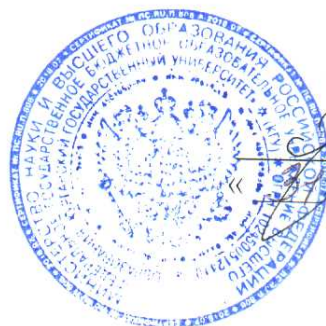


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра физической и прикладной химии



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор  
/ Т.Р.Змызгова/  
*Змызгова* 2022\_г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая химия  
образовательной программы высшего образования —  
программы специалитета

**04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия

Направленность:  
**Аналитическая химия**

Форма обучения: очная

Курган 2022

Рабочая программа дисциплины Аналитическая химия составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета Фундаментальная и прикладная химия (Аналитическая химия) утвержденным для очной формы обучения «30» 08 2022 года;  
(дата утверждения учебного плана)

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры Физическая и прикладная химия «29» августа 2022 года, Протокол № 1

Рабочую программу составил  
заведующий кафедрой  
«Физическая и прикладная химия»

Л.В.Мосталыгина

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Физическая и прикладная химия»

Л.В. Мосталыгина

Специалист по учебно-методической работе  
Учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности

И.В.Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ:

Всего: 17 зачетных единицы трудоемкости (612 академических часов)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	Семестр
		3	4
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов, в том числе:</b>	<b>448</b>	<b>224</b>	<b>224</b>
Лекции	128	64	64
Лабораторные работы	192	96	96
Практические занятия	128	64	64
<b>Самостоятельная работа (всего часов), в том числе:</b>	<b>164</b>	<b>64</b>	<b>100</b>
Курсовая работа	30	-	30
Подготовка к зачету	36	18	18
Подготовка к экзамену	54	27	27
Другие виды самостоятельной работы	44	19	25
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен):</b>	<b>З,Э</b>	<b>Зачёт, Экзамен</b>	<b>Зачёт, Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам в часах:</b>	<b>612</b>	<b>288</b>	<b>324</b>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к Базовой части дисциплин блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Информатика», «Неорганическая химия». Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин: «Химические основы биологических процессов», «Современная химия и химическая безопасность», «Электрохимические методы анализа», «Методы разделения и концентрирования», «Физические методы исследования», «Химическая метрология и хемометрика», «Комплексные соединения с неорганическими и органическими реагентами и их применение в химическом анализе», «Методы и средства аналитического контроля», «Хроматографические методы анализа», «Анализ реальных объектов», выполнения курсовых и дипломных работ.

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование теоретических основ, методологии и практического использования химических и инструментальных методов, методов разделения и концентрирования, владение студентами общими вопросами аналитической химии, включая пробоподготовку, выполнение определения и способы извлечения информации из аналитического сигнала; использование полученных знаний по теории и практике химических и физико-химических методов анализа для решения фундаментальных и прикладных задач в области химии и химической технологии

Задачами освоения дисциплины «Аналитическая химия» являются: определение места аналитической химии среди всех химических наук; развитие навыков выбора аналитического метода при решении конкретной задачи; развитие представлений о современном состоянии и перспективах развития аналитической химии; развитие способности использовать полученные знания в области познавательной и профессиональной сферы; понимание необходимости и способности приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач имеющих естественнонаучное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций. Изучение основных типов химических реакций и равновесий, используемых в аналитической химии; изучение основных способов отбора проб природных объектов и подготовки их к анализу; теоретическое и практическое овладение основными методами и средствами классических химических

методов анализа и физико-химических методов анализа, в том числе современных.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (ОПК-1);
- способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2);
- способность применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения (ОПК-3);
- способность планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач (ОПК-4);
- способность использовать информационные базы данных и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-5);
- способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6);
- способность использовать аналитические методы исследования в анализе различных объектов (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: теоретические и практические решения математических и физических задач для использования их в аналитической химии (для ОПК-4);
- Знать: принципы работы на современной научной аппаратуре с соблюдением норм техники безопасности (для ОПК-2);
- Знать: основные законы, сущность основных реакций и процессов в аналитической химии для анализа, интерпретации и обобщения результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (для ОПК-1);
- Уметь применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения (для ОПК-3);
- Уметь: использовать аналитические методы исследования в анализе различных объектов (для ПК-5);
- Уметь: обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием информационных баз данных и адаптировать существующие

программные продукты для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности (для ОПК-5);

- Уметь представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6);

- Владеть: навыками проведения химического эксперимента, аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (для ОПК-2);

- Владеть современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации (для ОПК-3).

#### Содержание дисциплины

#### 4.1. Учебно-тематический план:

##### 3 семестр

Рубеж дисциплины	Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов по видам учебных занятий		
			Лекции, ч	Практические занятия, ч	Лабораторные работы, ч
Рубеж 1	P1	Предмет аналитической химии. Методы обнаружения и разделения элементов	4	-	36
	P2	Равновесие в гомогенной системе	12	16	-
	P3	Равновесие в окислительно-восстановительной системе	6	8	-
	P4	Равновесие в гетерогенной системе. Гравиметрические методы анализа	10	14	12
Рубеж 2	P5	Метрология химического анализа	4	4	-
	P6	Титриметрические методы анализа	20	16	36
	P7	Методы концентрирования и разделения. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки	6	6	-
	P8	История аналитической химии	2	-	-
	P9	Анализ объектов	-	-	12
Итого:			64	64	96

##### 4 семестр

Рубеж дисциплины	Шифр раздела, темы	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов по видам учебных занятий
			Количество часов по видам учебных занятий

	дисциплины		Лекции, ч	Практические занятия, ч	Лабораторные работы, ч
Рубеж 1	P10	Экстракция	4	8	12
	P11	Хроматографические методы анализа	8	8	12
	P12	Спектроскопические методы анализа	26	24	48
Рубеж 2	P13	Кинетические методы анализа	4	4	6
	P14	Электрохимические методы анализа	18	20	18
	P15	Современная аналитическая химия	4	-	-
			64	64	96

#### 4.2. Содержание лекций:

##### 3 семестр

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лекции	Трудоемкость, часы
P1	Предмет аналитической химии. Методы обнаружения и разделения элементов	Предмет аналитической химии. Ее структура. Значение, области использования и перспективы химического анализа. Цели, задачи, особенности и взаимосвязь аналитической химии и аналитической службы. Виды анализа. Химические и физические методы обнаружения, разделения и концентрирования веществ (экстракция, хроматография и др.). Гравиметрические, титриметрические, кинетические, биохимические, электрохимические, спектроскопические, масс-спектроскопические, термические, биологические методы анализа. Основные этапы химического анализа. Методы аналитической химии, их происхождение. Классификация методов, особенности методов различных групп. Общие тенденции в развитии методов определения. Объекты химического анализа. Химический анализ и аналитический контроль, их отличия. Инфраструктура современной аналитической химии. Методологические аспекты современной аналитической химии.	4
P2	Равновесие в гомогенной системе	Типы реакций и процессов в аналитической химии. Основные закономерности равновесий и протекания реакций: кислотно-основных, окислительно-восстановительных, комплексообразования и осаждения. Термодинамика процессов и реакций. Химическое равновесие в идеальных и реальных системах. Скорость реакций в химическом анализе. Катализаторы. Автокаталитические реакции в аналитической химии. Быстрые и медленные реакции. Механизмы реакций. Индуцированные и сопряженные реакции. Химическое равновесие в реальных системах: факторы, влияющие на равновесие. Сольватационные эффекты. Электростатические взаимодействия (метод активностей). Учет	12

		<p>побочных (конкурирующих) реакций. Термодинамическая и концентрационные (реальная и условная) константы равновесий. Расчет равновесных составов химических систем. Графическое описание равновесий. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Влияние природы растворителя на силу кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей. Буферные растворы. Расчет рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений. Свойства комплексных соединений, используемые в аналитической химии (устойчивость, растворимость, окраска, летучесть). Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования, функция закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал системы, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функциональные группы, их влияние на взаимодействие органического реагента с неорганическими ионами. Общая структура органических реагентов и ее влияние на их свойства. Теория аналогий. Основные типы соединений, образуемых с участием органических соединений. Хелаты. Важнейшие органические реагенты, применяемые в химическом анализе. Применение комплексных соединений в аналитической химии.</p>	
Р3	Равновесие в окислительно-восстановительной системе	<p>Окислительно-восстановительные реакции. Оценка окислительно-восстановительной способности. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакций окисления и восстановления и факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Смешанный потенциал. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.</p>	6
Р4	Равновесие в гетерогенной системе. Гравиметрические методы	<p>Произведение растворимости (термодинамическое, реальное, условное). Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, растворитель, действие одноименных ионов, реакции протонизации, комплексообразования, структура и размер частиц. Равновесие в системе раствор-осадок. Осадки и их свойства. Кристаллические и аморфные осадки. Структура и форма осадка. Загрязнение осадка. Соосаждение. Сущность гравиметрического анализа.</p>	10



	анализа	Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические растворители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Высушивание и прокаливание. Термогравиметрический анализ. Аналитические весы. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.	
P5	Метрология химического анализа	Метрологические основы химического анализа. Выбор метода анализа. Абсолютные и относительные методы анализа. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Аналитический сигнал. Измерение. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.	4
P6	Титриметрические методы анализа	Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное и косвенное титрование. Способы выражения концентрации растворов в титриметрии. Первичные стандарты. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Погрешности титрования. Автоматические титраторы. Основы метода. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Способы кислотно-основного титрования: прямое, обратное и косвенное. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Основы метода. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на характер кривых. Способы обнаружения конца титрования; индикаторы. Способы титрования. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Основы метода комплексометрии. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминокислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное и косвенное. Погрешности титрования. Основы метода осадительного титрования. Построение кривых осадительного титрования. Обнаружение конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения комплексометрического и осадительного титрования.	20
P7	Методы концентрирования и разделения	Основы маскирования. Маскирующие вещества. Индекс маскирования. Демаскирование. Примеры практического применения. Разделение. Методы осаждения и соосаждения при разделении. Применение органических и неорганических	6

	Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки	реагентов при осаждении. Способы разделения. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах). Теоретические основы и приемы пробоподготовки. Представительность пробы. Факторы, обуславливающие 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: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.	
P8	История аналитической химии	Основные этапы истории аналитической химии. Химический анализ в древности, в средние века. Роль алхимии. Использование индикаторов, Бойль. Разработка титриметрических методов в XVIII –XIX веках. Основные стехиометрические законы. Создание атомно-эмиссионного анализа., Бунзен, Кирхгоф. Теоретические основы классической аналитической химии, Оствальд. Создание и развитие физических методов анализа в XX веке. Этапы компьютеризации. Пути развития аналитической химии в России, основные специалисты, главные вехи.	2
Итого:			64

#### 4 семестр

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лекции	Трудоемкость, часы
P10	Экстракция	Методы выделения, разделения и концентрирования. Экстракция: основные понятия и термины. Количественные характеристики экстракции. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Коэффициент разделения. Константа распределения и константа экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Экстракция в неорганическом анализе. Экстракция органических соединений. Практическое использование экстракции.	4

P11	Хроматографические методы анализа	<p>Сущность хроматографического метода. Режим хроматографических процессов: фронтальный, вытеснительный, элюентный. Классификация хроматографических методов. Основные характеристики хроматографического процесса. Коэффициент распределения. Удерживаемый объем и время удерживания. Коэффициент емкости. Коэффициент удерживания. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Коэффициент разделения. Теория равновесной хроматографии. Неравновесная хроматография. Кинетические теории хроматографии.</p> <p>Газовая хроматография. Теоретические основы метода. Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Аппаратура для газовой хроматографии. Газы-носители, адсорбенты, неподвижные фазы. Качественный и количественный анализ. Понятие о хромато-масс-спектрометрии.</p> <p>Жидкостная хроматография. Теоретические основы метода. Жидкостная адсорбционная хроматография. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая жидкостная адсорбционная хроматография. Ионообменная хроматография. Сущность метода, механизм ионного обмена. Ионообменники. Основы ионной хроматографии. Жидкость-жидкостная (распределительная) хроматография. Тонкослойная и бумажная хроматография. Теоретические основы методов. Понятие о сверхкритической флюидной хроматографии. Применение хроматографических методов в анализе.</p>	8
P12	Спектроскопические методы анализа.	<p>Физические основы атомной спектроскопии. Понятие оптической спектроскопии. Основные характеристики излучения. Спектр. Спектральная линия. Классификация методов атомной оптической спектроскопии. Оптические спектральные приборы.</p> <p>Атомно-эмиссионная спектроскопия. Классификация методов. Эмиссионная фотометрия пламени. Атомно-эмиссионная спектроскопия с электротермической атомизацией. Эмиссионный спектральный анализ (качественный и количественный). Понятие об атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.</p> <p>Атомно-абсорбционная спектроскопия. Классификация методов. Пламенная и электротермическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Источники света в атомно-абсорбционной спектроскопии. Схема атомно-абсорбционного спектрофотометра. Количественный анализ в атомно-абсорбционной спектроскопии. Понятие об атомно-флуоресцентной спектроскопии.</p> <p>Рентгеновская спектроскопия. Классификация методов. Рентгеноспектральный анализ. Качественный и количественный рентгеноспектральный анализ.</p> <p>Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Законы</p>	26

		<p>поглощения электромагнитного излучения. Основной закон поглощения. Закон аддитивности оптических плотностей. Анализ многокомпонентных систем. Производная абсорбционная молекулярная спектроскопия. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной системе. Турбидиметрия и нефелометрия.</p> <p>Люминесцентные методы. Теория молекулярной люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Квантовый выход флуоресценции и фосфоресценции. Интенсивность люминесценции и ее зависимость от концентрации люминофора. Люминесцентный анализ органических и неорганических веществ.</p> <p>Масс-спектрометрия. Анализ органических веществ. Элементный анализ.</p> <p>Приборы.</p>	
P13	Кинетические методы анализа	<p>Кинетические методы в аналитической химии. Сущность кинетических методов. Классификация. Каталитический и некаталитический варианты методов. Дифференциальный и интегральный варианты методов анализа. Способ тангенсов, фиксированного времени и фиксированной концентрации. Типы реакций, используемых в кинетических методах. Преимущества и недостатки кинетических методов. Примеры использования кинетических методов для определения неорганических и органических соединений в различных объектах.</p>	4
P14	Электрохимические методы анализа	<p>Электрохимические методы анализа. Электрохимические реакции. Основные электрохимические параметры. Электрохимическая цепь. Электрохимическая ячейка. Гальванический элемент и электролитическая ячейка. Равновесные и неравновесные электрохимические процессы. Классификация электрохимических методов.</p> <p>Потенциометрия. Индикаторные электроды. Измерение потенциала. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Практическое применение потенциометрии.</p> <p>Вольтамперометрия. Основные теоретические зависимости. Кривые поляризации. Обратимые и необратимые электродные процессы. Классическая полярография. Современные разновидности полярографии. Осциллографическая, импульсная и переменного тока полярография. Прямые, косвенные и инверсионные вольтамперометрические методы. Амперометрическое титрование.</p> <p>Теоретические основы кулонометрических методов (законы Фарадея) и их классификация. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Применение кулонометрии при анализе реальных объектов.</p> <p>Кондуктометрия. Перенос электрического заряда и проводимость. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.</p>	18

P15	Современная аналитическая химия	Современное состояние аналитической химии. Современные методы анализа. Перспективы развития аналитической химии. Автоматизация и компьютеризация анализа.	4
Итого:			64

#### 4.3. Содержание практических занятий:

##### 3 семестр

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание практического занятия	Трудоемкость, часы
P2	Равновесие в гомогенной системе	Константа равновесия. Протолитическая теория кислот и оснований Расчет рН растворов кислот и оснований, амфолитов, буферных растворов	8
		Построение диаграмм для кислотно-основного равновесия	4
		Равновесие в растворах координационных соединений. Построение диаграмм	4
P3	Равновесие в окислительно-восстановительной системе	Стандартный электродный потенциал и константа равновесия реакций окисления-восстановления	4
		Расчет произведения растворимости (констант растворимости) и констант устойчивости по величине стандартного потенциала	4
P4	Равновесие в гетерогенной системе. Гравиметрические методы анализа	Влияние на растворимость различных факторов	8
		Расчеты в гравиметрии. Расчет рН начала и полного осаждения (растворения) гидроксидов и солей слабых кислот	4
PK1		Рубежный контроль 1	2
P5	Метрология химического анализа	Виды погрешностей. Критерии воспроизводимости. Объединение выборок. Оценка правильности. Исключение данных	4
P6	ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА	Титриметрические методы. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования.	6
		Оксидиметрия	4
		Комплексонометрия	2
		Методы осадительного титрования	2
		Индикаторные погрешности.	2

P7	Методы концентрирования и разделения. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки	Методы концентрирования и разделения.	4
PK2		Рубежный контроль 2	2
Итого:			64

#### 4 семестр

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание практического занятия	Трудоемкость, часы
P10	Экстракция	Основные законы и количественные характеристики экстракции	2
		Решение расчетных задач по теме "Экстракция"	6
P11	Хроматографические методы анализа	Хроматографические параметры. Методы количественного анализа в хроматографии	4
		Решение расчетных задач по теме "Хроматография"	4
P12	Спектроскопические методы анализа	Основы спектроскопии. Спектр электромагнитного излучения. Основные характеристики спектров. Атомные и молекулярные спектры. Общие положения. Классификация спектроскопических методов. Решение задач.	4
		Атомно-эмиссионные методы. Атомно-абсорбционный метод. Решение задач	4
		Аналитические методы молекулярной спектроскопии. Решение задач	4
		Аналитическая абсорбционная спектроскопия (фотометрические методы анализа) в Уф- и видимой областях спектра. Решение задач	6
		Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Люминесцентный анализ.	4
PK4		Рубежный контроль 4	2
P13	Кинетические методы анализа	Кинетические методы анализа. Принцип методов. Индикаторные реакции. Каталитический и некаталитический варианты. Дифференциальный и интегральный вариант кинетического метода анализа	4

Р14	Электрохимические методы анализа	Гальванический элемент и электролитическая ячейка. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Классификация электрохимических методов	2
		Потенциометрические методы. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Ионоселективные электроды. Решение задач	6
		Вольтамперометрические методы. Классическая полярография. Другие разновидности полярографии. Амперометрическое титрование. Решение задач	6
		Кулонометрические методы. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Решение задач	4
РК5		Рубежный контроль 5	2
Итого:			64

#### 4.3. Лабораторный практикум:

##### 3 семестр

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лабораторной работы	Трудоемкость, часы
Р1	Методы обнаружения и разделения элементов	Классификация катионов. Первая, вторая и третья группы катионов	6
		Катионы четвертой, пятой и шестой групп	6
		Анализ смеси катионов I-VI групп	6
		Анализ анионов	6
		Анализ смеси анионов	6
		Анализ смеси твердых веществ	4
РК3		Рубежный контроль 3 ( коллоквиум)	2
Р4	Гравиметрические методы анализа	Определение содержания железа	6
		Определение содержания сульфат-ионов	6
Р6	ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА	Ацидиметрия	6
		Алкалиметрия	6
		Перманганатометрия	6
		Йодометрия	6
		Комплексонометрия	6
		Методы осаждения	6
Р9	Анализ объектов	Анализ сплавов, руд и минералов	12
Итого:			96

