе ВЭЖХ и изложите основные принципы их работы.
19. Назовите основные блоки, входящие в схему жидкостного хроматографа.
20. Каковы возможности и преимущества метода ВЭЖХ?
21. Какова роль полярности неподвижной фазы при разделении органических веществ?
22. Какие требования предъявляются к подвижным и неподвижным фазам в методе газовой хроматографии?
23. Сравните размеры хроматографических колонок; зерен сорбента; скорость потока подвижной фазы в методах газовой и жидкостной хроматографии.
24. Какие преимущества дает программирование температуры в газовой хроматографии?

25.Изложите принцип идентификации веществ в методе ТСХ.

26.На чем основан количественный анализ в методе ТСХ?

27.Что такое коэффициент $R_f$? От каких факторов он зависит?

28.Изложите сущность метода ионообменной хроматографии.

29.Назовите основные типы ионообменных материалов.

30.Что такое обменная емкость ионообменника?

31.Изложите принцип метода масс-спектрометрии.

32.Принципиальная схема масс-спектрометра. Ионизация.

33.Принципы разделения ионов с различными массами. Принцип действия магнитного масс-спектрометра.

34.Каким образом можно определить молекулярную массу и структуру органического вещества масс-спектрометрическим методом?

35.Качественный анализ и количественные измерения в методе масс-спектрометрии. Области применения.

36.Каковы достоинства и возможности искровой масс-спектрометрии?

37.Хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС, ЖХ-МС), преимущества и возможности комбинированных методов.

38.В каких областях аналитической химии целесообразно использовать масс-спектрометрический метод?

***Типовые задачи:***

1. Вычисление результатов анализа по результатам прямых кулонометрических измерений и кулонометрического титрования.
2. Определение индексов удерживания веществ по результатам хроматографических измерений.
3. Расчет оптимальной скорости подвижной фазы по уравнению Ван-Деемтера
4. Определение концентраций веществ по результатам хроматографических измерений.

## *Самостоятельная работа*

**по аналитической химии, ч.2 по теме: «Пробоотбор. Пробоподготовка. Методы разделения и концентрирования. Кинетические и тест-методы анализа».**

1. Принцип кинетических методов анализа. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость реакций.
2. Требования к индикаторным реакциям, примеры.
3. Методы тангенсов, фиксированного времени, фиксированной концентрации.
4. Каталитические кинетические методы анализа, их принцип и особенности.
5. Ферменты: природа ферментов, классификация, принцип их действия и применение в химическом анализе.
6. Тест-методы химического анализа, их принцип и достоинства. Основные реакции, лежащие в основе тест-методов анализа. Примеры твердых носителей. Способы закрепления реагентов на твердом носителе. Применение тест-методов анализа.
7. Основные этапы анализа. Факторы, обусловливающие выбор метода и методики анализа.
8. Ошибки пробоотбора. Факторы, влияющие на величину ошибок пробоотбора.
9. Представительность пробы. Сокращение проб. Способы получения средней пробы, первичная обработка и хранение проб.
10. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава.
11. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида

анализа. Сухое и «мокрое» озоление. Сплавление с плавнями.

12. Способы интенсификации процесса пробоподготовки.
13. Основы *экстракции* как метода разделения и концентрирования. Константа распределения, степень извлечения.
14. Факторы, влияющие на эффективность экстракции неорганических и органических соединений. Практическое применение экстракции.
15. Разделение и концентрирование с использованием *электрохимических методов*.
16. Методы разделения элементов, основанные на *осаждении* неорганическими и органическими реагентами.
17. Использование *соосаждения* для концентрирования микрокомпонентов. Неорганические и органические коллекторы.
18. Сорбция как метод разделения и концентрирования. Сорбенты, механизмы сорбции.
19. Маскирование. Основные группы маскирователей. Примеры.

