

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.03.05.01 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И  
ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Аналитическая химия

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

04.03.01.32 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

д-р хим. наук, Профессор, Качин Сергей Васильевич; канд. хим. наук,

Доцент, Калякина Ольга Петровна; Доцент, Сагалаков Сергей

Андреевич

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является фундаментальная подготовка бакалавров по химии в области качественного и количественного химического анализа, физических и физико-химических методов анализа.

Курс аналитической химии способствует формированию научного химического мышления, умения приобретать новые знания с использованием современных научных методов, умения решать проблемы, имеющие естественнонаучное содержание.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются теоретическое и практическое освоение на базе естественнонаучных дисциплин (математика, физика, общая и неорганическая химия) основных понятий и закономерностей методов определения качественного и количественного состава различных объектов.

Изучение дисциплины способствует:

- Пониманию роли аналитической химии в системе наук.
- Формированию знания метрологических основ химического анализа; типов реакций и процессов, лежащих в основе методов аналитической химии, основных методов анализа, особенностей анализа в зависимости от объекта исследования.
- Приобретению специальных знаний по методологии выбора методов анализа.
- Развитие навыков выполнения химического эксперимента.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</b>	
ОПК-1.1: Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	

ОПК-1.3: Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	
<b>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</b>	
ОПК-2.1: Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	
ОПК-2.3: Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	
<b>ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</b>	
ОПК-4.1: Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности	
ОПК-4.2: Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	
ОПК-4.3: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	
<b>ОПК-6: Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</b>	

ОПК-6.1: Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	Общие принципы составления отчета Особенности оформления рисунков и таблиц Взаимосвязь цели и выводов составлять содержание отчета оформлять ссылки на литературу Формулировать выводы по полученным результатам навыками грамотного письма
	критическим мышлением
ОПК-6.2: Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	правила работы с информацией основные химические базы данных
ОПК-6.3: Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и/или английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе	
ОПК-6.4: Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и/или английском языках	
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
УК-1.1: Осуществляет поиск, анализ информации для решения поставленной задачи	

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>9,94 (358)</b>		
занятия лекционного типа	1,94 (70)		
практические занятия	2 (72)		
лабораторные работы	6 (216)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4,06 (146)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Да		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>2 (72)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. 1. Предмет аналитической химии, ее структура.</b>									
	1. Предмет аналитической химии, ее структура. Методологические аспекты аналитической химии; ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники, экономики. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности, экспрессности анализа; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.	2							
	2. Предмет аналитической химии. Классификация методов анализа.			2					
<b>2. 2. Метрологические основы анализа</b>									

<p>1. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.</p>	1							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок, t- и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений. Способы оценки правильности. Стандартные образцы. Сравнение дисперсии и средних двух методов анализа. Регрессионный анализ. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков. Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Аккредитация аналитических лабораторий. Проверка аппаратуры, аттестация нестандартных средств измерений и методик анализа.</p>	1							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

3. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Статистическая обработка результатов измерений.			2					
4. Инструктаж по технике безопасности при работе в химической лаборатории. Допуск к работе. Выполнение измерений, представление и обработка результатов анализа.					6			
<b>3. 3. Теория и практика пробоотбора</b>								
1. Теория и практика пробоотбора и пробоподготовки. Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.		2						
2. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа			4					
<b>4. 4. Типы реакций и процессов в аналитической химии: кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования,</b>								

<p>1. Основные типы химических реакций в аналитической химии  Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция.  Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.</p>	1							
<p>2. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя.  Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.</p>	1							

<p>3. Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя). Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.</p> <p>Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса.</p> <p>Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, рН, ионная сила раствора, температура.</p> <p>Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.</p>	2							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>4. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и избирательности анализа с использованием комплексных соединений.</p> <p>Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Влияние их природы, расположения функционально-аналитические групп, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа <math>H_2O</math>, <math>NH_3</math> и <math>H_2S</math> и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования. Органические реагенты для органического анализа. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>5. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.</p>	2							
<p>6. Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения. Зависимость формы осадка от скорости образования и роста первичных частиц. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка. Классификация различных видов соосаждения. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.</p>	2							