##### 4 семестр

Шифр раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование и содержание лабораторной работы	Трудоемкость, часы
Р10	Экстракция	Экстракция в качественном анализе.	6
		Разделение смеси катионов экстракционным методом	6

Р11	Хроматографические методы анализа	Разделение и обнаружение катионов методом одномерной бумажной хроматографии	6
		Определение общей концентрации катионов в растворе с помощью ионообменной хроматографии	6
Р12	Спектроскопические методы анализа	Определение никеля диметилглиоксимом в присутствии окислителей	6
		Фотометрическое определение железа в присутствии никеля	6
		Определение больших количеств марганца в виде перманганат-иона	6
		Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при их совместном присутствии	6
		Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение	6
		Экстракционно-фотометрическое определение молибдена в растворах	6
		Экстракционно-фотометрическое определение никеля с помощью 1-(2-пиридилазо) -2- нафтола (ПАН)	6
		Турбидиметрическое определение сульфат-иона	4
РК 6		Рубежный контроль 6	2
Р13	Кинетические методы анализа	Определение меди (II) или молибдена в растворах	6
Р14	ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА	Определение фосфорной кислоты в растворе	6
		Определение соляной и уксусной кислот в растворе при их совместном присутствии	6
		Определение нитрата методом добавок	4
РК 7		Рубежный контроль 7	2
Итого:			96

4.4. Курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы представлены в методических указаниях: Мосталыгина Л.В. «Методические указания по подготовке, структуре и оформлению курсовой работы студентов специальности 04.05.01 - «Фундаментальная и прикладная химия», г.Курган, Курганский государственный университет, 2016.- 29с.

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Аналитическая химия» преподается в течение двух семестров, в виде лекций, практических занятий и лабораторных работ, на которых студенты должны получить представления и расширить знания в области одного из основных разделов химии - аналитической химии. Студенты должны овладеть навыками выполнения



аналитических операций и освоить работу на современном оборудовании и приборах при проведении качественного и количественного анализа. Студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи по качественному и количественному определению индивидуальных веществ и их смесей, выбирать метод проведения анализа.

В процессе изучения курса совершенствуются навыки работы с научной литературой, в том числе на английском и других иностранных языках, работы в различных системах по поиску научной литературы.

В преподавании курса «Аналитическая химия» применяются образовательные технологии: на лекции - проблемная лекция; интерактивная лекция; лекция «Парадокс»; студент в роли преподавателя; использование общественных ресурсов: приглашение специалиста; на практических занятиях - деловые игры имитирующие производственные ситуации; семинар-пресс-конференция; «Мозговая атака»; семинар - «каждый учит каждого», экскурсии; на лабораторных работах - технология проблемного обучения, решение проблемной ситуации с переводением лабораторной работы в разряд исследовательской; метод инцидента; лабораторная работа - творческий отчет; технология коллективного взаимодействия.

В процессе чтения лекции преподавателем студент получает новейшую информацию по основным разделам аналитической химии. Материал следует не просто записывать под диктовку преподавателя, а пытаться понять и творчески переработать. Лекция конспектируется кратко, с выделением основных мыслей. Обязательно записывается тема лекции, план, основные вопросы, определения, выводы. Студент в процессе изложения материала лектором должен понять цель, логическую последовательность материала. Конспектирование лекций важно, так как развивает ум, обогащает научными знаниями и способствует закреплению знаний. Запись лекций лучше вести собственными формулировками. Конспект лекций стоит подразделять на пункты и параграфы. Важные места рекомендуется сопровождать замечаниями типа "важно", "запомнить", "посмотреть в учебнике", "вопрос" и выделять цветом. Пригодится стенография. Конспект лекций рекомендуется просматривать сразу после лекции и возвращаться к нему периодически при подготовке к аудиторным занятиям. Работая над конспектом лекций необходимо использовать учебник и рекомендованную преподавателем литературу.

Лабораторные работы - важная составляющая учебного процесса при подготовке химиков. Студенты на практике изучают классические химические и физико-химические методы анализа, отрабатывают конкретные методики, работают на сложном оборудовании, используют современные приборы. Первая строка в оформлении лабораторной работы: «Тема», далее «Цель», «Приборы и материалы». Студент должен заранее подготовиться к лабораторной работе, изучить материал и оформить ее. Вопросы по лабораторной работе можно задать преподавателю в начале занятия. Пропущенную лабораторную работу студент отрабатывает индивидуально. В начале пары преподаватель знакомит студентов с предстоящей работой, измерительной аппаратурой, техникой безопасности и правилами поведения студентов в лаборатории. Методички выдаются, как правило, на первом занятии и на весь семестр, согласно методичкам оформляется отчет по работе.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях интерактивных методов. Предусмотрена защита отчетов, а также взаимное обсуждение и взаимооценка выполнения лабораторных работ самими студентами. При обработке результатов лабораторных работ рекомендуется использовать такие программные продукты, как Pascal и Microsoft Office Excel, важно повторить навыки использования программ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Для закрепления и усвоения материала полезно активное участие во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях и лабораторных работах.

Самостоятельная работа включает изучение отдельных разделов дисциплины, на них следует обратить внимание и, при необходимости, обсудить с преподавателем. Самостоятельная работа также включает подготовку к практическим работам и лабораторным занятиям, к рубежным контролям, подготовку к зачету и экзамену. Самостоятельная работа включает выполнение курсовой работы. Самостоятельная работа студента выполняется как по учебникам и учебным пособиям, оригинальной современной литературе по профилю, так и с использованием Интернет-ресурсов.

#### Рекомендуемый режим самостоятельной работы за 3 семестр

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям	16
Подготовка к зачету	18
Подготовка к экзамену	27
Подготовка к рубежным контролям ( по 1 часу на каждое занятие)	3
<b>Всего:</b>	<b>64</b>

#### Рекомендуемый режим самостоятельной работы за 4 семестр

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Подготовка и выполнение курсовой работы	30
Подготовка к лабораторным и практическим занятиям	17
Подготовка к зачету	18
Подготовка к экзамену	27
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	8
<b>Всего:</b>	<b>100</b>

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1 Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ
2. Отчеты студентов по лабораторным работам
3. Примерный перечень вопросов к рубежным контролям № 1, № 2, №3, №4, №5, №6, №7
4. Перечень вопросов к зачету, экзамену
5. Курсовая работа

**6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине**  
**3 семестр**

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Распределение баллов за 3 семестр					
		Вид УР:	Посещение ЛК и ПЗ	Защита ПЗ	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	0,25 (ЛК) 0,3 (ПЗ)	1	11	12	30
	Примечания:	ЛК 0,25*32 ПЗ 0,3*30 Всего 17	1*30 Всего 30	На 8-м ПЗ	На 16-м ПЗ		
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачет	60 и менее баллов – неудовлетворительно 61...73 — удовлетворительно 74...90 — хорошо 91...100 - отлично					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить практические работы. Для получение экзаменационной оценки "удовлетворительно" "автоматически" студенту необходимо набрать за семестр 68 баллов. Студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в учебной работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических работ и выставлена оценка "хорошо" или "отлично" автоматически.					
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение дополнительных домашних расчетных заданий (5 баллов); - прохождение рубежных контролей (баллы в зависимости от рубежа). Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении,					

	проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.
--	--

№	Наименование	Содержание					
		Распределение баллов за 3 семестр					
		Вид УР:	Выполнение ЛР	Оформление ЛР и качество выполнения эксперимента	Защита ЛР	Рубежный контроль №3	Зачет
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Балльная оценка:	1	1	2	10	30
Примечания:		1*15 Всего 15	1*15 Всего 15	2*15 Всего 30	10 На 6 ЛР		
2		Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачет	60 и менее баллов – незачтено. 61 и более баллов - зачтено				
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить, оформить и защитить все лабораторные работы. Для получения зачета «автоматически» студенту необходимо набрать за семестр следующее минимальное количество баллов: - 61 балл для получения зачета «автоматически» в семестре. Дополнительные (бонусные) баллы могут быть добавлены за активные ответы в ходе выполнения лабораторной работы, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, выполнение эксперимента по заданию преподавателя, подготовку доклада или презентации по теме, предложенной преподавателем.					
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение и защита пропущенных лабораторных работ (5 баллов); - разработка творческой экспериментальной работы (5 баллов) Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за					

	разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.
--	---

#### 4 семестр

№	Наименование	Содержание					
Распределение баллов за 4 семестр							
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид УР:	Посещение ЛК	Посещение и защита ПЗ	Рубежный контроль №4	Рубежный контроль №5	Экзамен
		Балльная оценка:	0,5	1	12	12	30
		Примечания:	ЛК 0,5*32 Всего 16	1*30 Всего 30	На 10 ПЗ	На 16 ПЗ	30
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачет	60 и менее баллов – неудовлетворительно 61....73 — удовлетворительно 74....90 — хорошо 91....100 - отлично					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для допуска к промежуточной аттестации (экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить практические работы. Для получения экзаменационной оценки "удовлетворительно" "автоматически" студенту необходимо набрать за семестр 68 баллов. Студенту, набравшему минимум 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за активное участие в учебной работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения практических заданий и выставлены оценки "хорошо" или "отлично" автоматически.					
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации (экзамену) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение дополнительных домашних расчетных заданий (5баллов); - подготовка лекции «Студент в роли преподавателя» (5 баллов);					

	- перевод специального научного текста по аналитической химии из иностранных журналов (3 балла) Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.
--	---

№	Наименование	Содержание					
		Распределение баллов за 4 семестр					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид УР:	Выполнение (качество выполнения), оформление и защита ЛР	Рубежный контроль №6	Рубежный контроль №7	Зачет	
		Балльная оценка	3	11	11	30	
		Примечания :	3*16 Всего 48	На 12 ЛР	На 16 ЛР		
		Курсовая работа					
	Объект оценки:	Качество выполнения эксперимента	Качество теоретической и расчетной части	Качество доклада	Ритмичность выполнения	Качество защиты	Всего
	Балльная оценка	До 40	До 30	До 10	Коэффициент от 0,8 до 1,2	До 20	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачет	60 и менее баллов – незачтено 61 и более баллов - зачтено					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности	Для допуска к промежуточной аттестации (зачету) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные работы.					

	получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	Для получения зачета «автоматически» студенту необходимо набрать за семестр 61 балл. Студенту могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за получение точных результатов в ходе выполнения лабораторной работы, творческий подход к ее выполнению, соблюдение требований к технике выполнения лабораторных работ.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	В случае если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): - выполнение и защита пропущенных лабораторных работ (5 баллов); - разработка творческой экспериментальной работы (5 баллов); -прохождение рубежных контролей (баллы в зависимости от рубежа). Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.

### 6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме устного опроса (коллоквиума), тестирования, зачет - в форме тестирования, экзамен в форме устного опроса (перечень вопросов к экзамену).

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Примерные варианты тестового задания к зачету включают 20 вопросов (максимально 1,5 балла за один ответ) - 3 семестр и 12 вопросов (максимально по 2,5 балла за один ответ) - 4 семестр. Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость

Перечень вопросов к экзамену включает около 40 вопросов. Студенту предлагается ответить на 2 из них. Время, отводимое студенту для подготовки к экзамену составляет 1 астрономический час.

Примерный перечень вопросов к рубежному контролю №1 содержит 8 вопросов и 4 задачи. Студент должен ответить на 4 вопроса и решить 1 задачу (по выбору преподавателя) (по 2 балла за каждый вопрос и 3 балла за задачу), максимально - 11 баллов. Перечень заданий к РК №2 содержит 7 вопросов и 5 задач. Студент должен ответить на 2 вопроса и решить 2 задачи (по выбору преподавателя) (за каждый вопрос по 3 балла), максимально — 12 баллов. Примерный перечень заданий к рубежному контролю 3 (выполняется на лабораторной работе) содержит 5 пунктов. Студенту дается 1 задание,

выполнение которого он должен подтвердить экспериментально. За выполнение максимально дается 10 баллов.

РК-4 и РК-5 выполняются в виде тестов и содержат по 12 вопросов. Студент максимально может получить 12 баллов.

Рубежный контроль 6 (РК-6) и 7 (РК 7) выполняется на лабораторном занятии. Включает 11 вопросов, которые преподаватель выбирает из различных тем. Вопросы изложены в методических указаниях (Мостальгина Л.В. «Аналитическая химия. Методические указания к выполнению контрольной работы и для подготовки к практическим занятиям по аналитической химии для студентов 2 курса специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия», Курган, Курганский государственный университет, 2016, 40с.). За каждый верный ответ студент максимально получает 1 балл, суммарно 11 баллов. На подготовку при рубежном контроле студенту отводится 40 минут. Преподаватель оценивает в баллах результаты ответов на вопросы каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Результаты текущего контроля успеваемости, зачета и экзамена заносятся преподавателем в зачетную и экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета или экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

#### 6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей зачета и экзамена

##### Примерный вариант тестового задания к зачету

##### 3 семестр

1. Какая масса  $KMnO_4$  потребуется для приготовления 5л 0,1н раствора, если он предназначен для реакции обмена:

- 1) 76                      2) 26                      3) 16                      4) 8

2. 25мл раствора соляной кислоты неизвестной концентрации требуют для титрования 23,30 мл раствора  $NaOH$  с  $T(NaOH:H_2SO_4)=0,04980$ . Определить молярную концентрацию соляной кислоты:

- 1) 0,9464  
2) 1,1603  
3) 0,04641  
4) 0,9234

3. Навеска 0,3812 г пиролюзита обработана 0,4220 г  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ . На титрование непрореагировавшего остатка щавелевой кислоты израсходовано 15,05мл раствора перманганата ( $K=0,9850$  к 0,1н). Сколько процентов  $MnO_2$  содержал образец?

- 1) 24,18                      2) 59,45                      3) 63,44                      4) 93,45

4. По какой из формул рассчитывают растворимость малорастворимого соединения типа  $A_mB_n$  в кислой среде, если В - слабое основание:

1.    2.    3.    4.

$$S = \sqrt[m+n]{\frac{PP^0}{m^m [B]^n f_A^m}} \quad 5$$

$$S = \frac{PP^0}{[B]}$$

$$S = \sqrt[m+n]{PP^0}$$

$$S = \sqrt[m+n]{\frac{PP^0}{m^m n^n \alpha_A^m \alpha_B^n}}$$

5. В каком ряду растворимость иодидов в воде уменьшается:

- 1)  $PbI_2$   $TeI$   $BiI_3$   $AgI$   
2)  $TeI$   $PbI_2$   $AgI$   $BiI_3$   
3)  $PbI_2$   $TeI$   $AgI$   $BiI_3$

6. Осадок карбоната бария 0,15г промывает 200мл воды. Определить потери осадка на растворимость, выразив их в процентах:

- 1) 1,8                                      2) 0,9                                      3) 3,5                                      4) 1,5



7. Назовите самое сильное из оснований, сопряженных со следующими кислотами:
- 1)  $\text{KHS}$
  - 2)  $\text{NaHC}_2\text{O}_4$
  - 3)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
  - 4)  $\text{H}_2\text{CO}_3$
8. Назовите самую сильную из кислотных форм, сопряженных со следующими основаниями:
- 1)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
  - 2)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$
  - 3)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
  - 4)  $\text{NaHCO}_3$
9. Сколько скачков на кривой титрования раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  раствором  $\text{NaOH}$ ?
- 1) 1
  - 2) 2
  - 3) 3
  - 4) ни одного
10. Каков состав раствора во второй точке эквивалентности при титровании раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  раствором  $\text{NaOH}$ ?
- 1)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$
  - 2)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$
  - 3)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$
  - 4)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{Na}_3\text{PO}_4$
  - 5)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$
11. Что содержит раствор в конечной точке титрования раствора карбоната натрия раствором соляной кислоты с метиловым оранжевым:
- 1) слабое основание
  - 2) слабую кислоту
  - 3) буферную смесь
  - 4) амфолит
  - 5) соляную кислоту?
12. Что содержит раствор в точке нейтральности при титровании раствора аммиака раствором соляной кислоты?
- 1) буферную смесь
  - 2) слабое основание
  - 3) амфолит.
13. Титруют смесь  $\text{NaOH}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с индикатором метиловым оранжевым. Что при этом будет оттитровано?
- 1)  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$
  - 2)  $\text{NaOH} + 1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3$
  - 3)  $\text{NaOH}$
  - 4)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
14. В каком растворителе можно оттитровать соляную кислоту в присутствии уксусной кислоты?
- 1) в этилендиаминае
  - 2) в ацетоне
  - 3) в воде
  - 4) в метаноле
15. Какое влияние оказывает введение ацетона ( $\epsilon=20,7$ ) в водный раствор смеси уксусной и соляной кислот?
- 1) нивелирует силу кислот
  - 2) увеличивает силу кислот
  - 3) увеличивает степень диссоциации уксусной кислоты
  - 4) дифференцирует кислоты

16. Как стандартизируют раствор тиосульфата натрия по дихромату калия?
- 1) Раствор дихромата титруют раствором тиосульфата натрия
  - 2) К навеске дихромата калия добавляют рассчитанное количество иодида, подкисляют серной кислотой, выделившийся йод титруют тиосульфатом
  - 3) К избытку иодида калия добавляют серную кислоту, точно известное количество дихромата калия и выделившийся йод титруют тиосульфатом натрия.
17. Какова роль ортофосфорной кислоты в смеси Рейнгарда-Циммермана при перманганатометрическом определении Fe(II)?
- 1) Связывает в комплекс присутствующие посторонние ионы
  - 2) Связывает в комплексы Fe(III) и Mn(III)
  - 3) Ингибирует окисление хлорид-ионов
18. Чему равна эквивалентная масса иодата калия в реакции стандартизации тиосульфата натрия?
- 1)  $M/6$
  - 2)  $M/5$
  - 3)  $M/3$
  - 4)  $M$
19. Какие индикаторы используются при комплексонометрическом титровании?
- 1) Индикаторы, образующие окрашенные комплексные соединения с ионом металла с  $\lg\beta_{MLn} > \lg\beta_{MY}$
  - 2) Индикаторы, изменение окраски которых происходит в зависимости от pH раствора
  - 3) Индикаторы, образующие окрашенные комплексные соединения с ионом металла с  $\lg\beta_{MLn} < \lg\beta_{MY}$  и проявляющие кислотно-основные свойства.
20. Какие ионы можно определить аргентометрически методом Мора?
- 1) Иодид
  - 2) Роданид
  - 3) Хромат
  - 4) Бромид

#### 4 семестр

1. Реэкстракция – это:
  - 1) повторная экстракция;
  - 2) процесс обратного извлечения вещества из экстракта в водную фазу;
  - 3) процесс частичного или полного удаления примесей;
  - 4) экстракция вещества из одной и той же фазы, проводимая отдельными порциями экстрагента?
2. Найдите длину хроматографической колонки, если  $H=0,1$  мм, а  $N=10000$ :
  - 1) 100 см;
  - 2) 1000 см;
  - 3) не хватает данных;
  - 4)  $10^{-5}$  см.
3. Аффинная хроматография основана на:
  - 1) различии в растворимости разделяемых веществ в неподвижной фазе;
  - 2) разной способности веществ к ионному обмену;
  - 3) различии в размерах и формах молекул разделяемых веществ;
  - 4) на специфических взаимодействиях, характерных для некоторых биологических и биохимических процессов.
4. Какие параметры следует определить на вольтамперограммах для проведения количественного определения веществ:
  - 1) высоту полуволны;
  - 2) потенциал полуволны;
  - 3) высоту волны;
  - 4) потенциал начала восстановления?
5. Как устанавливают к.т.т в методе амперометрического титрования:
  - 1) по спаду тока до нуля;
  - 2) экстраполяцией прямолинейных участков на кривой титрования;
  - 3) по началу возрастания тока;