**Пример билета к рейтинговой контрольной работе**

**РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4**

1. Какой объем а)воды; б) 0,01М хлорида аммония потребуется для промывания осадка $MgNH_4PO_4*6H_2O$ массой 0,5 г, чтобы потери за счет растворимости не превышали 0,05%? $K_s$ *(*$MgNH_4PO_4$)=$2,5*10^{-13}$ .
2. Концентрации хлорид- и хромат- ионов в растворе равны соответственно 0,1 М и 0,01 М. Какой из этих ионов начинает выпадать в осадок первым при постепенном добавлении к этому раствору нитрата серебра? Какая концентрация этих ионов остается в растворе к тому моменту, когда в растворе начнет выпадать осадок второго вещества?
3. Рассчитайте условную константу устойчивости комплексоната меди при pH=10 и $[NH_3]$ = 0,1М, а также $[Y^{4-}]$ и $[Cu^{2+}]$ в растворе, полученном прибавлением к 50 мл 0,1М хлорида меди 100 мл 0,05М трилона Б.
4. ЭДТА. Дентатность ЭДТА. Особенности взаимодействия с ионами металлов.
5. Объясните механизм изменения заряда коллойдной частицы осадка в процессе осадительного титрования. Изобразите строение мицеллы до и после точки эквивалентности *при титровании раствора нитрата серебра раствором иодида калия*. Какие в данном случае можно использовать адсорбционные индикаторы –HInd или IndOH?
6. Молярная растворимость иодида свинца в воде ($K_s^o \neq K_s^c$) рассчитывается по формуле:

а) ; б) ; в) ; г) .

**4.2 Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

По результатам изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

## Программа экзамена

### *ч.1.Химические методы анализа*

### 3 семестр

**1.**Аналитическая химия**.** Виды анализа. Стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа. Абсолютные и относительные методы. Выбор метода анализа. Способы повышения чувствительности и избирательности методов. Автоматизация анализа.

2.Метрологические основы химического анализа. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал-содержание. Соотношение аналитический сигнал/шум. Контрольный опыт. Способы определения концентрации веществ. Правильность и воспроизводимость. Классификация погрешностей. Систематические погрешности. Проверка правильности анализа. Стандартные образцы. Случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измеренений. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа.

3.Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обусловливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы, первичная обработка и хранение проб. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

**4.**Основные типы реакций и процессов в аналитической химии. Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.

5.*Скорость химических реакций*, используемых в аналитической химии. Факторы, влияющие на скорость реакции. Индуцированные цепные и сопряженные реакции окисления-восстановления, их роль в химическом анализе.

6. *Кислотно-основные реакции*. Протолитическия теория кислот и оснований. Равновесие в системе: кислота - сопряженное основание - растворитель. Константы кислотности, основности, автопротолиза. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

7.*Реакции комплексообразования*. Типы и свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Количественная характеристика реакций комплексообразования: константа устойчивости. Ступенчатое комплексообразование. Использование комплексных соединений для разделения, концентрирования, маскирования, обнаружения, определения элементов.

8. *Органические реагенты* в химическом анализе. Функционально-аналитические и аналитико-активные группы. Влияние строения молекулы на свойства реагента. Применение органических реагентов в анализе.

9. *Окислительно-восстановительные реакции* в аналитической химии. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы и их потенциалы. Уравнение Нернста. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций.

10.*Реакции осаждения* в аналитической химии. Константы равновесия реакций осаждения. Растворимость осадков. Факторы, влияющие на растворимость. Образование осадков. Кристаллические и аморфные осадки, условия осаждения. Причины загрязнения осадков: совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение. Виды соосаждения. Приемы, способствующие получению чистых осадков.

11. Гравиметрические методы. Сущность. Осаждаемая и гравиметричес-кая формы. Примеры практического применения.

12.Титриметрические методы. Способы установления конечной точки титрования.

13. *Кислотно-основное титрование*. Кривые титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности метода кислотно-основного титрования. Титрование смесей кислот и оснований. Титрование в неводных средах.

