



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра аналитической химии**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета,

А.И. Вильмс

“20” мая 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины Б1.О.17**

Наименование дисциплины **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки **04.03.01 – Химия**

Направленность подготовки: **теоретическая и прикладная химия**

Квалификация выпускника – **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК химического  
факультета  
Протокол № 6 от «20» мая 2020 г.

Председатель  
А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой  
аналитической химии,  
Протокол № 5 от 28.04.2020 г.

Зав. кафедрой  
А.Г. Пройдаков

Иркутск 2020 г.

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.
3. Требования к результатам освоения дисциплины
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
  - 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины
  - 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами
  - 5.3 Разделы и темы дисциплин и виды занятий
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов
  - 6.1. План самостоятельной работы студентов
  - 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):
  - а) основная литература;
  - б) дополнительная литература;
  - в) программное обеспечение;
  - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины
10. Образовательные технологии
11. Оценочные средства (ОС)

## **I. Цели и задачи дисциплины:**

**Цель** дисциплины – изучение основ теории и практики химических методов качественного и количественного анализа, исследования неорганических и органических соединений, показать роль аналитической химии в системе наук, научить интерпретировать экспериментальные результаты.

**Задачи** курса - в результате изучения данного курса студенты должны познакомиться с теоретическими основами и приемами пробоотбора и пробоподготовки, освоить основные закономерности равновесий и протекания различных типов химических реакций, основные методы разделения и концентрирования, овладеть химическими методами анализа различных объектов.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

2.1. Учебная дисциплина «Аналитическая химия» Б1.О.17 относится к обязательной части учебного плана программы подготовки по направлению 04.03.01 Химия.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Неорганическая химия», «Физика», «Математика».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Освоение дисциплины «Аналитическая химия» является необходимой для последующего изучения дисциплин «Физическая химия», «Химическая технология», «Анализ сложных объектов», «Методы разделения и концентрирования», «Физико-химические методы анализа», при выполнении квалификационных работ.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 Химия.

### **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием	<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных

	<p>теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p>	<p>методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p>
<p>ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p>	<p>ИДК<sub>ОПК-2.1</sub> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p><b>Знать:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами.</p>
	<p>ИДК<sub>ОПК2.4</sub> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p><b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей,</p>

		<p>формулируемых в рамках аналитической химии.</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p>
<p>ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>ИДКОПК6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке</p>	<p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии</p> <p><b>Владеть:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде</p>

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа, в том числе 1,75 зачетных единиц, 63 часа на экзамен.

##### 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости;  Форма промежуточной аттестации  (по семестрам)
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			Консультации/ КСР		
			Лекции	Лабораторные занятия				
				Всего часов	Из них практическая подготовка			
1.	Введение	3	4					
2.	Состояние веществ в ионо-молекулярных системах	3	8			4		
3.	Методы выделения, разделения и концентрирования	3	14			9		
4.	Методы обнаружения и идентификации	3	6	16	16	3		
5.	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	3	10	36	20	4		

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости;  Форма промежуточной аттестации  (по семестрам)	
			Контактная работа преподавателя с обучающимися						
			Лекции	Лабораторные занятия		Консультации/ КСР			
				Всего часов	Из них практическая подготовка				
6.	Пробоотбор и пробоподготовка	3	4	16			2		
7.	Основные объекты анализа	3	4				2		
8.	Метрологические основы химического анализа	3	4				4		
9.	Гравиметрический анализ	3	6	20	20		4		
10.	Титриметрический анализ	3	12	56	28		6		
			72	144	84		38		
	<b>Экзамен</b>	3				3/4		63	
	<b>Итого часов</b>	3	<b>72</b>	<b>144</b>		<b>3/4</b>	<b>38</b>	<b>63</b>	

*\*В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка** в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью*

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр 3	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Задание	Затраты времени (час.)		
	Состояние веществ в ионо-молекулярных системах	подготовка к устному опросу №1	Написание отчетов по ЛР		Устный опрос №1, вопросы 1-3	См. список литературы №4,5,6 доп. №3
	Методы выделения, разделения и концентрирования	Подготовка отчета по ЛР, подготовка к устному опросу №2	Решение задач по теме. Написание отчетов по ЛР		Устный опрос №2, вопросы 1-8	См. список литературы №1,6
	Методы обнаружения и идентификации	Подготовка отчета по ЛР, подготовка к устному опросу №2	Решение задач по теме. Написание отчетов по ЛР		Устный опрос №2, вопросы 9-11	Методич. указания «Качественный анализ» См. список литературы №1,4,5,.6
	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	подготовка к устному опросу №1	Написание отчетов по ЛР		Устный опрос №1, вопросы 4-6	См. список литературы № 1,6
	Пробоотбор и пробоподготовка	Устное собеседование	подготовка к собеседованию		Устный опрос	См. список литературы №2
	Основные объекты анализа	Устное собеседование	подготовка к собеседованию		Устный опрос	

Семестр 3	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Задание	Затраты времен и (час.)		
	Метрологические основы химического анализа	Устное собеседование	подготовка к собеседованию		Устный опрос	См. список литературы №7 доп. №3
	Гравиметрический анализ	Подготовка отчета по ЛР подготовка к коллоквиуму №1	Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР		коллоквиум	Методич. указания «Количественный анализ» См. список литературы №1,5 доп. №3
	Титриметрический анализ	Подготовка отчета по ЛР. подготовка к коллоквиуму	Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР		Устный опрос № 3	См. список литературы №1,5
	Метод кислотно-основного титрования	подготовка к коллоквиуму №2	Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР		Коллоквиум №2	См. список литературы №1,5 доп. №3
	Окислительно-восстановительное титрование	подготовка к коллоквиуму №3	Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР		Устный опрос №4, Коллоквиум №3	См. список литературы №1,5 доп. №3

Семестр 3	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Задание	Затраты времен и (час.)		
	Комплексометрия, Аргентометрия	подготовка к коллоквиуму №4	Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР		Коллоквиум №4	См. список лит- ры №1,5 доп. №3
	Общая трудоемкость					
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (38час)						
Бюджет времени самостоятельной работы, предусмотренный учебным планом для данной дисциплины (38час)						

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине включает в себя:

занятия лекционного типа, лабораторные работы, коллоквиумы, групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателем.

## 4.3 Содержание учебного материала

### Введение

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

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов.

### 1.1. Состояние веществ в ионо-молекулярных системах

Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Способы выражения действующей массы: активность, равновесная и общая аналитическая концентрации. Константы равновесия реакций и процессов. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Условные константы.

### 1.2. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления.

1.2.1. **Кислотно-основные реакции.** Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системах кислота – сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

1.2.2. **Окислительно-восстановительные реакции.** Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакций окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.

1.2.3. **Реакции комплексообразования.** Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл - лиганд, по однородности лиганда, центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары), однороднолигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные).