- 4) по остаточному току?
6. Что вызывает скачок титрования при потенциометрическом обнаружении к.т.т.:
- 1) изменение природы индикаторной реакции в процессе титрования;
  - 2) увеличение концентрации растворов исходных веществ;
  - 3) образование слабых электролитов в результате химической реакции титрования;
  - 4) образование малорастворимых соединений в результате химической реакции титрования;
7. В каких координатах строят график при работе с ИСЭ:
- 1)  $E - \lg a$ ;
  - 2)  $E - c$ ;
  - 3)  $I - \lg a$ ;
  - 4)  $I - c$ ?
8. Какой области спектра соответствует излучение с длиной волны 3,62 мкм:
- 1) микроволновая;
  - 2) ультрафиолетовая;
  - 3) инфракрасная;
  - 4) рентгеновская?
9. Методом эмиссионной фотометрии пламени с высокой чувствительностью можно определять:
- 1) свинец и цинк;
  - 2) хлор и бром;
  - 3) калий и натрий;
  - 4) фосфор и серу.
10. Атомно-абсорбционная спектроскопия основана:
- 1) на поглощении излучения оптического диапазона невозбужденными свободными атомами;
  - 2) на поглощении излучения оптического диапазона молекулами;
  - 3) на термическом возбуждении свободных атомов или одноатомных ионов и регистрации спектра испускания возбужденных атомов;
  - 4) на поглощении излучения в инфракрасной области молекулами.
11. Минимальная погрешность измерения оптической плотности достигается при значении  $A_{\text{опт.}}$ :
- 1) 0,1;
  - 2) 1,0;
  - 3) 0,434;
  - 4) 0,5.
12. По длительности возбужденного состояния и составу молекулярную люминесценцию подразделяют на:
- 1) фотолюминесценцию и хемилюминесценцию;
  - 2) фосфоресценцию и флюоресценцию;
  - 3) абсорбционную и эмиссионную;
  - 4) свечение дискретных центров и рекомбинационное свечение.

### Пример задания для рубежного контроля 1 (РК 1)

**3 семестр (выполняется на практическом занятии)**

**Вопросы:**

1. Что такое кислотно-основная реакция? Что такое кислотно-основная полуреакция?
2. Что такое буферная ёмкость? Какие факторы влияют на величину буферной ёмкости?
3. Как можно стабилизировать соединения с неустойчивыми степенями окисления элемента? Покажите это на примерах кобальта(III) и меди (I).

4. Дайте теоретическое обоснование (расчет) возможности использования комплексных соединений для избирательного растворения и осаждения малорастворимых соединений.
5. Как влияет рН среды на величину потенциала? Выведите формулу зависимости потенциала от рН для полуреакции, протекающей с участием ионов водорода.
6. Назовите основные окислители и восстановители, используемые для разделения и обнаружения ионов.
7. Как влияет одноименный ион на растворимость осадка? Изобразите эту зависимость графически.
8. Как рассчитать константу равновесия реакции растворения малорастворимого соединения в кислоте?

**Задачи:** (студенту для решения дается две задачи)

1. Вычислите концентрацию раствора  $\text{HCOOH}$ , имеющего рН 3,0.
2. Вычислите равновесные концентрации  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{AgNH}_3^+$ ,  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ ,  $\text{NH}_3$  в растворе, содержащем 0,05 моль/л  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{ClO}_4$ .
3. Рассчитайте стандартный потенциал полуреакции  $\text{Vi}(\text{OH})_3 + 3e \leftrightarrow \text{Vi} + 3\text{OH}^-$  из величины стандартного потенциала полуреакции  $\text{Vi}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Vi}$ .
4. Рассчитайте растворимость хромата серебра:
  - а) при ионной силе, равной нулю;
  - б) в 0,01 М растворе нитрата калия.

#### Пример задания для рубежного контроля 2 (РК 2)

3 семестр (выполняется на практическом занятии).

**Вопросы:**

1. Какие факторы (константа диссоциации, температура, концентрация растворов, объем титруемого раствора, скорость титрования) влияют: а) на положение точки эквивалентности; б) на величину и положение скачка титрования?
2. Какой индикатор пригоден для титрования:
  - а) 0,1 М  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  + 0,1 М  $\text{HCl}$ ;
  - б) 0,1 М  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  + 0,1 М  $\text{KOH}$ ? Обосновать.
3. Какие индикаторные погрешности следует учитывать при титровании с индикаторами метиловым оранжевым и фенолфталеином:
  - а)  $\text{HCl} + \text{NaOH}$ ;
  - б)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$ ;
  - в)  $\text{NH}_3 + \text{HCl}$ ;
  - г)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}$ .
4. В чем сущность отдельного комплексометрического титрования компонентов смеси с использованием маскирующих веществ  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  в присутствии  $\text{KCN}$ .
5. Что такое металлохромные индикаторы?
6. Назовите важнейшие металлохромные индикаторы. Каким требованиям они должны удовлетворять?
7. Рассчитать область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и подобрать индикатор при титровании 0,05 М  $\text{FeSO}_4$  0,01 М раствором  $\text{KClO}_3$  при  $C(\text{H}^+) = 0,1$  моль/л.

**Задачи:**

1. Вычислить рН при добавлении к 50 мл 0,1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$  49,9 мл 0,1 М  $\text{NaOH}$ .
2. Вычислить Е при добавлении к 50 мл 0,05 Н  $\text{Fe}^{2+}$  5 мл 0,1 Н  $\text{KMnO}_4$ .
3. Вычислить рВг при добавлении к 50 мл 0,005 М  $\text{NaBr}$  24,95 мл 0,01 М  $\text{AgNO}_3$ .
4. Вычислить рSr при добавлении к 50 мл 0,01 М  $\text{Sr}^{2+}$  25 мл 0,02 М ЭДТА, если рН=11.

5. Вычислить индикаторную погрешность титрования 0,01 М  $\text{NH}_3$  раствором 0,01 М  $\text{HCl}$  с тимолфталеном ( $pT=10$ ).

**Пример задания для рубежного контроля 3 (РК 3)**

**3 семестр (выполняется на лабораторной работе)**

1. Определение номера группы в смеси катионов 1-3 групп.
2. Как можно перевести в раствор хлорид, иодид, сульфид, оксид серебра?
3. Окислительно-восстановительная характеристика катионов 4 группы.
4. Предложите два способа отделения магния от других катионов.
5. При слабом подкислении раствора газы не выделяются, при действии нитрата серебра образуется осадок. Какие это могут быть ионы?

**Пример задания для рубежного контроля 4 (РК 4)**

**4 семестр ( в виде теста выполняется на практическом занятии)**

1. Под степенью извлечения вещества в экстракции понимают:
  - 1) долю проэкстрагированного вещества от общего его количества;
  - 2) отношение общих концентраций вещества в двух фазах;
  - 3) отношение активностей одной и той же формы растворенного вещества;
  - 4) отношение коэффициентов распределения двух веществ.
2. Распределительная хроматография на бумаге основана на:
  - 1) распределении вещества между жидкой и твердой фазами;
  - 2) разной способности веществ к ионному обмену;
  - 3) распределении вещества между двумя жидкими фазами;
  - 4) различии в размерах и формах молекул разделяемых веществ.
3. В газовой хроматографии:
  - 1) газ-носитель взаимодействует с разделяемыми веществами;
  - 2) газ-носитель взаимодействует с неподвижной фазой;
  - 3) газ-носитель взаимодействует с разделяемыми веществами и неподвижной фазой;
  - 4) газ-носитель не взаимодействует с разделяемыми веществами и неподвижной фазой.
4. Для каких систем характерно появление линейчатых спектров:
  - 1) для атомных;
  - 2) для молекулярных;
  - 3) для атомных и молекулярных;
  - 4) для элементов в тех степенях окисления, которые характеризуются наличием неспаренного электрона?
5. Самым низкотемпературным источником атомизации и возбуждения, используемым в атомно-эмиссионной спектроскопии является:
  - 1) электрическая искра;
  - 2) электрическая дуга;
  - 3) пламя;
  - 4) индуктивно связанная плазма.
6. Гомологическая пара линий должна удовлетворять следующим требованиям:
  - 1) близость энергий (длин волн) и интенсивностей;
  - 2) близость энергий;
  - 3) это могут быть любые две линии в спектре данного элемента, исчезающие последними при уменьшении концентрации вещества;
  - 4) это могут быть любые две линии в спектре данного элемента.
7. При анализе методом эмиссионной фотометрии пламени в раствор, содержащий ионы кальция, ввели хлорид алюминия. Это привело к:
  - 1) повышению интенсивности испускания атомов кальция;
  - 2) к снижению интенсивности испускания атомов кальция;
  - 3) не вызвало никаких изменений.

8. Какой метод анализа пригоден для проведения полного качественного анализа :

- 1) атомно-абсорбционный;
- 2) атомно-эмиссионный;
- 3) люминесцентный;
- 4) рентгеноабсорбционный.

9. Закон Бугера-Ламберта-Бера устанавливает связь между:

- 1) оптической плотностью и пропусканием;
- 2) оптической плотностью и молярным коэффициентом поглощения;
- 3) оптической плотностью, концентрацией и толщиной поглощающего слоя;
- 4) оптической плотностью и интенсивностью исходного светового потока.