<p>7. Кислотно-основное равновесие. Константы равновесия. Расчет рН протолитов различной силы. Буферные системы. Комплексообразование. Виды и основные характеристики комплексов, используемых в аналитической химии. Расчет констант устойчивости и мольной доли образования Окислительно- восстановительное равновесие. Уравнение Нернста. Расчет потенциала системы с учетом конкурирующих реакций</p>			8					
<b>5. 5. Методы обнаружения и идентификации элементов</b>								
<p>1. Методы обнаружения и идентификации Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации атомов, ионов и химических соединений. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрорисаллоскопический анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Примеры практического применения методов обнаружения.</p>	4							
<p>2. Качественный химический анализ катионов и анионов. Специфические, групповые реагенты Систематический и дробный анализ</p>			4					

3. Введение в качественный анализ. Кислотно-щелочная классификация катионов. Предварительные испытания. Обнаружение катионов $\text{NH}_4^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Mg}^{2+}$					4			
4. Кислотно-щелочная классификация катионов. Обнаружение катионов II, III аналитических групп: $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ и $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$					4			
5. Кислотно-щелочная классификация катионов. Обнаружение катионов IV аналитической группы: $\text{Zn}$ (II), $\text{Al}$ (III), $\text{Sn}$ (II), $\text{Cr}$ (III)					4			
6. Кислотно-щелочная классификация катионов. Обнаружение катионов V аналитической группы: $\text{Mn}$ (II), $\text{Bi}$ (III), $\text{Sb}$ (III), $\text{Sb}$ (V), $\text{Fe}$ (III), $\text{Fe}$ (II)					4			
7. Кислотно-щелочная классификация катионов. Обнаружение катионов VI аналитической группы: $\text{Co}$ (II), $\text{Ni}$ (III), $\text{Cu}$ (II), $\text{Cd}$ (V), $\text{Hg}$ (II), $\text{Mg}$ (II)					4			
8. Кислотно-щелочная классификация катионов. Анализ смеси катионов					4			
9. Классификация анионов по различной растворимости солей бария и серебра. Предварительные испытания. Обнаружение анионов дробным методом $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{B}(\text{OH})_4^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{SCN}^-$ , $\text{F}^-$ , $\text{SiO}_3^{2-}$					4			
10. Классификация анионов по различной растворимости солей бария и серебра. Обнаружение анионов I аналитической группы $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ и II аналитической группы $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{SCN}^-$					4			

11. Классификация анионов по различной растворимости солей бария и серебра. Обнаружение анионов III аналитической группы NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>					4			
12. Классификация анионов по различной растворимости солей бария и серебра. Анализ смеси анионов					4			
13. Обнаружение органических соединений					4			
<b>6. 6. Методы выделения, разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение и др.)</b>								
1. Методы выделения, разделения и концентрирования. Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.	2							
2. Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов. Разделение и концентрирование элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменение pH водной фазы, маскирования и демаскирования.	2							

<p>3. Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения осаждением либо растворением при различных значениях рН, за счет образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах). Другие методы. Электрохимические методы. Отгонка (дистиляция, возгонка). Зонная плавка.</p>	2							
<p>4. Гетерогенное равновесие. Произведение растворимости. Расчет растворимости. Экстракция. Основные параметры. Закон Нернста. Расчет степени извлечения. Хроматография. Основные параметры и их расчеты</p>			6					
<p>5. Разделение и обнаружение катионов методом экстракции</p>					4			
<p><b>7. 7. Хроматографические методы анализа</b></p>								

<p>1. Хроматографические методы анализа. Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Качественный и количественный хроматографический анализ.</p> <p>Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.</p> <p>Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>3. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения. Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода. Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. Реагенты для их проявления. Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.</p>	2							
<p>4. Плоскостная хроматография. Относительная подвижность Ионообменная хроматография. Константа ионного обмена Колоночная хроматография. Теории теоретических тарелок и кинетическая</p>			6					
<p>5. Разделение и обнаружение катионов методом одномерной бумажной хроматографии</p>					4			
<p>6. Качественный и количественный хроматографический анализ смеси углеводов</p>					6			
<p>7. Ионохроматографическое определение фторидов хлоридов, фосфатов, нитратов, сульфатов</p>					6			
<b>8. 8. Химические методы анализа: гравиметрический, титриметрические, кинетические</b>								

<p>1. Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ. Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа.</p>	2							
<p>2. Основные расчеты в гравиметрии. Гравиметрический фактор, схема анализа. Закон эквивалентов. Первичные, вторичные стандарты. Расчет кривых титрования</p>			4					
<p>3. Гравиметрический метод анализа. Определение бария в образце</p>					12			
<p>4. Зачетная задача «Качественный и количественный анализ образца неизвестного состава». Защита зачетной задачи</p>					26			
<p>5. Проработка теоретического материала, оформление и подготовка к защите лабораторных работ, решение задач.</p>							74	