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие). Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура.

Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости.

Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на ее взаимодействие с неорганическими ионами.

Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, влияющие на устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер цикла, число циклов, характер связи металл-лиганд. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

### **Методы обнаружения и идентификации**

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов, веществ. Дробный и систематический анализ. Микрористаллоскопический анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Тест-методы обнаружения веществ. Примеры практического применения методов обнаружения.

### **1.3. Пробоотбор и пробоподготовка**

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

### **1.4. Методы выделения, разделения и концентрирования**

Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения, гибридные методы. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

1.4.1. **Методы экстракции.** Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Типы экстракционных систем. Условия экстракции

неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов.

Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменением рН водной фазы, маскирования и демаскирования.

**1.4.2. Методы осаждения и соосаждения.** Равновесие в системе раствор-осадок. Примеры неорганических и органических реагентов для осаждения. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления. Способы разделения путем установления различных значений рН, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

**1.4.3. Хроматографические методы.** Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный).

*Ионообменная хроматография.* Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена, факторы, его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии.

*Плоскостная хроматография.* Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Реагенты для проявления хроматограмм.

*Бумажная хроматография.* Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. *Тонкослойная хроматография.* Механизмы разделения. Сорбенты, подвижные фазы. Области применения.

## **1.5. Основные объекты анализа**

Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Контроль металлургических производств.

Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств.

## **1.7. Метрологические основы химического анализа**

Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами.

### **1.8. Гравиметрический анализ**

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Условия получения кристаллических осадков. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Гомогенное осаждение. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка – дегидратации-гидратации, поликонденсации). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия: внутренняя адсорбция, инклюзия; изоморфизм). Положительное и отрицательное явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании.

### **1.9. Титриметрические методы анализа**

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

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

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

**1.9.2. Методы окислительно-восстановительного титрования.** Перманганатометрия. Первичные и вторичные стандарты. Условия проведения перманганатометрических определений.

Йодометрия и йодиметрия. Система йод-йодид как окислитель или восстановитель. Крахмал, как индикатор.

Бихроматометрия. Практическое применение для анализа неорганических и органических веществ.

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

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

#### 4.3.1. Перечень практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	<i>практическая подготовка</i>		
	1.1.Состояние веществ в ионо-молекулярных системах.	«Расчет равновесных концентраций в ионо-молекулярных системах»	2		Устный опрос № 1	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
	1.2.Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.	Способы выполнения аналитических реакций. Анализ мокрым, сухим путем (пробирочные, капельные, микрорекристаллографические реакции)	2		Устное собеседование	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>
	1.3. Методы обнаружения и идентификации.	Выполнение реакций обнаружения на катионы: Ag <sup>+</sup> стр.57 № 2, Pb <sup>2+</sup> стр.60 № 2, Cu <sup>2+</sup> стр.86 № 2, Al <sup>3+</sup> стр.64 № 3, Co <sup>2+</sup> стр..90 № 3, Mn <sup>2+</sup> стр.77 № 1, Ba <sup>2+</sup> стр.53 № 2, K <sup>+</sup> стр.46 № 3, Na <sup>+</sup> стр.48 № 1	4	4	Решение контрольной задачи на подгруппу серебра	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
	1.5.Методы выделения, разделения и концентрирования.	Систематический и дробный анализ (сероводородный, на	12	6	решение контрольной задачи на 1-4	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>

		основе сульфида натрия, кислотнo-основной)			аналитические группы	
		«Равновесие в гетерогенной среде»	6		Устный опрос № 2	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
		Анионы, их классификация. Выполнение реакций обнаружения сочетаний анионов: SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> с.13; Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , J <sup>-</sup> с.13; NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> с.14	4	4	Решение задачи на обнаружение анионов	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Качественный анализ многокомпонентной смеси катионов с использованием бумажной хроматографии: а) Fe <sup>3+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> б) Bi <sup>3+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>	2	2	Качественный анализ смеси катионов:	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Использование ТСХ для разделения и обнаружения органических веществ	2	2	Качественный анализ смеси (антрацен, карбазол, фенантрен)	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Анализ индивидуального вещества (скоростная задача)	1			ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>

		Решение контрольной (сухой) задачи	8	8		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
1.8.Гравиметрический анализ.						
		Беседа о технике лабораторных работ в гравиметрическом анализе. Знакомство с аналитическими весами	2			ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>
		Установление содержания Ва <sup>2+</sup> в техническом препарате ВаСl <sub>2</sub> ·2Н <sub>2</sub> О	10	10	Коллоквиум №1	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Определение содержания Fe <sup>3+</sup> в растворе	6	6		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Решение расчетных задач	2			ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
1.9.Титриметрические методы анализа.						
1.9.1.Кислотно-основное титрование		Приготовление 0,1 н раствора НСl из концентрированного раствора кислоты	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Приготовление 0,1 н раствора Na <sub>2</sub> СО <sub>3</sub> , установление коэффициента поправки рабочего раствора НСl	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Приготовление 0,1 н раствора Н <sub>2</sub> С <sub>2</sub> О <sub>4</sub> ·2Н <sub>2</sub> О.	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub>

		Установление коэффициента поправки рабочего раствора NaOH.				ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Определение содержания уксусной кислоты в растворе	1			ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Установление концентрации раствора сильной кислоты	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Устный опрос № 3 «Кислотно-основное равновесие»	2			ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
		Определение содержания $\text{CO}_3^{2-}$ и $\text{HCO}_3^-$ в пробе воды	2	2		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Определение содержания $\text{CO}_2$ в карбонатных породах.	2	2		ИДК <sub>ОПК2.4</sub>
		Определение содержания $\text{HCl}$ и $\text{H}_3\text{BO}_3$ при совместном присутствии	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Титрование многоосновных кислот. Определение содержания $\text{H}_3\text{PO}_4$	2	2		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Решение теоретических задач	4+2		Коллоквиум №2	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>

1.9.2. Методы окислительно-восстановительного титрования	Метод перманганатометрии			
	Приготовление 0,05 н раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ из очищенного препарата $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1	1	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
	Установление нормальности и коэффициента поправки рабочего раствора $\text{KMnO}_4$	2	2	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
	Определение содержания $\text{NaNO}_2$ в техническом препарате	2	2	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
	Решение теоретических задач	4		ИДК <sub>ОПК</sub> -1.2
	Устный опрос №4 «Окислительно-восстановительное равновесие»	2		ИДК <sub>ОПК</sub> -1.2
	Метод бихроматометрии			
	Приготовление 0,05 н раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	1	1	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
	Определение содержания $\text{Fe}^{2+}$ в водном растворе	1	1	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
	Метод йодометрии			
		1	1	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4

						ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Установление концентрации и коэффициента поправки рабочего раствора J <sub>2</sub>	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Определение содержания меди в водном растворе	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Определение содержания Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> в сухом препарате	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Решение теоретических задач	2			ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
					Коллоквиум №3	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
	1.9.4.Комплексометрическое титрование	Установление концентрации и коэффициента поправки комплексона III	1	1	Коллоквиум № 4.	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Определение жесткости воды	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Определение содержания Fe <sup>3+</sup> в растворе	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Решение теоретических задач	2			ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>

		Решение контрольной задачи: анализ карбонатной породы.	12	12		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
	1.9.3.Осадительное титрование				Коллоквиум Аргентометрия.»	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
	Всего		144	79		

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
	Расчет равновесных концентраций в ионо - молекулярных системах.	Подготовка к устному опросу №1.	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> <b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа
	Равновесие в гетерогенной среде.	Подготовка к устному опросу №2. Решение задач по теме.	ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> <b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов. <b>Владеть:</b> теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.