10. Тушение люминесценции – это:

- 1) поглощение квантов в толще раствора;
- 2) уменьшение выхода люминесценции под влиянием концентрации люминофора в растворе, температуры и посторонних веществ;
- 3) взаимодействие исследуемого вещества с излучением;
- 4) поглощение части излучения возбужденных частиц исследуемого вещества невозбужденными частицами того же вещества.

#### Пример задания для рубежного контроля 5 (РК 5)

*4 семестр ( в виде теста выполняется на практическом занятии)*

1. Какой параметр следует определять на вольтамперных кривых для нахождения концентрации вещества по методу градуировочного графика:

- 1) потенциал полуволны;
- 2) высоту волны;
- 3) область потенциалов предельного тока;
- 4) высоту полуволны?

2. В каком случае угол наклона градуировочного графика при использовании соответствующего ионоселективного электрода будет наибольшим:

- 1) для трехзарядных ионов;
- 2) для двухзарядных ионов;
- 3) для однозарядных ионов;
- 4) не зависит от заряда?

3. Что находится во внутренней полости жидкостного мембранного ионоселективного электрода:

- 1) раствор хлорида натрия и хлоридсеребряный электрод сравнения;
- 2) раствор одноименного иона и контактная проволока;
- 3) раствор одноименного (с измеряемым) иона и электрод сравнения;
- 4) ничего.

4. Какие параметры следует определить на вольтамперограммах для проведения количественного определения веществ:

- 1) высоту полуволны;
- 2) потенциал полуволны;
- 3) высоту волны;
- 4) потенциал начала восстановления?

5. Как устанавливают к.т.т в методе амперометрического титрования:

- 1) по спаду тока до нуля;
- 2) экстраполяцией прямолинейных участков на кривой титрования;
- 3) по началу возрастания тока;
- 4) по остаточному току?

6. Что вызывает скачок титрования при потенциометрическом обнаружении к.т.т.:

- 1) изменение природы индикаторной реакции в процессе титрования;

- 2) увеличение концентрации растворов исходных веществ;
- 3) образование слабых электролитов в результате химической реакции титрования;
- 4) образование малорастворимых соединений<sup>1</sup> в результате химической реакции титрования;
7. В каких координатах строят график при работе с ИСЭ:
  - 1)  $E - \lg a$ ;
  - 2)  $E - c$ ;
  - 3)  $I - \lg a$ ;
  - 4)  $I - c$ ?
8. Какие параметры следует определить на вольтамперограмме для проведения качественного анализа:
  - 1) высоту полуволны;
  - 2) потенциал полуволны;
  - 3) потенциал начала восстановления;
  - 4) высоту волны?
9. Какой индикаторный электрод наиболее часто применяется при измерении рН:
  - 1) хингидронный;
  - 2) стеклянный;
  - 3) хлоридсеребряный;
  - 4) водородный?
10. Какой принцип положен в основу кулонометрического титрования:
  - 1) соответствие потенциала одного из электродов ячейки потенциалу окисления (восстановления) веществ (ионов), присутствующих в растворе;
  - 2) способность веществ (ионов) к электрохимическому превращению на поверхности твердых электродов;
  - 3) соответствие между количеством электричества, пошедшего через ячейку, и количеством титранта, генерируемого в ячейке;
  - 4) несоответствие внешнего напряжения э.д.с. внутреннего гальванического элемента, возникающего в ячейке при электролизе.

#### Пример задания для рубежного контроля 6 (РК 6)

*4 семестр (выполняется на лабораторной работе в виде коллоквиума)*

1. Назовите основные типы экстрагирующихся веществ.
2. Перечислите основные методы количественного хроматографического анализа. В каких случаях используют тот или иной метод?
3. Что такое мертвый объем колонки? Какие объемы он в себя включает?
4. Поясните следующие термины: стационарные состояния, 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.
5. Какие типы переходов в молекуле вызываются поглощением а) ультрафиолетового; б) видимого, в) инфракрасного излучения?
6. Как влияет температура распыляемого раствора на величину аналитического сигнала в атомных спектроскопических методах анализа при пламенном способе атомизации?
7. Дайте сравнительную характеристику методов атомно-эмиссионного анализа с пламенным и электрическими (дуговой, искровой) способами атомизации и возбуждения.
8. Что служит критерием соблюдения основного закона светопоглощения? Какие причины вызывают отклонения от этого закона?

9. Какие фотометрические реакции используются для определения Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu? Укажите условия их проведения и изобразите формулы фотометрируемых соединений.
10. На чем основан фотометрический анализ смеси веществ без их разделения?
11. Какая функциональная зависимость лежит в основе люминесцентного анализа?

#### **Пример задания для рубежного контроля 7 (РК 7)**

##### **4 семестр (выполняется на лабораторной работе в виде коллоквиума)**

1. Что такое равновесный потенциал?
2. Опишите принцип работы хлоридсеребряного и насыщенного каломельного электродов сравнения.
3. Что такое потенциал асимметрии? Каковы возможные причины его возникновения? Как его можно устранить?
4. В каких случаях целесообразно использовать метод Грана? В чем его суть?
5. Как можно измерить количество электричества: а) в прямой потенциостатической кулонометрии; б) в кулонометрическом титровании?
6. Какие типы химических реакций можно использовать в кулонометрическом титровании?
7. Каковы преимущества кулонометрического титрования перед классической титриметрией?
8. Зачем перед регистрацией полярограммы в раствор вводят желатин? Всегда ли это необходимо делать?
9. Назовите реакции на индикаторном электроде, ограничивающие интервал поляризации ртутного электрода: а) в щелочной среде; б) в кислой среде; в) в нейтральной среде.
10. Назовите способы определения числа электронов, участвующих в электродном процессе.
11. Сформулируйте суть метода амперометрического титрования.

##### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

##### **3 семестр**

1. Вычисление pH в растворах сильных и слабых кислот и их смесей.
2. Вычисление pH в растворах амфолитов.
3. Сопряжённая кислотно-основная пара. Характеристики буферных растворов (уровень pH, область буферирования, буферная ёмкость).
4. Расчёт равновесного состава химической системы на примере  $H_2A$ . Разделительная диаграмма.
5. Концентрационно-логарифмическая диаграмма на примере кислотно-основного равновесия.
6. Равновесие реакции комплексообразования (константы устойчивости, доля иона металла и промежуточного комплекса, степень связывания иона в комплекс, функция образования и функция закомплексованности).
7. Органические реагенты, их строение (ФАГ и ААГ). Теория аналогий взаимодействия металлов с неорганическими и органическими реагентами. Свойства органических реагентов: окраска (хромофорные, ауксохромные, антиауксохромные группы), растворимость, избирательность.
8. Условный потенциал. Влияние ионной силы, pH, окислитель(восстановитель) — слабая кислота.
9. Условный потенциал. Влияние образования комплекса, осадка.
10. Диаграмма зависимости потенциала от pH.



11. Равновесие осадок-раствор. Константа растворимости (термодинамическая, реальная, условная). Общая растворимость веществ в воде (ионное соединение, малорастворимый комплекс, малорастворимая кислота). Растворимость гидроксида в воде.
12. Зависимость растворимости от ионной силы и pH.
13. Зависимость растворимости от присутствия одноименного иона и комплексообразования.
14. Растворение осадка. Равновесие при осаждении двух малорастворимых соединений. Превращение малорастворимого электролита в другой малорастворимый электролит.
15. Гравиметрия. Сущность, методы. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Ошибки гравиметрии.
16. Механизм образования осадка. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц, их роста, от индивидуальных свойств (растворимость, полярность молекул), условий осаждения (концентрации ионов, pH, температуры). Гомогенное осаждение. Старение осадка.
17. Виды загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм). Способы уменьшения соосаждения.
18. Классификация погрешностей (систематические, грубые, случайные). Правильность анализа, методы проверки и оценки правильности.
19. Кривые Гаусса. Генеральная совокупность и выборка, их характеристика. Воспроизводимость и её критерии.
20. Сравнение выборок. Нуль-гипотеза (сравнение результатов двух методов, установление идентичности материалов, выявление систематических ошибок).
21. Статистическая обработка результатов анализа (выявление грубых ошибок Q критерий, нахождение среднего, дисперсии, стандартного отклонения, доверительных границ).
22. Титриметрический анализ. Методы. Алгоритм расчёта в методах титрования. Ошибки в титровании.
23. Кривые титрования (линейчатые и логарифмические). Общий принцип построения логарифмических кривых. Точка эквивалентности, точка нейтральности, конечная точка титрования и её установление. Симметрия кривых титрования. Скачок титрования, факторы влияющие на его величину. Погрешность титрования.
24. Кислотно-основное титрование. Алкалиметрия. Первичные, вторичные стандарты. Примеры определений.
25. Ацидиметрия. Первичные, вторичные стандарты. Примеры определений.
26. Индикаторы кислотно-основного титрования. Область перехода окраски. Индикаторные ошибки.
27. Кривые титрования в кислотно-основном методе. Титрование сильной кислоты сильным основанием (и наоборот). Индикатор.
28. Кривая титрования слабой кислоты сильным основанием (и наоборот). Титрование многоосновной кислоты. Индикатор.
29. Кривая титрования слабого основания сильной кислотой (и наоборот). Титрование многокислотного основания.
30. Редоксиметрия. Кривые титрования. Индикаторные ошибки.
31. Перманганатометрия. Условия определения. Примеры определений.
32. Цериметрия. Хроматометрия. Примеры определений. Йодатометрия.
33. Броматометрия. Примеры определений.
34. Йоди- и йодометрия. Примеры определений.
35. Метод осаждения. Требования, предъявляемые к реакциям в осадительном титровании. Кривые титрования, индикаторные ошибки.
36. Способы обнаружения конечной точки осадительного титрования (метод Мора, Гей-

Люссака, Фаянса, Фольгарда).