<p>6. К экзамену допускаются студенты получившие зачет по данной дисциплине. Экзамен принимается в устно-письменной форме в два этапа: первый – проверка знаний теоретических основ курса « Аналитическая химия», на основании правильных ответов на вопросы экзаменационного билета, студент допускается ко второму этапу – решению двух типовых задач (письменно).</p> <p>Критерии оценивания знаний студентов на экзамене:  «Отлично» - если студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.  «Хорошо» - если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, но в своем ответе не полностью раскрывает вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками.  «Удовлетворительно» - если студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.  «Неудовлетворительно» - если студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями ориентируется в пройденном материале.</p>	23							
---	----	--	--	--	--	--	--	--

<p>7. Титриметрические методы анализа. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования и величину скачка титрования в различных методах. Точка эквивалентности. Способы определения конечной точки титрования в различных методах. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>8. Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Влияние концентрации ионов водорода, комплексообразования, ионной силы раствора на характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Погрешности титрования.</p> <p>Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Определение железа(II), марганца (II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.</p> <p>Иодометрия и иодиметрия. Система иод-йодид как окислитель или восстановитель. Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Используемые индикаторы. Определение неорганических и органических соединений.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>9. Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбонновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии.</p>	2							
<p>10. Другие титриметрические методы анализа. Термометрическое, радиометрическое титрование. Сущность методов. Кинетические методы анализа. Сущность методов. Каталитический и некаталитический варианты кинетических методов; их чувствительность и селективность. Типы используемых каталитических и некаталитических реакций: окисления-восстановления, обмена лигандов в комплексах, превращения органических соединений, фотохимические и ферментативные реакции. Способы определения концентрации по данным кинетических измерений.</p>	2							

11. Инструктаж по технике безопасности при работе в химической лаборатории. Допуск к работе. Титриметрический метод анализа. Техника работы. Приготовление первичного стандартного раствора карбоната натрия/ вторичных стандартных растворов соляной кислоты и гидроксида натрия и их стандартизация.					4			
12. Титриметрический метод анализа. Техника работы. Определение $\text{CO}_3^{2-}$ - и $\text{HCO}_3^-$ - или $\text{CO}_3^{2-}$ - и $\text{OH}^-$ - при совместном присутствии					4			
13. Комплексонометрия. Определение ионов кальция и магния; железа и алюминия; цинка и меди при совместном присутствии.					4			
14. Окислительно-восстановительное титрование. Бихроматометрическое определение железа. Иодометрия. Определение меди (контрольная работа)					8			
15. Кинетический метод анализа. Определение меди (II)/определение молибдена (VI)					6			
16. Химические методы анализа: гравиметрический, титриметрические, кинетические			8					
<b>9. 9. Физические и физико-химические методы анализа: электрохимические и спектроскопические методы анализа</b>								

<p>1. Электрохимические методы анализа. Общая характеристика методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Потенциометрия . Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, комплексообразования, окисления-восстановления; процессах осаждения.</p>	2							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. Кулонометрия. Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.</p>	2							
<p>3. Вольтамперометрия. Индикаторные электроды. Классификация вольтамперометрических методов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузионный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича - Гейровского. Потенциал полуволны. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования.</p>	2							

<p>4. Другие электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрогравиметрических методов. Электропроводность растворов и принципы кондуктометрии. Хронопотенциометрия - вольтамперометрия при постоянном токе. Практическое применение методов. Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.</p>	2							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>5. Спектроскопические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по энергии. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения: атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия.</p> <p>Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний.</p> <p>Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.</p> <p>Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера) и закон излучения (Ломакина-Шейбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения.</p> <p>Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов их характеристики. Приемники излучения.</p> <p>Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал-шум; оценка минимального аналитического сигнала.</p>	2							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>6. Методы атомной оптической спектроскопии. Атомно-эмиссионный метод. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазмотроны, индуктивно-связанная плазма, лазеры; их основные характеристики. Физические и химические процессы в источниках атомизации и возбуждения. Спектрографический и спектрометрический методы анализа, их особенности, области применения. Качественный и количественный анализ методом эмиссионной спектрометрии пламени. Основная аппаратура: спектрографы, квантометры. Пламенные фотометры и спектрофотометры. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Атомно-флуоресцентный метод. Принцип метода; особенности и применение. Атомно-абсорбционный метод. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Метрологические характеристики, возможности, преимущества и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов. Методы атомной рентгеновской спектроскопии. Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгеноабсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.</p>	<p>2</p> <p>32</p>							
---	--------------------	--	--	--	--	--	--	--