		Написание отчетов по Лабораторной работе	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ИДК <sub>ОПК6.1</sub> <b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. <b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии
	Методы обнаружения и идентификации.  Пробоотбор и пробоподготовка	Подготовка к устному опросу №2. Решение задач по теме.	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> <b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.  <b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.
	Гравиметрический анализ	Подготовка к коллоквиуму №1	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>

		Решение задач по теме	результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	<p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p>
		Написание отчетов по Лабораторным работам	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	<p>ИДК<sub>ОПК6.1</sub></p> <p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области</p>
	Титриметрический анализ	Подготовка к устным опросам № 3,4	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты	<p>ИДК<sub>ОПК-1.2</sub></p> <p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов,</p>

		<p>Подготовка к коллоквиумам № 2,3,4 Решение задач по теме</p>	<p>химических экспериментов, наблюдений и измерений</p>	<p>используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p>
		<p>Написание отчетов по Лабораторным работам</p>	<p>ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p>ИДКОПК6.1</p> <p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области</p>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением теоретического материала в виде решения задач и подготовке к коллоквиумам и устному собеседованию, проводится во внеаудиторное время.

Структура отчета по лабораторной работе:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры (см. приложения). Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках.

#### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины.

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

##### а) основная литература

###### 1. Хаханина, Татьяна Ивановна

Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие для бакалавров, учеб. пособие для студ. вузов / Т. И. Хаханина. - 3-е изд., испр. и доп. - ЭВК. - М. : Юрайт ; [Б. м.] : ИД Юрайт, 2012. - (Бакалавр. Базовый курс). - **Режим доступа:** . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов. - ISBN 978-5-9916-2035-2. - ISBN 978-5-9692-1366-1;

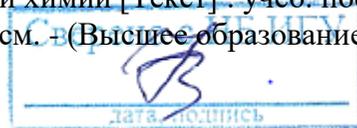
###### 2. Карпов, Юрий Александрович.

Методы пробоотбора и пробоподготовки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Карпов. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Методы в химии). - **Режим доступа:** . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-0768-5 :

3. **Аналитическая химия** : учебник: в 3 т. / ред. Л. Н. Москвин. - М. : Академия, 2008 - . - 23 см. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-3955-8.  
Т. 1 : Методы идентификации и определения веществ / А. А. Белюстин [и др.]. - 2008. - 575 с. : ил. - Библиогр.: с. 563-567. - ISBN 978-5-7695-3954-1 : всего 15
4. **Аналитическая химия** : учебник: в 3 т. / ред. Л. Н. Москвин. - М. : Академия, 2008 - . - 23 см. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-3955-8.  
Т. 2 : Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / И. Г. Зенкевич [и др.]. - 2008. - 300 с. : ил. - Библиогр.: с. 294-296. - ISBN 978-5-7695-3956-5 : всего 15

#### **б) дополнительная литература**

1. **Карпов, Юрий Александрович.**  
Методы пробоотбора и пробоподготовки [Текст] : научное издание / Ю. А. Карпов, А. П. Савостин. - М. : Бинوم. Лаб. знаний, 2009. - 243 с. ; 21 см. - (Методы в химии). - Библиогр.: с. 240-241. - ISBN 978-5-94774-081-3 : всего 3
2. **Трифорова, А. Н.**  
Аналитическая химия [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. Н. Трифонова. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 160 с. - **Режим доступа:** <http://ibooks.ru/reading.php?productid=338907> (<http://ibooks.ru/product.php?productid=338907>). - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-985-06-2246-4 :
3. **Смагунова, Антонина Никоновна.**  
Методы математической статистики в аналитической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 347 с. ; 20 см. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-19507-9 : геохим (30)



#### **в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. [www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921\\_exam.pdf](http://www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921_exam.pdf)
2. [http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4\\_06.rtf](http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4_06.rtf)
3. [www.xenoid.ru/.../chem\\_books\\_download.php](http://www.xenoid.ru/.../chem_books_download.php)
4. [http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana\\_him/lek\\_14.html](http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_14.html)
5. [http://www.Ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana\\_him/lek\\_1-16html](http://www.Ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_1-16html)
6. <http://www.edu.ru/db/portal/spe/archive.htm>
7. [http://www.krugosvet.ru/.../Himiya\\_analiticheskaya.html](http://www.krugosvet.ru/.../Himiya_analiticheskaya.html)

8. <http://www.edu.ru/window/library?p...>
9. <http://www.novedu.ru>
10. [http://www.newlibrary.ru/.../analiticheskaya\\_himiya](http://www.newlibrary.ru/.../analiticheskaya_himiya)
11. <http://www.anchem.ru>
- 12 <http://www.ximicat.com/index.php?...chemanalytica.com/->

**г) список авторских методических разработок:**

1. Методические указания: Качественный анализ
2. Методические указания: Химический анализ анионов
3. Методические указания: Количественный анализ

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

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Кабинеты №210, 213, 232 и 233 оснащены оборудованием, комплектами плакатов, методическими указаниями предназначенными для проведения лабораторных занятий.

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Штативы с набором реактивов для проведения качественного анализа	каждому студенту
2.	Штативы с набором пробирок	каждому студенту
3.	Центрифуги	2
4.	Микроскопы	2
5.	Водяные бани	2
6.	Технические весы	2
7.	Аналитические весы	6
8.	Пипетки	каждому студенту
9.	Бюретки	каждому студенту

10.	Колбы для титрования	каждому студенту
11.	цилиндры	каждому студенту
12.	Мерные колбы	каждому студенту
13.	Муфельные печи	2
14.	Сушильные шкафы	2

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения: технология объяснительно-иллюстративного объяснений с элементами проблемного изложения, технология профессионально-ориентированного обучения, лекции, объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения, контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций.

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Оценочные средства (ОС):**

11.1. Оценочные средства для входного контроля - нет.