37. Комплексометрия, хелатометрия, комплексонометрия. Комплексоны. Реальные константы устойчивости. Кривые титрования. Индикаторные ошибки.

38. Трилон Б, его приготовление и стандартизация. Методы и условия титрования. Примеры определений.

39. Подготовка вещества к анализу. Генеральная, лабораторная, средняя проба. Отбор пробы из жидкости, газа, твердых веществ. Подготовка лабораторной пробы.

40. Влага в пробе. Стехиометрическая и нестехиометрическая влага. Влияние температуры и влажности на содержание воды в твердом веществе. Методы определения воды и пересчет вещества на абсолютно сухое вещество.

41. Методы разделения, их значение в анализе. Способы разделения путём изменения pH, образования комплексов, применение окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты.

42. Концентрирование веществ. Количественная оценка. Методы концентрирования (испарение, озоление, кристаллизация, соосаждение).

#### 4 семестр

1. Основы экстракции как метода анализа и концентрирования. Основные термины.
2. Константа распределения. Коэффициент распределения. Степень экстракции, константа экстракции. Коэффициент разделения, факторы обогащения.
3. Классификация экстракционных систем. Типы экстракционных соединений.
4. Типы растворителей. Кислотно-основные свойства экстрагентов.
5. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Практическое применение. Преимущества экстракции.
6. Принципы метода и классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.
7. Хроматограммы. Основные параметры хроматограмм. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный).
8. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения.
9. Теория теоретических тарелок.
10. Кинетическая теория.
11. Газовая хроматография и ее виды. Основные теоретические положения газовой хроматографии. Требования к стационарным и подвижным фазам. Примеры практического применения.
12. Жидкостно-адсорбционная хроматография, подвижная и неподвижная фазы, области применения. Нормально-фазовая и обращенно-фазовая хроматография.
13. Ионообменная хроматография. Ионообменные смолы. Катиониты и аниониты. Характеристики ионного обмена. Обменная емкость ионитов. Селективность ионного обмена. Экспериментальные приемы колоночных разделений в ионообменной хроматографии.
14. Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостной хроматограммы: восходящая, нисходящая, круговая, двумерная. Реагенты для проявления хроматограмм.
15. Бумажная хроматография, механизмы разделения. Требования к стационарным и подвижным фазам. Приемы практического применения.
16. Тонкослойная хроматография, основные теоретические положения. Требования к стационарным и подвижным фазам. Области применения.
17. Кинетические методы анализа. Принцип методов. Индикаторные реакции. Каталитический и некаталитический варианты.
18. Дифференциальный вариант кинетического метода анализа. Чувствительность и

- селективность методов. Практическое использование. Интегральный вариант кинетического метода анализа. Чувствительность и селективность методов. Практическое использование.
19. Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия веществ с излучением: эмиссия(тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Важнейшие характеристики спектральных линий (положение, интенсивность, ширина)
  20. Взаимосвязь основных характеристик спектральных линий с природой и количеством вещества (качественный и количественный анализ). Атомные и молекулярные спектры
  21. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные), характеру процесса (эмиссионные, абсорбционные), диапазону электромагнитного излучения
  22. Атомно-эмиссионные методы. Природа и происхождение атомно-эмиссионных спектров. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники возбуждения и атомизации
  23. Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные физико-химические помехи. Качественный и количественный анализ. Чувствительность и селективность методов. Область применения.
  24. Атомно-абсорбционный метод. Основы метода. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Физико-химические процессы в пламенах. Источники излучения (источника сплошного спектра, лампы с полым катодом, лазеры). Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ. Селективность и избирательность метода. Практическое применение.
  25. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры)
  26. Основные законы светопоглощения электромагнитного излучения. Молярный коэффициент поглощения. Применение метода для определения концентрации веществ. Чувствительность и селективность метода.
  27. Выбор оптимальных условий проведения фотометрической реакции. Интервал определяемых оптических плотностей. Метод дифференциальной спектрометрии. Спектрофотометрическое титрование. Примеры практического применения.
  28. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Основные закономерности молекулярной люминесцентной спектроскопии. Происхождение спектров люминесценции. Классификация спектров люминесценции по источнику возбуждения, механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция.
  29. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии, закон Вавилова. Тушение люминесценции. Количественный анализ. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Примеры использования метода.
  30. Общая характеристика электрохимических методов. классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Поляризационные кривые.
  31. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды. Ионметрия. Ионоселективные электроды. Чувствительность и селективность метода. Практическое применение ионметрии.
  32. Потенциометрическое титрование. Кривые титрования, способы обнаружения

- конечной точки титрования. Индикаторы. Преимущества метода.
33. Практическое применение метода потенциометрического титрования. Определение ортофосфорной кислоты, смеси соляной и уксусной кислот в водно-органических средах. Окислительно-восстановительное и осадительное титрование с потенциометрической индикацией конечной точки титрования.
  34. Кулонометрия. Сущность метода. Закон Фарадея. Варианты кулонометрии. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Метрологические характеристики методов. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования. Практическое применение.
  35. Вольтамперометрия, сущность метода. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Вольтамперограмма, её характеристика.
  36. Классическая полярография. Полярограмма, характеристика полярограмма. Уравнение Ильковича. Полярографические максимумы. Качественный и количественный анализ. Метрологические характеристики метода.
  37. Современные методы вольтамперометрии
  38. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя поляризованными электродами.
  39. Практическое применение вольтамперометрического метода и метода амперометрического титрования.
  40. Современное состояние и перспективы развития аналитической химии.

#### Пример заданий для выполнения практических работ

3 семестр

**Тема «Равновесие в гомогенной системе. Кислотно-основное равновесие»**

#### **Вопросы:**

1. Дайте определение понятия “кислота” и “основание” по теории Брэнстеда и Лоури.
1. Приведите примеры положительно и отрицательно заряженных кислот (оснований).
2. Что такое сопряженная кислотно-основная пара? Приведите примеры.
3. Как связаны между собой константы диссоциации кислоты и сопряженного основания?
4. Увеличится, уменьшится или останется неизменным рН, если в 5 раз разбавить растворы:
  - а) 0,1 М HCl; б) 0,1 М NaOH; в) 0,1 М NH<sub>4</sub>Cl; г) 0,1 М NH<sub>3</sub>;
  - д) 0,1 М NH<sub>3</sub> + 0,1 М NH<sub>4</sub>Cl?

#### **Задачи:**

1. Рассчитайте отношение концентраций компонентов буферного раствора с рН 10, содержащего HCN + KCN.
2. Вычислите концентрацию ионов HCOO<sup>-</sup>, H<sup>+</sup> и рН:
  - а) 0,03 М HCOOH;
  - б) 5% HCOOH.
3. Вычислите концентрацию ионов H<sup>+</sup>, HSO<sub>4</sub><sup>-</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> в 0,2 М H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>.
4. Как изменится рН и степень диссоциации CH<sub>3</sub> COOH в 0,2 М растворе, если к 100 мл этого раствора прибавить 30 мл 0,3 М CH<sub>3</sub> COONa?
5. Какой объем 0,2 М HCl надо прибавить к 50мл 0,1 М Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, чтобы получить раствор с рН 10,5?
6. Рассчитайте рН 0,2 М раствора хлорида аммония.
7. Рассчитайте рН 0,1 М раствора:
  - а) фосфорной кислоты;
  - б) дигидрофосфата натрия;

- в) гидрофосфата натрия;
- г) фосфата натрия.

8. Рассчитайте pH и буферного ёмкость раствора, приготовленного из 200 мл 0,01 М фосфата натрия и 100 мл 0,02 М гидрофосфата натрия.

4 семестр

#### Тема «Экстракция»

Экстракция относится к наиболее эффективным методам разделения веществ. необходимо уметь рассчитывать такие параметры экстракции: константа распределения, коэффициент распределения, степень извлечения, степень извлечения после n-кратной экстракции, коэффициент разделения.

Вопросы

1. Назовите основные типы экстрагирующихся веществ.
2. Дайте определение следующих понятий: экстракция, экстрагент, разбавитель, экстракт.
3. Дайте определение понятию коэффициент разделения. Укажите условия разделения двух веществ А и В, если объемы фаз равны.
4. Дайте определение понятию степень извлечения. Каким образом степень извлечения связана с коэффициентом распределения?
5. Сформулируйте закон распределения. При каком условии константа распределения численно равна коэффициенту распределения?
6. Напишите химическую реакцию, описывающую процесс экстракции  $Me^{2+}$  в форме хелата  $MeL_2$  реагентом HL, находящимся в органической фазе, и соответствующее ему выражение для константы экстракции.
7. Зависит ли величина коэффициента распределения (D) хелата  $MeL_m$  от pH среды и какая между ними связь?
8. Ионы M (I) экстрагируются раствором реагента HA в органическом растворителе в виде комплекса MA. Выведите формулу, показывающую, как связана константа экстракции комплекса с его константой устойчивости ( $\beta_1$ ), константой кислотной диссоциации реагента ( $K_a, HA$ ) и константами распределения комплекса ( $KD, MA$ ) и реагента ( $KD, HA$ ).
9. Ионы Fe (II) в присутствии 1,10-фенантролина (Phen) и  $NaClO_4$  экстрагируются из водных растворов хлороформом в виде комплекса  $Fe(Phen)_3 \cdot (CCl_4)_2$ . Напишите уравнение реакции и выражение для константы экстракции. Изобразите графически зависимость  $\lg D - \lg [ClO_4^-]$  при постоянной концентрации 1,10-фенантролина. Какую информацию можно получить из этой зависимости?
10. Ионы Ca (II) экстрагируются раствором  $\beta$ -изопропилтрополон (HL) в хлороформе в виде комплекса  $CaL_2 \cdot HL$ . Напишите уравнение реакции и выражение для константы экстракции. Изобразите графически зависимость  $\lg D - pH$  при постоянной концентрации HL. Какую информацию можно получить из этой зависимости?