14. *Комплексонометрическое титрование*. Преимущества аминополи-карбоновых кислот перед другими органическими титрантами. Металлохромные индикаторы, требования к ним. Способы титрования (прямой, обратный, вытеснительный, косвенный). Практическое примене-ние комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).

15. *Окислительно-восстановительное титрование*. Факторы, влияю-щие на величину скачка потенциала, способы обнаружения конечной точки титрования. Перманганатометрическое, бихроматометрическое, иодометрическое титрование. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Примеры практического применения.

16. Кинетические методы. Принцип методов. Индикаторные реакции. Метрологические характеристики некаталитических и каталитических методов.

## ч.2. Инструментальные методы аналитической химии
## 4 семестр

17. Аналитический сигнал. Приемы перехода от величины аналитического сигнала к концентрации. Примеры аналитических сигналов. Градуировочная зависимость. Фон, его источники. Приемы учета фона.

18. Электрохимические методы. Природа аналитического сигнала. Классификация методов. Электрохимическая ячейка. Индикаторные электроды и электроды сравнения.

19. *Потенциометрия.* Равновесный потенциал. Способы измерения потенциала. Прямая потенциометрия. Индикаторные электроды. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселек-тивных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Способы определения коэффициента селективности. Способы прямых потенциометрических измерений. Практическое применение ионометрии: определение pH, pF, $pNO_3$.

Потенциометрическое титрование. Общая характеристика метода. Способы нахождения конечной точки титрования. Индикаторные электроды в кислотно-основном, окислительно-восстановительном и осадительном титровании.

20. *Кулонометрия.* Законы Фарадея. Прямая кулонометрия. Условия потенциометрических измерений: достижение 100%-ного выхода по току; измерение количества электричества; определение конца электрохимической реакции.

Кулонометрическое титрование. Примеры определения электро-активных и электронеактивных веществ. Электрогенерированныекулоно-метрические титранты. Условия титрования: обеспечение 100%-ного выхода по току; измерение количества электричества; определение конца химической реакции. Преимущества перед другими титриметрическими методами.

21. *Вольтамперометрия.* Основы метода. Особенности электрохимической ячейки. Теоретические основы классической полярографии. Характеристики полярограммы. Потенциал полуволны. Диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Практическое применение полярографии. Качественный анализ. Полярографический спектр. Количественный анализ. Способы определения концентрации вещества. Возможности и ограничения метода.

Современные разновидности полярографии. Способы улучшения соотношения

фарадеевский/емкостный ток. Возможности и ограничения осциллографической, импульсной и переменнотоковой полярографии. Суть метода инверсионной вольтамперометрии.

Амперометрическое титрование. Выбор условий амперометричес-кого титрования. Виды кривых титрования. Примеры практического применения.

22. Спектроскопические методы. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина). Атомные и молекулярные спектры. Взаимосвязь основных характеристик спектральных линий с природой и количеством вещества (качественный и количественный анализ).

*23. Атомно-эмиссионные методы.* Источники возбуждения и атомизации. Физико-химические процессы в плазме. Качественный и количественный анализ. Области применения, метрологические характеристики методов.

24. *Атомно-абсорбционный метод.* Основные принципы. Использова-ниепламен для атомизации вещества. Физико-химические процессы в пламенах. Непламенные методы атомизации. Селективность и чувствительность метода. Примеры практического применения.

25. *Спектрофотометрический метод.* Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Молярный коэффициент поглощения. Применение метода для определения концентрации веществ. Чувствительность и селективность метода. Выбор оптимальных условий проведения фотометрических реакций. Интервал определяемых оптических плотностей. Метод дифференциальной спектрофотометрии, его возможности и преимущества. Спектрофотометрические методы изучения равновесий в растворах. Определение констант кислотной диссоциации органических соединений.