11.2. Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить сформированность составляющих частей компетенций ОПК 1, ОПК 2 и ОПК 6 (ИДК<sub>ОПК-1.2</sub>, ИДК<sub>ОПК-2.1</sub>; ИДК<sub>ОПК-2.4</sub>; ИДК<sub>ОПК-6.1</sub>). Формируются в соответствии с ЛНА университета в виде устных опросов, коллоквиумов, выполнения лабораторных работ и оформления отчетов.

### **Устный опрос №1**

Расчет равновесных концентраций в ионо - молекулярных системах.

1. Химическое равновесие в гомогенных системах. Закон действия масс. Идеальные и реальные системы. Причины отклонения реальных систем от идеальных.
2. Способы выражения действующей массы: активность, равновесная концентрация, общая аналитическая концентрация. Суть условия материального баланса. Суть условия электронейтральности.
3. Ионная сила раствора, коэффициент активности. Связь активности иона и его равновесной концентрации. Уравнение Дебая-Хюккеля для расчета коэффициента активности в зависимости от ионной силы раствора. Факторы, влияющие на величину коэффициента активности.
4.  $K^k$  и  $K^t$ , связь между ними.  $K^y$ , основная и побочная реакции,  $\alpha$  - коэффициент (мольная доля).
5. Расчет  $\alpha$ -коэффициента для побочной реакции комплексообразования, протонизации.
6. Основы аналитических расчетов с использованием констант равновесия и балансовых уравнений (материального баланса, электронейтральности).

## Устный опрос 2

### Равновесие в гетерогенной среде.

1. Понятие гетерогенной системы. Равновесие между жидкой и твердой фазами. Произведение растворимости, растворимость осадка.
2. Связь  $PP^t$ ,  $PP^k$ ,  $PP^y$  между собой.
3. Расчет  $S$  по  $PP$ , расчет  $PP$  по  $S$ .
4. Факторы, влияющие на растворимость: температура и давление, ионная сила раствора (солевой эффект), электролиты с одноименными ионами, электролиты, вызывающие побочные реакции протонизации, комплексообразования, сочетание нескольких побочных реакций.
5. Теория осаждения сульфидов.
6. Избирательное растворение.
7. Экстракция и ее назначение в аналитической химии. Типы экстракционных систем.
8. Константа и коэффициент распределения, связь между ними. Факторы, определяющие эффективность реакции.
9. Классификация хроматографических методов разделения:
  - а/ по природе фаз
  - б/ по механизму разделения
  - в/ по технике выполнения

10. Способы получения хроматограмм (восходящая, нисходящая, радиальная, двумерная). Техника выполнения хроматографии на бумаге. Расчет  $R_f$ , факторы, влияющие на  $R_f$ . Области использования бумажной хроматографии.
11. Тонкослойная хроматография. Техника выполнения работ. Адсорбенты, используемые в ТСХ. Применение ТСХ в аналитической химии.
12. Решение задач:
  1. Расчет растворимости по ПР
  2. Расчет ПР по растворимости
  3. Влияние на растворимость осадка одноименного и разноименного ионов.
  4. Влияние на растворимость осадка побочных реакций протонизации и комплексообразования.
  5. Расчет условий осаждения.
  6. Расчет концентрации вещества X, оставшейся в водной фазе после экстракции из определенного объема раствора различными порциями органического растворителя.

### Устный опрос №3

#### Кислотно-основное равновесие

1. Основы протолитической теории Бренстеда-Лоури, ее преимущества перед теорией Аррениуса.
2. Роль растворителя в проявлении кислотно-основных свойств веществ. Автопротолиз, константа автопротолиза.
3. Определение протогенных, протофильных, амфипротных и инертных растворителей. Приведите примеры.
4. Сопряженная кислотно-основная пара. Связь константы диссоциации кислоты и сопряженного основания.
5. Буферные растворы. Буферная емкость. Факторы, влияющие на буферную емкость.
6. Определение реакций гидролиза с позиции теории Бренстеда-Лоури.
7. Расчет равновесных концентраций кислот и оснований:
  - а) расчет pH раствора сильной кислоты в широком интервале концентраций.
  - б) расчет pH растворов сильного основания в широком диапазоне концентраций.
  - в) расчет pH растворов многоосновных кислот.
  - г) расчет pH растворов слабых кислот: а)  $\alpha < 5\%$ ; б)  $\alpha > 5\%$ .
  - д) расчет pH растворов гидролизующихся солей.
  - е) расчет pH неводных растворов кислот и оснований.

ж) расчет pH буферных растворов.

7. Решение расчетных задач по методу нейтрализации

#### **Устный опрос № 4**

Окислительно-восстановительное равновесие

1. Электродный потенциал, уравнение Нернста. Стандартный, формальный, равновесный потенциалы. Их различие и взаимосвязь.
2. Факторы, влияющие на величину потенциала: ионная сила раствора, pH, побочные реакции комплексообразования, осаждения с окисленной (восстановленной) формой.
3. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительной реакции, полноту взаимодействия. Связь между константой равновесия реакции и стандартными потенциалами систем.

#### **Коллоквиум №1**

Гравиметрический анализ.

1. Гравиметрический анализ. Сущность метода. Методы осаждения и возгонки. Требования к химическим реакциям, используемым в анализе.
2. Подготовка вещества к анализу: отбор средней пробы, взятие навески, растворение. Осаждение, фильтрование, промывание, подготовка осадка для взвешивания. Вычисление результатов анализа (понятие о факторе пересчета).
3. Осаждаемая и весовая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
4. Свойства и условия образования кристаллических осадков. «Старение» осадка.
5. Условия образования и свойства аморфных осадков. Образование и коагуляция коллоидных растворов, пептизация осадков.
6. Загрязнение осадков (совместное осаждение, послеосаждение, соосаждение). Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфизм.
7. Требования, предъявляемые к жидкостям для промывания кристаллических и аморфных осадков.
8. Способы уменьшения соосаждения. Способы очистки осадков от окклюдируемых примесей.
9. Решение задач.
  1. Приготовление растворов.
  2. Вычисление весового и %-ного содержания определяемого вещества.
  3. Пересчет на сухое вещество.

4. Расчет навески и объема растворов, требующихся для реакции.
5. Расчет объема промывной жидкости.
6. Расчет потери вещества при промывании осадка.

## Коллоквиум №2

### Метод кислотно-основного титрования

1. Рабочие и исходные растворы метода, требования, предъявляемые к ним.
  2. Кривые титрования: сильной кислоты (основания) слабой кислоты (основания), соли слабой кислоты, многоосновной кислоты, смеси кислот:
    - а) вычислить  $pH$  титруемого раствора в начальной точке, до точки эквивалентности, в точке эквивалентности, после точки эквивалентности;
    - б) рассчитать скачок титрования. Указать зависимость скачка от концентрации растворов, силы кислоты и основания, температуры;
    - в) пояснить различие кривых титрования сильных и слабых кислот (оснований);
    - г) привести примеры титрования, когда точка эквивалентности и точка нейтральности не совпадают и объяснить почему;
3. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромовая теория индикаторов.
  4. Интервал перехода окраски индикатора и связь его с константой диссоциации индикатора, показатель титрования ( $pT$ ).
  5. Индикаторная ошибка титрования. Вычисление ошибки при титровании сильных кислот (оснований) и слабых кислот (оснований).
6. Решение задач:
  - а) вычисления при приготовлении растворов, навески для анализа.
  - б) расчет результатов анализа (прямое титрование, титрование по остатку, обратное титрование.)