<p>7. Методы молекулярной оптической спектроскопии. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам. Связь оптической плотности с концентрацией. Основной закон светопоглощения. Основные причины отклонения от закона (инструментальные и физико-химические). Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты; требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Применение метода для исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, процессов агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения метода.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>8. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.), механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода. Сравнение возможностей молекулярной абсорбционной и люминесцентной спектроскопии при определении неорганических соединений. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>9. Потенциометрия. Расчет потенциала электрода. Электроды 1,2,3 рода. Ионселективные электроды. Уравнение Никольского.</p> <p>Вольтамперометрия. Полярография. Уравнение Ильковича. Анализ полярограмм .</p> <p>Кулонометрия, кондуктометрия. Основные законы. Использование в титровании. Метод возникающих реагентов.</p> <p>Спектроскопия в видимой области. Закон Бугера-Ламберта – Бера. Способы определения концентрации в фотометрии</p> <p>Люминесцентная спектроскопия. Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии Левшина</p>				16				
10. Потенциометрическое титрование. Определение соляной и уксусной кислот в совместном присутствии.					6			
11. Потенциометрическое титрование. Определение железа (II) в растворе					6			
12. Электрохимические методы анализа. Прямая потенциометрия. Определение нитрата с использованием ИСЭ методами добавок и градуировочного графика					6			
13. Определение цинка, кадмия, свинца, меди и ртути методом инверсионной вольтамперометрии					6			
14. Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия					6			

15. Спектрофотометрический анализ однокомпонентных систем методом абсолютной фотометрии. Определение одного из элементов: никеля, фосфора или железа					6			
16. Спектрофотометрический метод анализа. Определение больших количеств веществ методом дифференциальной абсорбционной спектроскопии. Определение одного из ионов: меди, марганца или никеля					6			
17. Турбидиметрическое определение сульфат – иона					6			
18. Люминесцентная спектроскопия. Проверка правила зеркальной симметрии спектров поглощения и флуоресценции родамина 6 Ж					6			
19. Выполнение и защита курсовой работы по выбранной тематике					28			
<b>10. 10. Анализ объектов окружающей среды: биологических и медицинских; геологических; металлов и сплавов;</b>								
1. Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.	2							
2. Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.	2							
3. Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.	2							

<p>4. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств</p>	2							
<p>5. Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов.</p>	2							
<p>6. Природные и синтетические органические вещества, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств.</p>	2							
<p>7. Особенности анализа воды. Питьевая вода, морская. Характеристики воды Особенности анализа почвы. Формы нахождения элементов. Основные характеристики почвы Проблемы анализа воздуха. Распространение газообразных веществ. Воздух рабочей зоны. Особенности анализа органических соединений. Элементный, функциональный анализ. Биологические, медицинские объекты. Природные и синтетические органические вещества Анализ неорганических соединений. Геологические породы. Металлы и сплавы</p>			12					

8. Проработка теоретического материала, решение задач, оформление и подготовка к защите лабораторных работ. Оформление курсовой работы и подготовка к экзамену.								72	
---	--	--	--	--	--	--	--	----	--

<p>9. К экзамену допускаются студенты получившие зачет по данной дисциплине. Экзамен принимается в устно-письменной форме в два этапа: первый – проверка знаний теоретических основ курса « Аналитическая химия», на основании правильных ответов на вопросы экзаменационного билета, студент допускается ко второму этапу – решению двух типовых задач (письменно).</p> <p>Критерии оценивания знаний студентов на экзамене:  «Отлично» - если студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает не затрудняется с ответом при видеоизменении задания, свободно справляется с задачами, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.  «Хорошо» - если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, но в своем ответе не полностью раскрывает вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками.  «Удовлетворительно» - если студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.  «Неудовлетворительно» - если студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями ориентируется в пройденном материале.</p>	39							
--	----	--	--	--	--	--	--	--