*26. Люминесцентный метод.* Основные закономерности молекулярной люминесценции. Закон Вавилова. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции (правило Левшина). Тушение люминесценции. Классификация люминесценции. Чувствительность и селективность метода. Примеры практического применения.

27. *Рентгеновские методы.* Основные положения. Метрологические характеристики. Области применения.

28. Масс-спектрометрические методы. Основные положения. Метрологические характеристики. Области применения.

29. Хроматографические методы анализа. Классификация методов. Способы получения хроматограмм. Основные параметры хроматограммы. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Качественный и количественный хроматографический анализ.

*30. Газовая хроматография*. Сорбенты и носители. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы. Области применения газовой хроматографии.

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

*Адсорбционная жидкостная хроматография*. Полярные и неполярные неподвижные фазы. Подвижные фазы.

*Ионообменная хроматография*. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. *Ионная хроматография* как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии

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

*Плоскостная хроматография*. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. *Бумажная хроматография*. *Тонкослойная хроматография*.

Области применения.

32. Термические методы анализа. Термические методы анализа. Определение, классификация, основы методов. ТА, ДТА, ТГ, ДТГ, ДСК.Термопары. Требования к материалам термоэлектродов. Эффект Зебека. Регистрация сигнала ДТА. Градуировка термопар. Количественная оценка тепловых эффектов.Влияние скорости реакции и условий эксперимента на форму дифференциальной кривой. Расшифровка термограмм. Основы качественного и количественного термического анализа. Эталоны при проведении термического анализа.Источники ошибок в термическом анализе.Синхронный термический анализ. Синхронный термоанализатор. Принцип работы, возможности.Практическое применение методов термического анализа.

33. Методы разделения и концентрирования. Основы экстракции как метода разделения и концентрирования. Константа распределения, коэффициент распределения. Константа экстракции. Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Практическое применение экстракции.Сорбция как метод разделения.

Методы разделения элементов, основанные на осаждении неорганическими и органическими реагентами. Использование соосаждения для концентрирования микрокомпонентов. Неорганические и органические коллекторы.

## Примеры экзаменационных билетов

***Дисциплина Аналитическая химия, ч.1***
**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ**

1. Кривые титрования слабых многоосновных кислот и многокислотных оснований. Факторы, влияющие на форму кривой титрования. Принцип подбора индикаторов.
2. Направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия. Способы изменения направления редокс-процессов.
3. Рассчитайте потери за счет растворимости (г и %) при промывании 0,5 г осадка оксалата кальция а)200 мл 0,01М раствора оксалата аммония; б) 200 мл дистиллированной воды. Сформулируйте способы уменьшения потерь за счет растворимости кристаллических и аморфных осадков.

***Дисциплина Аналитическая химия, ч.2***
**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ**

1. Классификация электродов, применяемых в потенциометрии. Редокс-электроды, их устройство и применение. Хингидронный электрод.

2. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Механизм возникновения вторичного (флуоресцентного) рентгеновского излучения. Серии спектральных линий. Закон Мозли.
3. Разделение спиртов проводили на колонке длиной 1,2 м при трех разных скоростях потока. Мертвое время было равно 10, 20 и 30 сек, время удерживания метанола соответственно 150, 250 и 320 сек, ширина пиков 20, 30 и 40 сек соответственно. Определить скорости подвижной фазы и соответствующее число теоретических тарелок для каждой из скоростей. Покажите, каким образом для этого разделения можно рассчитать константы в уравнении Ван-Деемтера и оптимальную скорость потока.

Успеваемость студентов в течение семестра контролируется в процессе написания рейтинговых контрольных работ. Каждая контрольная работа относится к определенной теме, задания оцениваются по балльной системе. Полностью решенная задача оценивается в 7 баллов; ответы на теоретические вопросы в зависимости от их сложности оцениваются от 3 до 7 баллов. За решение задачи дополнительным нестандартным способом и за подробный ответ на теоретический вопрос добавляются дополнительные баллы. Количество баллов за каждое задание указано в билете. Баллы, полученные по результатам написания контрольной работы по теме, суммируются.