## Коллоквиум №3

### Окислительно-восстановительное титрование

1. Требования, предъявляемые к реакциям для количественных определений. Факторы, влияющие на скорость окислительно-восстановительных реакций (индуцированные и автокаталитические реакции).
2. Расчет окислительно-восстановительного потенциала при титровании до точки эквивалентности, в точке эквивалентности, после точки эквивалентности, построение кривой титрования.

3. Способы установления конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы, вычисление интервала перехода индикатора. Выбор индикатора для определения конца титрования с требуемой точностью. Вычисление индикаторной ошибки.
4. Перманганатометрия. Характеристика метода, исходные и рабочие растворы. Принципы определения окислителей, восстановителей. Недостатки метода.
5. Йодометрия. Характеристика системы  $I_2/2I^-$ . Факторы, обуславливающие универсальность метода. Характеристика метода, исходные и рабочие растворы. Установка титров. Источники ошибок в йодометрии, способы их устранения. Определение окислителей, восстановителей, сильных кислот, определение меди.
6. Хроматометрия. Особенности метода. Способы определения окислителей и восстановителей, индикаторы.
7. Решение задач:
  - а). расчет реального потенциала системы, протекающей с участием побочных реакций: протонизации, комплексообразования, осаждения.
  - б). расчет потенциалов в различные моменты титрования.
  - в). расчет результатов анализа в редоксиметрии.

#### Коллоквиум №4

Комплексные соединения в аналитической химии. Комплексонометрия. Аргентометрия.

1. Образование и свойства комплексных соединений. Основные типы комплексных соединений. Ступенчатые и общие константы устойчивости, связь их между собой.
2. Координационное число, дентатность лиганда. Моно- и полидентатные лиганды. Органические и неорганические лиганды.
3. Моно- и полиядерные комплексы. Примеры гомо- и гетерополиядерных комплексных соединений.
4. Диссоциация комплексона и влияние pH раствора на диссоциацию.
5. Уравнения реакций образования комплексонатов, строение комплексов, влияние pH на полноту образования комплексов. Возможности избирательного определения ионов металлов.
6. Комплексонометрия. Исходные и рабочие растворы. Кривая титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования
7. Индикаторы, принцип действия. Требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам.
8. Способы титрования комплексом: прямое, обратное, титрование заместителя, примеры. Условия определения жесткости воды,  $Ca^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $SO_4^{2-}$ , расчет результатов анализа.

9. Argentометрия: расчет и построение кривых титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
10. Способ Мора. Условия титрования и определения конечной точки титрования. Установление титра рабочего раствора, определение хлоридов.
11. Способ Фольгарда. Рабочие и исходные растворы, индикатор, влияние рН. Затруднения и ошибки при определении конца титрования и как их избежать.
12. Способ Фаянса. Принцип действия адсорбционных индикаторов. Условия проведения титрования.
- Пример контрольной работы по качественному анализу:

**ПРИМЕР КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ по теме:**  
**«Теоретические основы аналитической химии и качественный анализ»**  
**(контрольная работа № 1)**

1. Смесь сухих солей: нитрат серебра, хлорид бария, нитрат хрома (III), хлорид сурьмы (III) растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа, уравнения реакций в ионном виде для разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
2. Выпадет ли осадок сульфата бария, если смешать 0,15 мл 0,1 М раствора сульфата натрия и 2 мл 0,001 М раствора хлорида бария?
36. Буферный раствор содержит 0,5 моль/л гидроксида аммония и 0,25 моль/л нитрата аммония. Рассчитать рН раствора. Как изменится рН этого раствора при добавлении к 1 л а) 0,2 моль хлороводородной кислоты, б) 0,25 моль гидроксида натрия?
54. Определите, как изменится рН водного раствора формиата натрия  $\text{HCOONa}$  с концентрацией  $c(\text{HCOONa})=0,10$  моль/л, если раствор разбавить водой в 10 раз. Константа кислотности муравьиной кислоты  $K_a=1,8 \cdot 10^{-4}$ ,  $pK_a=3,75$ .  
Ответ: уменьшится на 0,5 единиц.
69. Рассчитать концентрацию ионов магния в растворе, если к 100 мл насыщенного раствора гидроксида магния добавлено 10 мл 0,5 М раствора гидроксида натрия.
77. Образуется ли осадок гидроксида кадмия в растворе, содержащем 0,0015 моль/л хлорида кадмия и  $5 \cdot 10^{-5}$  моль/л гидроксида натрия.

102. Как изменится рН при добавлении к 1 л буферной смеси, состоящей из 0,2 М раствора ацетата натрия и 0,2 М раствора уксусной кислоты, а) 0,02 моль хлороводородной кислоты, б) 0,02 моль гидроксида натрия, в) при разбавлении водой в 100 раз.

115. Какова должна быть концентрация хлорида аммония в растворе, содержащем 0,5 моль/л аммиака, чтобы концентрация гидроксид-ионов стала 0,0005 моль/л? Концентрацию хлорида аммония выразите в моль/л и г/л.

119. Чему равны активности  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$  –ионов в 0,02 н. растворе  $\text{CaCl}_2$ ?

Ответ:  $a_{\text{Ca}^{2+}} = 0,0054$ ;  $a_{\text{Cl}^-} = 0,0172$ .

129. Покажите, во сколько раз уменьшится равновесная концентрация ионов серебра (I) в 0,10 моль/л растворе комплекса  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ , если к этому раствору прибавить цианид калия KCN до концентрации  $c(\text{KCN})=0,1$  моль/л. Полная константа нестойкости комплексного аниона  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = 10^{-20,55}$ .

Ответ: уменьшится в  $1,5 \cdot 10^{13}$  раз.