Bcero	70		72		216		146	
-------	----	--	----	--	-----	--	-----	--

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Зенкевич И. Г., Карцова Л. А., Москвин Л. Н., Москвин Л. Н. Аналитическая химия: Т. 2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: учебник для студентов вузов по спец. "Химия" : в 3-х т. (Москва: Академия).
2. Белюстин А.А., Булатов М.И., Дробышев А. И., Москвин Л. Н. Аналитическая химия: Т. 1. Методы идентификации и определения веществ: учебник для студентов вузов по спец. "Химия" : в 3-х т. (Москва: Академия).
3. Зенкевич И.Г., Ермаков С. С., Карцова Л. А., Москвин Л. Н. Аналитическая химия: Т. 3. Химический анализ: учебник для студентов вузов по направлению и специальности "Химия" : в 3 томах(Москва: Академия).
4. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: учеб. пособие для студ. вузов по спец. "Фармация" и хим. спец. (Минск: Новое знание).
5. Петерс Д. Г., Хифтье Г. М., Агасян П. К. Химическое разделение и измерение. Теория и практика аналитической химии: Книга 1: [в 2 книгах] : перевод с английского(Москва: Химия).
6. Васильев В. П. Аналитическая химия: Кн. 1: учебник для студентов вузов по химико-технологическим специальностям(Москва: Дрофа).
7. Васильев В. П. Аналитическая химия: Кн. 2: учебник для студентов вузов по химико-технологическим специальностям(Москва: Дрофа).
8. Брыкина Г. Д., Гармаш А. В., Барбалат Ю. А., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии. Практическое руководство: учебное пособие для студентов университетов и вузов по химико-технологическим, сельскохозяйственным, медицинским, фармацевтическим специальностям (Москва: Высшая школа).
9. Пилипенко А. Т., Пятницкий И. В. Аналитическая химия: Кн. 1: учеб. пособие для вузов : в 2 кн.(М.: Химия).
10. Пилипенко А. Т., Пятницкий И. В. Аналитическая химия: Кн. 2: учеб. пособие для вузов : в 2 кн.(М.: Химия).
11. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика): Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник для вузов : в 2 кн. : учебник для вузов(М.: Высш. шк.).
12. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика): Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник для вузов : в 2 кн. : учебник для вузов(М.: Высш. шк.).
13. Отто М. Современные методы аналитической химии: перевод с немецкого(Москва: Техносфера).
14. Лайтинен Г. А., Харрис В. Е., Клячко Ю. А. Химический анализ: научное издание(М.: Химия).
15. Скуг Д. А., Уэст Д. М., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: Т.

- 2: [руководство] : перевод с английского(Москва: Мир).
16. Большова Т. А., Брыкина Г. Д., Гармаш А. В., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: в 2 книгах : учебник для химических специальностей вузов(Москва: Высшая школа).
  17. Алов Н. В., Барбалат Ю. А., Гармаш А. В., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: Кн. 2. Методы химического анализа: в 2 книгах : учебник для химических специальностей вузов(Москва: Высшая школа).
  18. Скуг Д. А., Уэст Д. М., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: Т. 1: [руководство] : перевод с английского(Москва: Мир).
  19. Юинг Г. В. Инструментальные методы химического анализа: перевод с английского(Москва: Мир).
  20. Хольцбехер З., Дивиш Л., Крал М., Шуха Л., Влачил Ф. Органические реагенты в неорганическом анализе: перевод с чешского(Москва: Мир).
  21. Пиккеринг У. Ф. Современная аналитическая химия: перевод с английского(Москва: Химия).
  22. Фритц Дж., Шенк Г., Золотов Ю. А., Шеховцева Т. Н., Шпигун О. А. Количественный анализ: [Учеб.](Москва: Мир).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Office Professional Plus 2007.
2. Приложения ChemOffice Ultra 11 - пакет утилит для химиков, таких как: ChemDraw, Chem3D, ChemFinder, ChemACX

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронно-библиотечная система Znanium.com предоставляет зарегистрированным пользователям круглосуточный доступ к электронным изданиям из любой точки мира посредством сети Интернет. - Режим доступа: <http://znanium.com/>
2. Электронная химическая энциклопедия – он-лайн Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/>.
3. Сайт аналитической химии Режим доступа: <http://www.geocities.com/novedu/>
4. Сайт по применению методов математической статистики и теории вероятностей в аналитической химии для обработки результатов аналитических измерений. Режим доступа: <http://chemstat.com.ru/>
5. Портал «Аналитическая химия в России» Режим доступа: <http://www.rusanalytchem.org/>
- 6.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для чтения лекций используется аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием. Практические занятия проводятся в учебной аудитории с использованием доски. Лабораторные занятия проходят в учебных химических лабораториях кафедры аналитической и органической химии.