Задачи

1. Коэффициент распределения 2,6-динитрофенола между водой и октиловым спиртом равен 15. Рассчитайте степень извлечения 2,6-динитрофенола, а также его концентрацию, оставшуюся в водной фазе после экстракции из 100,0 мл  $1,0 \cdot 10^{-3}$  М раствора 20,0 мл октилового спирта. Как можно повысить степень извлечения? Ответ: R = 75,0%,  $c(v) = 2,5 \cdot 10^{-4}$  М.
2. Рассчитайте коэффициент распределения и степень извлечения иона никеля в форме диметилглиоксимата никеля между водой и хлороформом, если его исходная концентрация в водной фазе равна 82,0 мкг/мл, а концентрация после экстракции - 0,2 мкг/мл. Отношение объемов органической и водной фаз равно 1:1. Ответ: D=409, R = 99,8%

3. Известно, что коэффициент распределения салициловой кислоты между равными объемами воды и хлороформа при pH 3,00 равен 1,3. Рассчитайте константу распределения салициловой кислоты, если  $K_{a,HA}=1,5 \cdot 10^{-3}$ . Ответ:  $KD = 3,25$ .
4. Известно, что константа распределения кислоты HA между равными объемами воды и органического растворителя равна 100. Рассчитайте pH, при котором кислота экстрагируется на 50%,  $K_{a,HA}=1,0 \cdot 10^{-5}$ . Ответ: pH 7,00.
5. Рассчитайте степень извлечения (%) 8-оксихинолина (НОх) хлороформом при pH 11,00, если константа распределения НОх равна 360, константа диссоциации ( $K_{a,HA}$ )  $1,4 \cdot 10^{-10}$ , а объемы водной и органической фаз равны. Ответ:  $R = 96,6\%$ .
6. Рассчитайте коэффициент разделения меди и магния при экстракции их раствором 8-оксихинолина в хлороформе, если исходные концентрации металлов и объемы фаз равны, а степени извлечения составляют 97,0 и 23,0% соответственно. Ответ:  $\alpha=108$ .
7. В форме хелата ML2 ионы металла экстрагируются из водной фазы объемом 50,0 мл ( $c_{Me}=1,0 \cdot 10^{-4}$  М; pH=7,00). Объем растворителя 10,0 мл, концентрация органического реагента HL в растворителе  $c_{HL}= 1,0 \cdot 10^{-2}$  М. Рассчитайте  $K_{ex}$ , если степень извлечения металла составляет 40,0%. Ответ:  $K_{ex} = 3,3 \cdot 10^{-10}$ .
8. Ионы кобальта ( $c_{Co}= 1,0 \cdot 10^{-5}$  М) экстрагируются из водной фазы равным объемом 0,10 М хелатообразующего реагента HL в хлороформе в виде комплекса  $CoL_2$ . Константа экстракции хелата  $CoL_2$  равна  $1,0 \cdot 10^{-15}$ . Рассчитайте pH, при котором ионы кобальта будут экстрагироваться на 50,0%. Ответ: pH 8,50.

#### 6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

### 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### 7.1. Основная литература

1. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
2. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>
3. Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html>
4. Аналитическая химия. Практикум [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970413852.html>
5. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html>
6. Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учебное пособие для студентов

- вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под общ. ред. В. П. Васильева. - Москва: Химия, 2000. - 328 с.
7. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс] / Ю.А. Золотов - М. Лаборатория знаний, 2016. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932082157.html>
8. Дорохова Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва: Мир, 2001. - 267с.
9. Мосталыгина Л.В. Аналитическая химия: справочное пособие /Л. В. Мосталыгина, Л. В. Кораблева. - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2006. - 95 с.
10. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Учеб. для вузов/ Под ред. Ю.А.Золотова. - М.: Высшая школа, 1999. -351, 494с.
11. Основы аналитической химии [Электронный ресурс]: практическое руководство / Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш, О.В. Моногарова, Е.А. Осипова, К.В. Осолок, Н.А. Пасекова, Г.В. Прохорова, Н.М. Сорокина, В.И. Фадеева, Е.Н. Шаповалова, Н.В. Шведене, Т.Н. Шеховцова, О.А. Шпигун - М.: Лаборатория знаний, 2017. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015673.html>
12. Основы аналитической химии. Практическое руководство: Учеб. пособие для вузов/ В.И.Фадеева, Т.Н Шеховцова, В.М.Иванов и др./ Под ред. Ю.А.Золотова. - М.: Высшая школа, 2001. - 464с.
13. Основы аналитической химии: Задачи и вопросы: учебное пособие для студентов университетов, химико-технологических, педагогических, сельскохозяйственных, медицинских и фармацевтических вузов / под ред. Ю. А. Золотова. - Москва: Высшая школа, 2002. - 412 с.
14. Систематические и случайные погрешности химического анализа: учебник для вузов: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 011000 - Химия/ М.С. Черновьянц, И.Н. Щербаков, О.И. Аскалепова, И.В. Евлашенко; ред. М.С. Черновьянц. - Москва: Академкнига, 2004. - 160 с.

## 7.2. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Мовчан. - Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788214542.html>
2. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум: В 2 кн. Кн. 1. Химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум/ Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207416.html>
3. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум / Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. - М.: КолосС, 2013. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учеб. заведений). - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207423.html>
4. Аналитическая химия. Ч. 2. Количественный анализ (оптические, рентгенофазовый и рентгеноструктурный методы) [Электронный ресурс] : Метод. указания по курсу "Аналитическая химия" / А.Д. Смирнов, А.М. Голубев, В.Н. Горячева и др. - М.:

Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – Режим доступа: [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0592.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0592.html)

5. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] / Вало́ва (Копылова) В.Д. - М.: Дашков и К. 2017. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394013010.html>

6. Аналитическая химия: химические методы анализа [Электронный ресурс] / Е.Г. Власова, А.Ф. Жуков, И.Ф. Колосова, К.А. Комарова, В.В. Кузнецов, Л.Б. Кузнецова, Е.А. Кучкарев, Л.Н. Медведева, С.Л. Рогатинская, Н.Д. Румянцева, О.Л. Саморукова, Л.Б. Оганесян, М.Б. Огарева, О.М. Петрухин, А.Р. Тимербаев - М.: Лаборатория знаний, 2017. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001015543.html>

7. Дорохова Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Агрохимия и почвоведение» / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва : Высшая школа, 1991. - 256 с.

8. Михалева М.В. Практикум по качественному химическому полумикроанализу : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 032300 (050101) - химия / М. В. Михалева, Б. В. Мартыненко. - Москва : Дрофа, 2007. – 237с.

9. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : [учебник] / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - 2-е изд. - Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2012. -348с.

## **8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

1. Кораблева Л.В. “Методические указания к выполнению контрольной работы и практическим занятиям по аналитической химии для студентов 2 курса специальности “Фундаментальная и прикладная химия” 04.05.01, г. Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 9с.

2. Кораблева Л.В. “Методические указания к выполнению лабораторных работ по аналитической химии для студентов 2 курса специальности “Фундаментальная и прикладная химия ” 04.05.01, г. Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 26с.

3. Мосталыгина Л.В. Аналитическая химия. Методические указания к выполнению контрольной работы и для подготовки к практическим занятиям по аналитической химии химии для студентов 2 курса специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия, Курган, курганский государственный университет, 2016. - 40с.

4. Мосталыгина Л.В. Аналитическая химия. Методические указания к выполнению лабораторных работ по аналитической химии для студентов 2 курса специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия, Курган, курганский государственный университет, 2016, 40с.

5. Мосталыгина Л.В. Методические указания по подготовке, структуре и оформлению курсовой работы студентов специальности 04.05.01 “Фундаментальная и прикладная химия”, г.Курган, Курганский государственный университет, 2016, 29с.

## **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<http://elibrary.ru/defaultx.asp> – Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU.

<http://window.edu.ru/unilib> – ЕДИНОЕ ОКНО доступа к электронным библиотекам вузов России.



<http://biblioclub.ru> – Университетская библиотека ONLINE.  
<http://znanium.com> – Электронно-библиотечная система «znanium.com»  
<http://virtuallib.intuit.ru> – Виртуальная библиотека «ИНТУИТ».

## **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

При подготовке к лабораторным занятиям студентам рекомендуется использовать следующие операционные системы и программные продукты: Microsoft Windows 7; Microsoft Office; Open Office 4.1.3; 7 Zip 16.04; STADIA 8.0; SMath Studio; Free Pascal.

## **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия проводятся в специализированной лаборатории аналитической химии, снабженной современными приборами, вытяжными шкафами и специальным оборудованием. Компьютерный класс, мультимедийное оборудование (переносной персональный компьютер, мультимедийный проектор, мультимедийный экран).

## **12. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины

**“Аналитическая химия”**

Образовательной программы высшего образования  
программы специалитета  
**04.05.01 - “Фундаментальная и прикладная химия”**  
направленность **“Аналитическая химия”**

Трудоемкость дисциплины: 17 ЗЕ (612 академических часов)

Семестр: 3,4 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Зачет, экзамен (3,4 семестр)

Содержание дисциплины

Метрологические основы аналитической химии; отбор и подготовка проб к анализу; термодинамика и кинетика химических реакций и процессов; химические равновесия; основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии; методы разделения и концентрирования; хроматографические методы; химические методы; спектроскопические методы, электрохимические методы; анализ реальных объектов; практикум по аналитической химии.