Примеры расчетных задач

#### Билет №3

1. К 12 мл 0,03 М раствора муравьиной кислоты прибавлено 15 мл 0,15 М формиата калия. Вычислить рН полученной смеси.
2. Рассчитайте растворимость  $\text{AgBr}$  в 0,1 М растворе  $\text{NH}_3$ , принимая во внимание, что  $\text{PP}_{\text{AgBr}} = 5,2 \cdot 10^{-13}$ , а ступенчатые константы устойчивости аммиачного комплекса серебра равны:  $K_1=2 \cdot 10^3$ ;  $K_2=7 \cdot 10^7$ .
3. Сколько граммов кальция будет потеряно при промывании осадка  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  200 мл воды и таким же объемом 0,1% раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ ?
4. Рассчитайте формальный потенциал окислительно-восстановительной пары, образованной ионами  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$  в 2 М растворе  $\text{NH}_4\text{F}$ . Константа устойчивости комплекса  $[\text{FeF}_5]^{2-}$  равна  $1,26 \cdot 10^{16}$ .
5. На титрование 50,0 мл раствора щавелевой кислоты расходуется 15,0 мл 0,1 н раствора гидроксида натрия. С другой стороны, на титрование 20,0 мл этого раствора расходуется 4,5 мл перманганата калия. Рассчитайте титр последнего по железу (II).

Пример теста по количественному анализу:

**ВАРИАНТ 1.**

**Инструкция:** В заданиях только один ответ является верным. Выберите верный, по вашему мнению ответ.

**1. Коэффициент активности  $\gamma < 1$  учитывает следующий фактор:**

- а. электростатическое ионное взаимодействие
- б. химическое ионное взаимодействие
- в. Изменение диэлектрической проницаемости среды
- г. взаимодействие иона с водой
- д. изменение активности воды

**2. Физический смысл явления, называемого «солевым эффектом»:**

- а. увеличение растворимости осадка под действием комплексообразующего реагента
- б. уменьшение растворимости осадка под действием одноименного иона
- в. увеличение растворимости осадка под действием сильных электролитов.

**3. Если  $\gamma = 0$ ,  $\alpha_A = \alpha_B = 1$ , для вычисления растворимости осадка типа  $A_mB_n$  необходимо использовать выражение произведения растворимости:**

- а.  $K_S^T$
- б.  $K_S^P$
- в.  $K_S^Y$

**4. Расчеты в титриметрии основаны на законе:**

- а. эквивалентов
- б. кратных отношений
- в. постоянства состава
- г. действующих масс
- д. Авогадро

**5. Интервал pH изменения окраски индикатора зависит от:**

- а.  $K_{\text{дисс.}}$  индикатора

- б. концентрации индикатора
- в. интенсивности окраски индикатора
- г. рН титруемого раствора

**6. Скачок на кривой комплексометрического титрования зависит от:**

- а. концентрации ионов титруемого металла и титранта
- б. концентрации ионов титруемого металла и титранта и термодинамической  $K_{уст}$  образующегося комплексоната
- в. коэффициентов всех побочных реакций
- г. концентрации ионов титруемого металла и титранта, и условной  $K_{уст}$  образующегося комплексоната
- д. условной  $K_{уст}$  образующегося комплексоната

**7. Гравиметрическая форма должна:**

- а. быть устойчивой к прокаливанию
- б. иметь интенсивную окраску
- в. иметь минимально возможную молярную массу
- г. иметь точный постоянный стехиометрический состав
- д. иметь максимально возможную молярную массу
- е. не подвергаться действию окружающей среды

**8. Широкое использование комплексонов в аналитической химии обусловлено:**

- а. полидентатностью комплексонов
- б. высокой устойчивостью комплексонатов металлов и простой стехиометрией ( $M:L=1:1$ )
- в. различной скоростью образования комплексонатов металлов
- г. различной и характерной окраской комплексонатов
- д. доступностью реагентов

**9. В качестве первичного стандарта (устойчивого вещества для стандартизации раствора ЭДТА) можно использовать:**

- а.  $KIO_3$
- б.  $Na_2B_4O_7 \cdot H_2O$

- в.  $K_2Cr_2O_7$
- г.  $Na_2C_2O_4$
- д.  $MgSO_4$

**10. В качестве первичного стандарта для установления титра растворов оснований нельзя использовать кислоту:**

- а. бензойную
- б. соляную
- в. янтарную
- г. щавелевую

**11. Величина pH в точке эквивалентности больше 7 при титровании:**

- а. сильной кислоты сильным основанием
- б. слабой кислоты сильным основанием
- в. сильного основания слабой кислотой
- г. слабой кислоты слабым основанием

**12. Расчет потенциала до точки эквивалентности для реакции  $Red_1 + Ox_2 > Ox_1 + Red_2$  проводится по формуле:**

а.  $E = \frac{n_2 E_1^0 + n_1 E_2^0}{n_1 + n_2}$       б.  $E = E_2^0 + \frac{0.059}{n_2} \lg \frac{[Ox_2]}{[Red_2]}$       в.  $E = E_1^0 + \frac{0.059}{n_1} \lg \frac{[Ox_1]}{[Red_1]}$

**13. Молярная масса эквивалента перманганата калия для реакций, протекающих в кислой среде равна:**

- а. M/5
- б. M/4
- в. M/2
- г. M/3

**14. В окислительно-восстановительном титровании используются:**

- а. специфические и истинные окислительно-восстановительные индикаторы
- б. индикаторы, реагирующие на появление или исчезновение в системе отдельных веществ в процессе титрования
- в. индикаторы, реагирующие на изменение потенциала системы в широком интервале pH

**11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена).**

### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ.**

1. Предмет и задачи аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Понятие "аналитический сигнал" и классификация методов химического анализа. Требования, предъявляемые к аналитической химии.
2. Основные стадии аналитических определений. Пробоотбор и его значение. Техника отбора представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ.
3. Способы разложения проб (мокрый и сухой).
4. Классификация методов аналитической химии по количеству анализируемого вещества. Способы обнаружения и определения элементов в аналитической химии. Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям. Дробный и систематический ход анализа.
5. Дайте определения и объяснения понятий: обнаружение и определение элементов, химический анализ и анализируемое вещество, аналитическая проба, аналитическая форма элемента, аналитическая реакция, аналитический метод и аналитическая методика, аналитический параметр, химические и физические методы аналитической химии.
6. Способы разделения ионов в аналитической химии. Осаждение, органические и неорганические осадители.
7. Экстракция. Основные параметры, характеризующие экстракционное разделение и концентрирование - степень извлечения и фактор разделения. Константа экстракции и ее связь с коэффициентом распределения. Расчет числа экстракций, необходимых для полного извлечения компонента в органическую фазу.
8. Хроматографические методы разделения. Классификация их по природе фаз, механизму разделения, технике выполнения.
9. Классификация хроматографических методов в соответствии с принципом разделения (адсорбционная, ионообменная, гель-хроматография).
10. Бумажная и тонкослойная хроматография. Техника выполнения работ. Адсорбенты, виды равновесий, устанавливаемых в ТСХ. Применение ТСХ и бумажной хроматографии в аналитической химии.
11. Разделение методом осаждения. Избирательное осаждение и растворение (на примере сульфидов).
12. Разбор схемы хода анализа на катионы с применением сульфида натрия.
13. Аналитические классификации анионов.
14. Химическое равновесие в гомогенных системах. Закон действующих масс. Константа равновесия, ее физический смысл.
15. Идеальные и реальные химические системы. Побочные процессы, которые могут протекать в реальных системах. Уравнение материального баланса, коэффициенты конкурирующих реакций.
16. Константа и степень диссоциации электролитов. Сильные и слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда.
17. Ионная сила раствора. Активность и коэффициент активности. Термодинамические, концентрационные и условные константы равновесия, их связь.