В конце семестра суммируются все баллы, полученные студентом по результатам всех контрольных работ. Полученная итоговая сумма баллов может быть учтена при автоматическом выставлении экзаменационной оценки «отлично» и «хорошо».

*Критерии оценки по итогам рейтинговых контрольных работ:*

| **Критерии** | **Уровень** | **Оценка** |
|---|---|---|
| Студент получил от 90% до 100% от максимально возможной суммы баллов | повышенный (продвинутый) уровень | Отлично |
| Студент получил от 80% до 90% от максимально возможной суммы баллов | базовый уровень | Хорошо |

Студенты, набравшие менее 80% от максимальной суммы баллов, сдают экзамен по дисциплине в установленном порядке.

Экзаменационный билет по аналитической химии включает три задания. Первые два вопроса посвящены теоретическим основам химического анализа (см. приведенный ниже список вопросов). В третьем задании студенту предлагается решить задачу.

Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом. Экзамен по дисциплине преследует цель оценить уровень формирования компетенций, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена (устно или письменно) устанавливается решением кафедры. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины. Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

**Критерии оценивания результатов обучения**

| Оценка | Критерии оценивания по экзамену |
|---|---|
| Высокий уровень «5» (отлично) | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4» (хорошо) | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворите | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не |

| | |
|---|---|
| льно) | выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетвори тельно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. |

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

### 5.1. Учебная литература

**Основная литература:**

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов: в 2 т. Т. 1, 2. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Академия, 2014.

2. Основы аналитической химии: задачи и вопросы / под ред. Ю. А. Золотова, Т.Н. Шеховцовой, К.В. Осколка. 3 издание.М.: Лаборатория знаний, 2020.

3. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. Т.1, 2/ пер. с англ. А. В. Гармаша и др. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.

4. Починок Т.Б., Азарян А.А., Каунова А.А. Практикум по аналитической химии. Инструментальные методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2023.

5. Починок Т.Б., Каунова А.А., Азарян А.А., Практикум по аналитической химии. Химические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2024.

6. Починок Т.Б., Темердашев З.А. Аналитическая химия: спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2013.

7. Починок Т.Б., Темердашев З.А. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2016.

8. Барбалат, Ю.А. Основы аналитической химии: практическое руководство [Электронный ресурс] : руководство / Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш, О.В. Моногарова, Е.А. Осипова ; под ред. Золотова Ю.А., Шеховцовой Т.Н., Осколка К.В.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 465 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97410

**Дополнительная литература:**

1. Васильев В.П. Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач: учебное пособие для студентов вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2006.
2. 3. Отто М. Современные методы аналитической химии. В 2-х томах. М.: Техносфера, 2003.
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник для студентов вузов. в 2 т. Т.1,2./ под ред А.А.Ищенко. м.: Академия, 2010.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство: учебное пособие для студентов ун-тов и высш.учебн.заведений/ под ред Ю.А.Золотова.-М.: высшая школа, 2001.
6. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: в 2 т. / Т. 1,2 / пер. с англ. А. Г. Борзенко и др.; под ред. Ю. А. Золотова; ред. Р. Кельнер и др. - М.: Мир: АСТ , 2004.
7. З.А.Темердашев, Т.Г.Цюпко, О.Б.Воронова, В.В.Перекотий. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ. 2004.
8. Т.Б.Починок, З.А.Темердашев. Аналитическая химия. Спектроскопические методы анализа. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ, 2013.
9. Васильев В. П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов [в 2 кн.] / Кн. 1,2. / Васильев В. П. М.: Дрофа , 2007.
10. Вершинин, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 428 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97670

**5.2. Периодические издания:**

1. «Журнал аналитической химии», Россия, Москва.
2. «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», Россия, Москва.
3. «Аналитика и контроль», Россия, Екатеринбург.
4. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU https://grebennikon.ru/