18. Типы гетерогенных систем, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в системе "раствор-осадок". Произведение растворимости. Математическая связь между растворимостью и произведением растворимости.
19. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Солевой эффект.
20. Кристаллические и аморфные осадки. Условия их образования.
21. Виды и причины загрязнения осадков (соосаждение, послеосаждение, адсорбция, окклюзия, инклюзия, изоморфизм).
22. Ионизация растворителей. Автопротолиз. Ионное произведение воды, РН.
23. Недостатки теории кислот и оснований Аррениуса. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури, ее достоинства, ограничения.
24. Классификация растворителей с точки зрения протолитической теории кислот и оснований. Основные свойства растворителей, влияющие на протолитическое поведение растворенного вещества.
25. Вычисление рН растворов сильных и слабых кислот и оснований при достаточно высоких их концентрациях.
26. Вычисление рН растворов сильных кислот и оснований при их низких концентрациях.
27. Вычисление рН растворов слабых кислот и оснований при их низких концентрациях.
28. Диссоциация многокислотных оснований и многоосновных кислот. Ступенчатые и полные константы диссоциации. Вычисление рН растворов многоосновных кислот.
29. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость, ее зависимость от концентрации компонентов. Вычисление рН буферных растворов.
30. Вычисление рН растворов гидролизующихся солей.
31. Комплексные соединения и основные аспекты использования их в аналитической химии. Катионные, анионные и нейтральные комплексные соединения. Примеры.
32. Прочность комплексов. Полные и ступенчатые константы устойчивости комплексных соединений. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.
33. Внутрикомплексные соединения (ВКС). Связь в молекулах ВКС. Дентатность лиганда и хелатные циклы в молекулах ВКС, их влияние на прочность ВКС. Привести примеры ВКС, используемых в аналитической химии.
34. Основные аспекты использования органических реагентов в аналитической химии. Механизм действия органических реагентов. Функционально-аналитические группы. Преимущества использования органических реагентов перед неорганическими.
35. Окислительно-восстановительные реакции и основные аспекты использования их в аналитической химии, Стандартные потенциалы и уравнение Нернста. Влияние окислительно-восстановительных потенциалов на направление окислительно-восстановительных реакций.
36. Факторы, влияющие на величину реальных окислительно-восстановительных потенциалов: ионная сила раствора, рН растворов, протекание конкурирующих реакций осаждения, комплексообразования.
37. Сущность гравиметрического метода анализа. Прямые и косвенные способы гравиметрии. Общая схема прямых гравиметрических определений.

38. Осадкообразование. Кристаллические и аморфные осадки, условия их образования. Преимущества использования кристаллических осадков в гравиметрии.
  39. Осаждаемая и весовая формы осадков, предъявляемые к ним требования. Требования к осадителям. Основные источники загрязнения осадков.
  40. Расчеты в гравиметрическом анализе. Расчет навески, объема осадителя, результатов анализа. Фактор пересчета.
  41. Сущность титриметрического анализа. Основные понятия, используемые в титриметрии: титрование, первичные и вторичные стандарты, исходные вещества, момент эквивалентности, кривые титрования, индикаторы титрования.
  42. Общие требования к реакциям, лежащим в основе титриметрических определений. Типы реакций, используемых в титриметрии, классификация методов титриметрии.
  43. Способы титрования, примеры. Способы выражения концентрации в титриметрии. Коэффициент поправки. Исходные вещества в титриметрии и предъявляемые к ним требования. Способы установления концентрации растворов.
  44. Основные источники ошибок в титриметрии. Измерительная посуда и ее назначение.
  45. Теория кислотно-основных индикаторов. Интервал превращения индикатора, показатель титрования. Индикаторные ошибки, их расчет. Общий подход к выбору индикатора.
  46. Факторы, определяющие величину скачка на кривой кислотно-основного титрования. Титрование сильных кислот сильным основанием и слабых кислот сильным основанием. Общий вид кривых титрования. Выбор индикатора.
  47. Методы окисления-восстановления в титриметрии, их классификация.
  48. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Скачок титрования. Вычисление величины окислительно-восстановительного потенциала в различные моменты титрования.
  49. Индикаторы, применяемые в методах окислительно-восстановительного титрования. Расчет индикаторной ошибки.
  50. Обзор важнейших методов окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия, йодометрия, бихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы, примеры определений.
  51. Методы осадительного титрования. Кривые титрования и основные факторы, определяющие величину скачка на кривой. Аргентометрия и роданометрия. Индикаторы, применяемые в осадительном титровании. Примеры осадительного титрования. Комплексоны и комплексонометрия, кривая титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
- Металлохромные индикаторы. Примеры комплексонометрических определений
- Данный раздел программы может быть представлен следующим образом:*
- Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов представлены в разделах 4.3.1 и 4.3.2.**

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенций**

Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Процедура оценивания
ИДК ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях,</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p>	<p>Собеседование по теме лабораторных работ. (Смотри. вопросы для текущего контроля)</p> <p>Выполнение лабораторных работ.</p>
ИДК ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	<p><b>Знать:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами</p>	<p>Собеседование по теме лабораторных работ. (Смотри. вопросы для текущего контроля)</p> <p>Выполнение лабораторных работ.</p>

<p>ИДК<sub>ОПК2.4</sub> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p><b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов</p> <p><b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках аналитической химии</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p>	<p>Собеседование по теме лабораторных работ. (Смотри. вопросы для текущего контроля)</p> <p>Выполнение лабораторных работ.</p>
<p>ИДК<sub>ОПК6.1</sub> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке</p>	<p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии</p> <p><b>Владеть:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде</p>	<p>Оформление отчетов по лабораторным работам.</p>

--	--	--

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов представлены в разделах 4.3.1 и 4.3.2., главе УШ.**

**Критерии оценивания результатов обучения:**

1. Необходимо выполнить весь перечень лабораторных работ (см. пункт 4.3.1.) Оценивается техника выполнения, оформление отчетов (максимум 60 баллов).
2. Предусмотрено 4 устных опроса и 4 коллоквиума. Каждая тема оценивается максимум на 5 баллов.

Для получения зачета по дисциплине необходимо выполнить лабораторные работы, оформить отчеты, ответить на вопросы текущего контроля. Необходимо набрать минимум 60 баллов.

**Критерии оценивания ответов на экзамене:**

**Оценка «неудовлетворительно»**

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (менее 50 баллов).

**Оценка «удовлетворительно»**

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (50-69 баллов).

**Оценка «хорошо»**

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок не принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (70 - 85 баллов).

**Оценка «отлично»**

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (86-100 баллов).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

**Разработчики:**

доцент Г.Н. Королева



доцент Н.Ф. Апрелькова



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии

28.04.2020 г. Протокол № 5

зав. кафедрой д.х.н., профессор

А.Г. Пройдаков



*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*

**Лист согласования, дополнений и изменений  
на 2020/2021 учебный год**

К программе Б1.0.17 Аналитическая химия

по направлению подготовки 04.03.01 - Химия (бакалавриат), профиль: теоретическая  
и прикладная химия

1. В программу Б1.0.17 Аналитическая химия вносятся следующие дополнения:

<p>Рабочая программа дисциплины Раздел IV Содержание и структура дисциплины</p>	<p>Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа, в том числе 1,75 зачетных единиц, 63 часа на экзамен.</p>	<p><b>Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа, в том числе 1,75 зачетных единиц, 63 часа на экзамен. Из них 90 часов – практическая подготовка.</b> Реализуется с использованием дистанционных образовательных технологий 72 часа (лекционный курс), Экзамен 63 час.</p>
<p>Рабочая программа дисциплины <b>4.1</b> Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов</p>	<p>«Из них практическая подготовка» - отсутствовал</p>	<p>В таблицу 4.1 добавлен вертикальный столбец «Из них практическая подготовка обучающихся» Добавлены пояснения к таблице <i>*В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена <b>практическая подготовка</b> в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.</i></p>
<p>4.3.1 Перечень семинарских,</p>	<p>Раздел таблицы</p>	

практических занятий и лабораторных работ	« Из них практическая подготовка» отсутствовал	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоёмкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции* (индикаторы)
				Всего часов	практическая подготовка		
		1.3. Методы обнаружения и идентификации.	Выполнение реакций обнаружения на катионы:  Ag <sup>+</sup> стр.57 № 2, Pb <sup>2+</sup> стр.60 № 2, Cu <sup>2+</sup> стр.86 № 2, Al <sup>3+</sup> стр.64 № 3, Co <sup>2+</sup> стр.90 № 3,  Mn <sup>2+</sup> стр.77 № 1, Ba <sup>2+</sup> стр.53 № 2, K <sup>+</sup> стр.46 № 3, Na <sup>+</sup> стр.48 № 1	4	4	Решение контрольной задачи на подгруппу серебра	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
		1.5. Методы выделения, разделения и концентрирования.	Систематический и дробный анализ (сероводородный, на основе сульфида натрия, кислотно-основной)	12	6	решение контрольной задачи на 1-4 аналитические группы	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
	Анионы, их классификация. Выполнение реакций обнаружения сочетаний анионов:  SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> с.13;  Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , J <sup>-</sup> с.13;  NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> с.14	4	4	Решение задачи на обнаружение анионов	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1		
	Качественный анализ многокомпонентной смеси катионов с использованием бумажной хроматографии:  а) Fe <sup>3+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup>  б) Bi <sup>3+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>	2	2	Качественный анализ смеси катионов:	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1		

			Использование ТСХ для разделения и обнаружения органических веществ	2	2	Качественный анализ смеси (антрацен, карбазол, фенантрен)	ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1
			Анализ индивидуального вещества (скоростная задача)	1			ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1
			Решение контрольной (сухой) задачи	8	8		ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1
		1.8.Гравиметрический анализ.	Установление содержания $Ba^{2+}$ в техническом препарате $BaCl_2 \cdot 2H_2O$	10	10	Коллоквиум №1	ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1
			Определение содержания $Fe^{3+}$ в растворе	6	6		ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1
		1.9.1.Кислотно-основное титрование	Приготовление 0,1 н раствора HCl из концентрированного раствора кислоты	1	1		ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1
			Приготовление 0,1 н раствора $Na_2CO_3$ , установление коэффициента поправки рабочего раствора HCl	1	1		ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1
			Приготовление 0,1 н раствора $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ . Установление коэффициента поправки рабочего раствора NaOH.	1	1		ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1

		Определение содержания уксусной кислоты в растворе	1			ИДК <sub>Опк2.4</sub> ИДК <sub>Опк6.1</sub>
		Установление концентрации раствора сильной кислоты	1	1		ИДК <sub>Опк2.4</sub> ИДК <sub>Опк6.1</sub>
		Определение содержания $\text{CO}_3^{2-}$ и $\text{HCO}_3^-$ в пробе воды	2	2		ИДК <sub>Опк2.4</sub> ИДК <sub>Опк6.1</sub>
		Определение содержания $\text{CO}_2$ в карбонатных породах.	2	2		ИДК <sub>Опк2.4</sub>
		Определение содержания $\text{HCl}$ и $\text{H}_3\text{BO}_3$ при совместном присутствии	1	1		ИДК <sub>Опк2.4</sub> ИДК <sub>Опк6.1</sub>
		Титрование многоосновных кислот. Определение содержания $\text{H}_3\text{PO}_4$	2	2		ИДК <sub>Опк2.4</sub> ИДК <sub>Опк6.1</sub>
		Приготовление 0,05 н раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ из очищенного препарата  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1	1		ИДК <sub>Опк2.4</sub> ИДК <sub>Опк6.1</sub>
	1.9.2.Методы окислительно-	Установление нормальности и коэффициента поправки рабочего раствора $\text{KMnO}_4$	2	2		ИДК <sub>Опк2.4</sub> ИДК <sub>Опк6.1</sub>
		Определение содержания $\text{NaNO}_2$ в	2	2		ИДК <sub>Опк2.4</sub>

		восстановитель-ного титрования	техническом препарате				ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
			Приготовление 0,05 н раствора $K_2Cr_2O_7$	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
			Определение содержания $Fe^{2+}$ в водном растворе	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
			Установление концентрации и коэффициента поправки $Na_2S_2O_3$	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
			Установление концентрации и коэффициента поправки рабочего раствора $J_2$	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
			Определение содержания меди в водном растворе	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
			Определение содержания $Na_2SO_3$ в сухом препарате	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		1.9.4.Комплексонометрическое титрование	Установление концентрации и коэффициента поправки комплексона III	1	1	Коллоквиум № 4.	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
			Определение жесткости воды	1	1		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>

		Определение содержания $Fe^{3+}$ в растворе	1	1			ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1
		Решение контрольной задачи: анализ карбонатной породы.	12	12			ИДКОпк2.4 ИДКОпк6.1

2. В программу Б1.0.17 Аналитическая химия вносятся следующие изменения:

Нет изменений

Лист изменений рассмотрен на заседании кафедры аналитической химии

«10» апреля 2021г. Протокол № 4

Зав. кафедрой



А.Г. Пройдаков

Изменения одобрены УМК химического факультета, протокол № 6 от 17.05. 2021 г.

- Председатель УМК  Вильмс А.И