**5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

***Электронно-библиотечные системы (ЭБС):***

1. **ЭБС «ЮРАЙТ»** https://urait.ru/
2. **ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН»** http://www.biblioclub.ru/
3. **ЭБС «BOOK.ru»** https://www.book.ru
4. **ЭБС «ЛАНЬ»** https://e.lanbook.com

***Профессиональные базы данных***

1. **Scopus** http://www.scopus.com/
2. **ScienceDirect** https://www.sciencedirect.com/
3. **Научная электронная библиотека (НЭБ)** http://www.elibrary.ru/
4. **Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина** https://www.prlib.ru/

5. **"Лекториум ТВ"** http://www.lektorium.tv/
6. **Университетская информационная система РОССИЯ** http://uisrussia.msu.ru

***Информационные справочные системы***

1. **Консультант Плюс** - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

***Ресурсы свободного доступа***

1. **Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"** http://window.edu.ru/;
2. **Образовательный портал "Учеба"** http://www.ucheba.com/;

***Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ***

1. **Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ** http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web
2. **Электронная библиотека трудов ученых КубГУ** http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6

**Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.**

При подготовке кратких сообщенийиспользуется программное обеспечение MicrosoftOffice (Word, Excel, PowerPoint).

**6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и разъясняются наиболее сложные аспекты изучаемых методов анализа.

**Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине, в рамках которой студенты осуществляют** проработку учебного (теоретического) материала, подготовку к текущему и промежуточному контролю, а также выполняют индивидуальные задания (например, готовят короткие сообщения и презентации).

Перед решением задач необходимо внимательно изучить теоретический материал, проработать конспект лекции, разобрать примеры решения задач. Решение задач рекомендуется начинать с наиболее простых, близких к имеющимся в задачнике примерам. Не рекомендуется использовать готовые конечные формулы, которые выводятся в примерах решения задач. Запись в тетради должна содержать формулы и все вычисления с указанием единиц измерения. При вычислениях необходимо обращать внимание на их точность (использование нужного числа значащих цифр) и соблюдение правил округления.

**При подготовке краткого доклада с компьютерной презентацией** аргументируется актуальность темы, выявляется практическое и теоретическое значение данного исследования. Основная часть доклада раскрывает содержание темы. В заключении в краткой и сжатой форме излагаются полученные результаты, представляющие собой ответ на главный вопрос исследования. Здесь же могут намечаться и дальнейшие перспективы развития темы.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностямиздоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующиминдивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта междупреподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностямиздоровья.

**7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательногопроцесса по дисциплине (модулю).**

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

| Наименование специальных помещений | Оснащенность специальных помещений | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. 234С, 322С) | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения:<br>интерактивная доска SMART Board, короткофокусный интерактивный проектор, ноутбук, меловая доска. | MSWindows (включая Windowsmediaplayer), MSOffice (включая MSPowerPoint), ПО для интерактивной доски SMART Board |
| Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 234С, 332С, 242С, 252С) | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения:<br>экран, проектор, компьютер | MSWindows (включая Windowsmediaplayer), MSOffice (включая MSPowerPoint), ПО для интерактивной доски SMART Board |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 242С, 252С 415С, 441С. | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения:<br>экран, проектор, компьютер, доска.<br>Оборудование: аналитические весы, вытяжная система вентиляции, лабораторная посуда, реактивы и приборы: спектрофотометры LEKISS2107, UV-1800 (Shimadzu), а также вспомогательное оборудование: весы ВСР-210, ВЛК-500-М, pH-метры-иономеры Эксперт-001-3-01, pH-метр-150. | Программы обработки данных к спектрофотометру двулучевому сканирующему UV 1800 (Shimadzu UV Probe, контракт №32-ОА/2008-2) |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|---|---|---|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная | |

| | | |
|---|---|---|
| | техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 431С, 401С) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | |