

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

УТВЕРЖДАЮ:  
проректор по научно-методической  
и учебной работе  
Е.И. Скафа  
« 22 » 04 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Специальность:

**04.05.01 Фундаментальная и  
прикладная химия**

Образовательная программа:

**специалитет**

Квалификация:

**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения:

**очная**

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан химического факультета



А.В. Белый

«16» апреля 2020 г.

Программа составлена на основе ФГОС ВО Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652; учебного плана и основной образовательной программы специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Заведующий кафедрой  
аналитической химии, доктор химических  
наук, профессор

А.С. Алемасова

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры аналитической химии.

Протокол № 19 от « 14 » 04 2020 г.

Заведующий кафедрой

А.С. Алемасова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета.

Протокол № 3 от « 15 » 04 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

Н.В. Яблочкова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к группе дисциплин базовой части профессионального блока. Изучение дисциплины «Аналитическая химия» базируется на знаниях, полученных студентом при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Математика», «Физика» и «Информатика». Освоение данной дисциплины позволяет студенту эффективно изучать физическую, органическую, коллоидную химию, химическую технологию и другие общепрофессиональные дисциплины, а также специальные дисциплины специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия. Освоение дисциплины «Аналитическая химия», как предшествующей, необходимо для прохождения производственной (преддипломной) практики, при выполнении ВКР.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия	
Профиль		
Образовательная программа	специалитет	
Квалификация	Химик. Преподаватель химии	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Форма контроля	3 экзамена, 3 МК	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	18	
Год подготовки	1-2	
Семестр	2, 3, 4	
Количество часов	648	
- лекционных	104	
- практических		
- лабораторных	224	
- самостоятельной работы	320	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	8	
в т.ч. аудиторных	8	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

### Цели и задачи

**Цель** – формирование системных представлений о химическом анализе, его видах и методах; знакомство с аналитической химией как наукой; овладение теоретическими основами аналитической химии и приемами анализа природных веществ и технических материалов (вплоть до умения самостоятельно выполнить несложный анализ по готовой методике); развитие умений и навыков химического эксперимента.

**Основными задачами** дисциплины «Аналитическая химия» являются:

- формирование базовых знаний о видах и способах химического анализа, методах определения состава и, частично, строения веществ; выработка у обучающихся комплекса соответствующих умений, навыков и личностных свойств;
- изучение материала о химических процессах, не входящего в другие учебные курсы (характеристические свойства атомов, ионов и молекул, комплексообразование в растворе, экстракция и др.), но значимого для анализа;
- ознакомление с методами анализа и их возможностями;
- формирование знаний и умений, обеспечивающих последующее изучение других дисциплин. Закрепление учебного материала других курсов. Подготовка к обучению в магистратуре;
- обоснование происхождения знаний о составе веществ, химизме и механизме реакций. Формирование научного мировоззрения;
- обучение самостоятельному выполнению несложных анализов, работе на приборах, выбору методов и методик, оценке точности результатов анализа.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Процесс изучения аналитической химии направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и основной образовательной программы высшего образования специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия:

**а) универсальных (УК):**

- УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;
- УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

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

**в) Профессиональные компетенции**

**Научно-исследовательская деятельность:**

- ПК-1. Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в различных областях химии, химической технологии и смежных наук;

ПК-2. Способен оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

**Технологическая деятельность:**

ПК-4. Способен проводить научные исследования, совершенствовать и разрабатывать теории и методы изучения химических процессов, осуществлять практическое применение полученных знаний и результатов в различных отраслях экономики (промышленности, сельском хозяйстве и др.), связанных с переработкой сырья, полуфабрикатов, промышленных отходов, получением и совершенствованием различных веществ, материалов, разработкой и улучшением технологических процессов;

ПК-5. Способен к проведению опытов, испытаний и анализов с целью изучения состава, строения, свойств и процессов превращений веществ, энергетических и химических изменений в различных натуральных или искусственных веществах, сырье и изделиях;

ПК-6. Способен на разработку методик проведения контроля качества для изготовителей и потребителей химической продукции.

**Организационно-управленческая деятельность:**

ПК-9. Способен применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний.

**В результате изучения аналитической химии студент должен:**

**1. Знать:**

1. современную литературу по аналитической химии, государственные и международные стандарты, патенты, аналитические сайты в сети Интернет;
2. теоретические основы и принципы основных методов аналитической химии, аналитические сигналы этих методов, их свойства, метрологические характеристики методов;
3. применение основных положений теории растворов, учения о химическом равновесии, химической кинетике, катализе, адсорбции в аналитической химии;
4. методологию выбора методов анализа, средства повышения чувствительности, правильности, воспроизводимости, избирательности;
5. методы отбора представительной пробы жидких, газообразных и твердых проб;
6. методологию выбора и особенности методов разделения и концентрирования микро- и макрокомпонентов;
7. особенности течения аналитических реакций и процессов, состояние веществ в стандартных и анализируемых растворах;
8. источники происхождения погрешностей отдельных стадий анализа, а также методы оценки правильности и воспроизводимости;
9. принципы аттестации аналитических методик и аккредитации аналитических лабораторий.

**2. Уметь:**

1. применять современные методы изучения и анализа химических явлений и процессов для решения производственных, научно-практических, исследовательских, информационно-поисковых и других задач;
2. уметь быстро и качественно оценить объект анализа (неизвестное вещество);
3. выбрать стандартную или нестандартную методику анализа природных и промышленных объектов;
4. правильно отобрать представительную пробу, провести предварительную обработку разделения и раскрытия пробы;
5. воспроизводить стандартную аналитическую методику, рассчитать результаты анализа, статистически их обработать с использованием ЭВМ, проверить правильность полученных результатов;

6. пользоваться мерной посудой, аналитическими весами; готовить и стандартизовать растворы аналитических реагентов;
7. уметь использовать современные химические приборы и установки, учебно-лабораторные приборы, технические средства обучения и научного эксперимента, ЭВМ;
8. составлять отчеты и вести лабораторный журнал; уметь реферировать и рецензировать химическую документацию;
9. уметь реализовать принципы экологизации научного, учебного и производственного эксперимента в области аналитической химии.

### 3. Владеть

- теоретическими и метрологическими основами аналитической химии;
- техникой экспериментальной работы в аналитических лабораториях;
- работой с литературой по аналитической химии;
- опытом обработки и обобщения материала и поиска новых экспериментальных и теоретических результатов.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1 «Качественный анализ»</b>	
<b>Тема 1.</b> Общее представление о химическом анализе	Химический анализ, его значение для науки, экономики, медицины, охраны окружающей среды. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Объекты обнаружения и определения (аналиты), соответствующие им виды анализа (элементный, молекулярный, структурно-групповой, вещественный, фазовый и др.). Основные стадии анализа (пробоотбор, пробоподготовка, измерение, обработка результатов измерений). Методы анализа (химические, физические, физико-химические, биологические). Общая характеристика и классификация химических методов анализа. Общая характеристика и классификация физико-химических и физических методов. Методики анализа, требования к ним. Аналитическая служба. Лабораторный и внелабораторный анализ.
<b>Тема 2.</b> Аналитическая химия как научная дисциплина. Учение об аналитическом сигнале.	Аналитическая химия как наука, ее цели и задачи, связь с практикой химического анализа, место аналитической химии в системе наук. Основные этапы истории химического анализа и аналитической химии, современное состояние и перспективы их дальнейшего развития. Основные аналитические проблемы (определение микропримесей, повышение точности и экспрессности методик, снижение стоимости анализа и т.д.). Сопоставление возможностей разных методов анализа. Выбор метода и методики для решения конкретной аналитической задачи. Контроль качества, диагностика, мониторинг и другие типовые аналитические задачи. Важнейшие источники информации в области химического анализа и

	<p>аналитической химии. Учение об аналитическом сигнале как фундаментальной характеристике вещества. Свойства аналитического сигнала. Аналитический сигнал в химических и инструментальных методах анализа. Способы определения концентрации веществ: метод градуировочного графика, метод стандартов, метод добавок.</p>
<p><b>Тема 3.</b> Качественный анализ неорганических веществ химическими и инструментальными методами</p>	<p>Методы качественного анализа. Химические методы обнаружения веществ. Реакции обнаружения и разделения. Качественные реакции, используемые для обнаружения ионов в растворе, примеры таких реакций и их аналитические эффекты. Дробный и систематический анализ смесей ионов, схемы проведения качественного анализа с применением групповых реагентов. Инструментальные методы обнаружения и идентификации веществ.</p> <p>Характеристичность, устойчивость и чувствительность аналитических признаков. Повышение надежности идентификации (одновременное использование ряда признаков, отбор наиболее характеристических признаков). Возможность идентификации растворенных веществ с помощью качественных реакций. Характеристики чувствительности методик обнаружения. Способы повышения селективности качественной реакции. Понятие о тест-методах, их применение. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Окрашивание пламени, микрокристаллоскопия. Использование спектральных, электрохимических, хроматографических и других характеристик для идентификации веществ. Базы данных по характеристическим свойствам веществ. Схемы разделения и систематического анализа катионов по кислотно-основной и сероводородной классификациям. Тиосоли.</p>
<p><b>Тема 4.</b> Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования.</p>	<p>Разделение веществ и концентрирование микропримесей. Классификация методов по типу используемых фазовых равновесий. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения (гибридные методы). Количественные характеристики: коэффициент распределения, степень извлечения, степень разделения. Разделение ионов при дробном осаждении. Соосаждение. Коллекторы - органические и неорганические. Основные приемы соосаждения. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Теоретические основы метода. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Количественные характеристики. Факторы, влияющие на степень извлечения при однократной экстракции. Степень извлечения при многократной экстракции. Выбор pH экстракции. Важнейшие экстрагенты и требования к ним. Экстракционные реагенты при извлечении металлов. Экстракция хелатов: влияние концентрации реагента,</p>

	<p>величины pH. Практическое использование экстракции.</p> <p>Сорбция как способ концентрирования. Механизм сорбции. Сорбенты, используемые при концентрировании микропримесей. Активные угли. Кремнеземы. Ионный обмен в анализе. Синтетические ионообменные смолы, их классификация и свойства. Практическое применение ионного обмена. Другие методы разделения и концентрирования: капиллярный электрофорез; методы испарения; управляемая кристаллизация.</p>
<b>Тема 5.</b> Хроматографические методы.	<p>Области использования, решаемые задачи, практическое значение хроматографических методов. Основные принципы хроматографического анализа. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, механизмам распределения, способам технической реализации. Скорость движения компонента через колонку как функция коэффициента распределения. Механизмы разделения компонентов пробы при прохождении через колонки разного типа.</p> <p>Вид внешней хроматограммы. Параметры хроматографических пиков. Факторы, влияющие на положение пика, его ширину и площадь. Критерии разделения пиков. Идентификация компонентов смеси по хроматографическим параметрам (характеристикам удерживания). Количественный хроматографический анализ: метод абсолютной калибровки, метод внутреннего стандарта, метод нормировки. Источники возможных погрешностей при проведении количественного хроматографического анализа.</p> <p>Общее представление о газоадсорбционной (ГАЗ) и газожидкостной (ГЖХ) хроматографии. Схема газового хроматографа. Газы, используемые в качестве носителей. Основные типы детекторов: катарометры; пламенно-ионизационные детекторы; детекторы электронного захвата. Насадочные и капиллярные колонки. Сорбенты, применяемые в методе ГАЗ. Носители и неподвижные жидкие фазы в методе ГЖХ. Преимущества, ограничения, области применения ГАЗ и ГЖХ.</p> <p>Требования к сорбентам и носителям. Требования к неподвижной жидкой фазе (НЖФ). Полярные и неполярные НЖФ. Выбор колонки. Ввод пробы. Программирование температуры хроматографической колонки. Газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХ-МС). Аналитические возможности метода ГЖХ.</p> <p>Жидкостная колоночная хроматография. Применения и ограничения классической жидкостной хроматографии как метода анализа. Препаративная жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки, детекторы. Сорбенты и требования к ним, модификация поверхности сорбентов. Основные виды ВЭЖХ: аналитические</p>

	<p>возможности и определяемые вещества. Применение разных видов ВЭЖХ для анализа смесей органических соединений. Ионная хроматография как метод анализа смесей анионов (катионов). Преимущества и ограничения ВЭЖХ в анализе реальных объектов.</p>
<p><b>Тема 6.</b> Аналитические свойства реакций в гомогенных водных растворах. Кисотно-основное равновесие.</p>	<p>Практические требования к реакциям (процессам), используемым в анализе. Основные типы реакций, применяемых в химических методах анализа: кислотно-основные реакции, реакции комплексообразования, реакции окисления-восстановления. Общие и равновесные концентрации. Концентрационные константы равновесий, их виды. Формы существования веществ в растворе. Представление о термодинамических и условных константах равновесий; использование этих констант в аналитической химии. Связь термодинамических констант равновесия с концентрационными. Влияние посторонних электролитов на равновесия реакций и учет этого влияния при проведении анализа (солевой эффект). Учет влияния конкурирующих реакций. Расчет условных констант и проверка возможности протекания аналитической реакции в заданных концентрационных условиях. Выбор условий проведения реакции с помощью условных констант.</p> <p>Применение кислотно-основных реакций в анализе. Общее представление о кислотно-основном взаимодействии с позиций теории Бренстеда-Лоури. Сильные и слабые протолиты. Константы кислотности и основности. Состояние растворенного вещества в растворах с разной кислотностью. Расчет pH растворов разного типа. Амфолиты. Буферные системы, механизм буферного действия, расчет pH буферного раствора. Буферные растворы, применяемые в анализе. Выбор буферного раствора для создания желаемого pH.</p> <p>Теории кислот и оснований. Основные преимущества теории Бренстеда-Лоури. Влияние растворителя на силу растворенных кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Расчет мольной доли заданной формы вещества при заданном значении pH. Индивидуальные вещества с буферными свойствами. Расчет изменения pH при добавлении кислот и щелочей к буферным растворам, буферная емкость.</p>
<p><b>Тема 7.</b> Образование и растворение осадков в анализе.</p>	<p>Произведение растворимости – как важнейшая константа гетерогенного равновесия. Связь термодинамического и условного произведения растворимости. Условия выпадения осадка. Произведение растворимости при неполной диссоциации малорастворимого соединения. Растворимость. Вывод формулы для вычисления ионной, молекулярной и общей растворимости. Факторы, влияющие на смещение гетерогенного равновесия.</p>

	Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимых соединений. Влияние концентрации постороннего сильного электролита на растворимость малорастворимых соединений. Влияние конкурирующей реакции (кислотно-основной реакции, комплексообразования, окислительно-восстановительной реакции) на растворимость малорастворимого соединения. Растворение осадков.
<b>Тема 8.</b> Комплексные соединения в анализе. Маскирование и демаскирование.	<p>Применение реакций комплексообразования в анализе. Ступенчатый характер комплексообразования в растворе. Количественные характеристики равновесия комплексообразования: общие и ступенчатые константы устойчивости, Факторы, влияющие на равновесие комплексообразования, управление этим процессом. Влияние комплексообразования на процессы осаждения и растворения, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительные свойства веществ в ходе анализа. Примеры повышения чувствительности и селективности методик анализа с применением комплексообразования.</p> <p>Степень закомплексованности. Классификация комплексных соединений, важнейшие комплексные соединения, используемые в анализе. Координационное число, дентатность. Степень образования, среднее координационное число. Скорость образования комплексных соединений. Маскирование и демаскирование. Выбор природы и концентрации маскирующего реагента.</p>
<b>Тема 9.</b> Органические реагенты в анализе.	<p>Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Влияние общей структуры органических реагентов на их свойства. 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-, серусодержащими органическими реагентами.</p> <p>Основные типы соединений, образованных с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексных соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: характер связи металл-лиганд, размер цикла, число циклов. Правило циклов. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскировки и демаскировки. Возможности использования органических реагентов в различных методах анализа. Комплексообразование ионов металлов с органическими лигандами как модель биологически активных систем.</p>
<b>Тема 10.</b> Окислительно-восстановительное равновесие и	<p>Потенциал полуреакции – как характеристика химической активности реагирующих веществ. Уравнение Нернста. Стандартный, реальный и</p>

инструментальные методы анализа.	<p>формальный потенциалы. Направление протекания электрохимической реакции. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами.</p> <p>Электрохимическая и электролитическая ячейки. Электроаналитические методы. Способы расчета стандартных потенциалов.</p> <p>Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах.</p> <p>Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого компонента. Использование окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии. Оценка направления и глубины протекания окислительно-восстановительной реакции по константе химического равновесия.</p>
<b>Тема 11.</b> Пробоотбор и пробоподготовка.	<p>Пробоотбор и пробоподготовка в ходе анализа. Виды проб (разовые, объединенные). Представительность пробы. Факторы, обуславливающие размер представительной пробы. Специфика и правила пробоотбора для объектов разного типа. Отбор проб гомогенных и гетерогенных материалов. Способы пробоподготовки: измельчение, растворение, термообработка, обработка реагентами. Необходимость и способы перевода компонентов пробы в формы, оптимальные для выбранного метода анализа.</p> <p>Способы получения представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ, в частности объектов окружающей среды. Погрешности, возникающие в ходе пробоотбора. Устройства и приемы, используемые при отборе проб. Первичная обработка, уменьшение и хранение отобранных проб.</p> <p>Разложение органических веществ под действием окислителей, катализаторов, высоких температур, давления, высокочастотного разряда. Комбинирование разных воздействий в ходе сухой и мокрой минерализации. Концентрирование микропримесей и отделение мешающих компонентов. Предварительное окисление или восстановление аналитов, перевод их в летучие или окрашенные соединения (derivatization). Способы устранения или учета загрязнений и потерь компонентов в ходе пробоподготовки.</p>
<b>Тема 12.</b> Анализ вещества неизвестного состава	<p>Классификация объектов анализа. Объекты технического анализа (сырье, полупродукты, готовая продукция, стоки и газовые выбросы промышленных предприятий). Задачи и специфические особенности технического анализа как способа контроля качества. Технический анализ в металлургической промышленности, переработке нефти и других отраслях</p>

	<p>промышленности. Анализ функциональных материалов и особо чистых веществ.</p> <p>Объекты окружающей среды как объекты анализа (воздух, природные и сточные воды, почвы, донные отложения). Специфика анализа таких объектов. Проблема организации массового анализа объектов окружающей среды по множеству показателей состава. Понятие о ПДК. Лабораторные и внелабораторные методы анализа объектов окружающей среды. Тест-методы для количественного анализа этих объектов. Скрининг. Методы определения супертоксикантов. Определение интегральных (обобщенных) показателей состава.</p> <p>Агрохимический анализ, анализ пищевых продуктов. Специфика анализа биологических и медицинских объектов, их исследование и анализ. Методы клинического и фармацевтического анализа.</p>
<b>Содержательный модуль 2 «Количественный анализ»</b>	
<b>Тема 1.</b> Метрологические основы химического анализа.	<p>Химический анализ как измерение количества вещества. Абсолютные и относительные погрешности количественного анализа. Случайные и систематические погрешности, способы их оценки. Правильность, прецизионность, точность результатов анализа. Причины возникновения систематических погрешностей. Способы проверки правильности результатов анализа: использование стандартных образцов, сопоставление данных, полученных разными методами, метод стандартных добавок и др. Проверка значимости систематических погрешностей (на фоне случайных). Необходимость контрольного («холостого») опыта.</p> <p>Причины возникновения случайных погрешностей анализа. Статистическое распределение результатов повторных измерений (анализов). Статистическая обработка результатов при нормальном распределении случайных погрешностей. Грубые промахи и способы их выявления. Оценка прецизионности (сходимости, воспроизводимости) результатов анализа. Расчет и использование доверительных интервалов. Сопоставление результатов анализа (выборок).</p> <p>Метрологические аспекты инструментальных методов анализа. Чувствительность и селективность методик анализа. Предел обнаружения, его статистическая оценка. Способы снижения предела обнаружения.</p>
<b>Тема 2 .</b> Гравиметрический метод анализа.	<p>Области использования, решаемые задачи, практическое значение метода. Принципы и аналитические возможности гравиметрического анализа. Техника и точность взвешивания. Общая схема гравиметрического определения веществ методом осаждения. Важнейшие органические и неорганические осадители, их выбор. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Расчет результатов гравиметрического анализа. Примеры его практического</p>

	<p>использования.</p> <p>Возможные источники погрешностей в гравиметрическом анализе. Техника метода. Правила получения осадков (правила Тананаева) и их теоретическое обоснование. Гравиметрический фактор (аналитический множитель). Выбор массы навески, выбор объема осадителя, выбор pH осаждения, оценка потерь при осаждении и промывании. Прямые и косвенные методы отгонки. Общее представление об элементном анализе органических веществ с гравиметрическим окончанием. Термогравиметрический анализ.</p>
<p><b>Тема 3.</b> Введение в титриметрический анализ. Кисотно-основное титрование.</p>	<p>Области использования, решаемые задачи, практическое значение метода. Общие принципы титриметрического анализа, его достоинства и ограничения. Классификация титриметрических методов. Требования, предъявляемые к реакциям, используемым для титрования. Понятие о точке эквивалентности и конечной точке титрования (к.т.т.). Стандартизация рабочих растворов. Индикаторы, общие требования к ним. Применение инструментальных методов для регистрации кривых титрования и фиксирования к.т.т. Моделирование процесса титрования с помощью линейных и логарифмических кривых. Скачок титрования. Границы скачка, обеспечивающие заданную точность определения к.т.т. Расчет результатов анализа при проведении прямого, обратного и заместительного титрования.</p> <p>Приготовление и хранение рабочих растворов. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Фиксаналы. Техника титриметрии. Автоматизация титрования. Специфика титрования в неводных средах.</p> <p>Кислотно-основное титрование. Определяемые вещества, основные титранты, стандартные вещества. Области практического применения кислотно-основного титрования. Кривые титрования сильных и слабых протолизов. Влияние природы и концентрации титруемого вещества на вид кривой титрования и высоту скачка. Предельное разбавление титруемого раствора. Общее представление о титровании многопротонных кислот (оснований) и смесей разных кислот (оснований). Выбор кислотно-основного индикатора с учетом состава раствора в точке эквивалентности.</p> <p>Ионно-хромофорная теория кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски, показатель титрования. Выбор индикатора по кривой титрования. Прогнозирование индикаторных погрешностей. Применение неводных растворителей в методе кислотно-основного титрования. Влияние природы растворителя на высоту скачка. Выбор растворителя для разных аналитических задач.</p>
<p><b>Тема 4.</b> Окислительно-</p>	<p>Реакции окисления-восстановления, используемые в</p>

восстановительное титрование.	<p>титриметрическом анализе. Классификация методов. Построение кривых окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на характер кривой: различие в значениях формальных редокс-потенциалов, кислотность среды, комплексообразование, ионная сила. Способы контроля конечной точки титрования. Редокс-индикаторы, их выбор. Принципы, преимущества, ограничения разных окислительно-восстановительных методов.</p> <p>Предварительное окисление и восстановление определяемых веществ. Техника и специфические особенности методов перманганатометрии, иодометрии и иодиметрии, дихроматометрии. Первичные и вторичные стандарты в редоксметрии. Интервалы перехода окраски универсальных редокс-индикаторов. Источники погрешностей, связанных со сложным механизмом и замедленностью реакций, используемых для титрования.</p>
<b>Тема 5.</b> Осадительное титрование.	<p>Процессы осаждения в титриметрии. Значение стехиометрии реакции и скорости образования осадков, влияние адсорбции. Важнейшие титранты-осадители. Аргентометрия. Кривые титрования. Практическое применение осадительного титрования.</p> <p>Способы фиксирования конечной точки титрования в аргентометрии: методы Мора, Фольгарда, Фаянса. Возможность раздельного определения галогенидов. Меркурометрия.</p>
<b>Тема 6.</b> Комплексонометрическое титрование.	<p>Реакции комплексообразования в титриметрическом анализе. Выбор титранта. Использование полидентатных лигандов (аминополикарбоновых кислот) в качестве титрантов. Аналитические возможности комплексонометрического метода. Относительная устойчивость комплексонов разных металлов. Влияние pH на равновесие взаимодействия ионов металлов с комплексонами. Использование условных констант для определения возможности и последовательности титрования металлов комплексонами. Способы повышения селективности титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Способы установления конечной точки титрования в комплексонометрии. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Химические реакции, протекающие с их участием в ходе титрования. Комплексонометрическое определение неметаллов и органических веществ.</p> <p>Важнейшие комплексоны. Приготовление и стандартизация растворов комплексонов. Состояние ЭДТА в водном растворе при разной величине pH, особенности взаимодействия ЭДТА с разными металлами. Лабильные и инертные комплексоны. Факторы, влияющие на величину скачка кривой комплексонометрического титрования. Выбор оптимального pH. Требования, предъявляемые к</p>

	металлохромным индикаторам. Интервалы перехода окраски таких индикаторов. Источники погрешностей при проведении комплексонометрического титрования (блокировка индикаторов и др.).
<b>Тема 7.</b> Общая характеристика электрохимических методов. Потенциометрия.	<p>Области использования, решаемые задачи, практическое значение электрохимических методов. Общий обзор и классификация электрохимических методов. Области применения, достоинства и ограничения отдельных методов. Сопоставление аналитических возможностей (чувствительность, избирательность, точность и т.п.) разных методов. Электрохимические ячейки. Электроды. Равновесные и неравновесные электрохимические системы.</p> <p>Потенциал электрода как аналитический сигнал. Уравнение Нернста. Классификация электродов по механизму возникновения потенциала. Металлические и мембранные (ионселективные) электроды. Электроды сравнения и индикаторные электроды. Аналитические возможности метода прямой потенциометрии (ионометрии). Измерение рН с использованием стеклянного индикаторного электрода. Потенциометрическое титрование. Преимущества и ограничения метода по сравнению с прямой потенциометрией. Особенности потенциометрического титрования с применением реакций разного типа. Нахождение точки эквивалентности по кривой потенциометрического титрования (дифференциальный метод, метод трех касательных и др.).</p> <p>Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика для индикаторных электродов разного типа. Аппаратура для измерения разности электродных потенциалов. Способы расчета концентрации аналита по результатам потенциометрических измерений. Устройство и принцип работы электродов с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, электродов с подвижными носителями, стеклянных, ферментных и газочувствительных электродов. Применение потенциометрических сенсоров.</p>
<b>Тема 8.</b> Вольтамперометрические методы	<p>Общий принцип и классификация вольтамперометрических методов. Классическая полярография. Поляризация ртутного электрода. Достоинства и недостатки ртутного электрода. Общая характеристика полярографической кривой. Диффузионный ток. Выбор фонового электролита. Зависимость диффузионного тока от различных факторов. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны как качественная характеристика депольаризатора, определение потенциала полуволны. Ограничения и недостатки классической полярографии.</p> <p>Современные вольтамперометрические методы. Применение твердых электродов. Амперометрическое</p>

	<p>титрование. Выбор потенциала индикаторного электрода. Вид кривых амперометрического титрования. Инверсионная вольтамперометрия: принцип метода, преимущества ИВА по сравнению с другими вольтамперометрическими методами. Аналитические возможности и практическое применение современных вольтамперометрических методов.</p> <p>Полярографические максимумы. Определение констант устойчивости комплексных соединений по результатам измерений потенциала полуволны. Поляризационные кривые для разных электродов. Понятие об осциллографической и переменноточковой полярографии. Амперометрическое титрование с двумя поляризованными электродами (биамперометрия). Современная аппаратура для проведения вольтамперометрического анализа.</p>
<p><b>Тема 9.</b> Кулонометрия и электрогравиметрия. Кондуктометрия.</p>	<p>Общие принципы и теоретические основы кулонометрии. Законы Фарадея. Способы определения количества электричества, затраченного на электролиз анализируемого раствора; применение кулонометров. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Метод прямой кулонометрии. Расчет результата анализа.</p> <p>Кулонометрическое титрование. Внешняя и внутренняя генерация титранта. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с классическими вариантами титриметрии. Примеры практического применения кулонометрических методов.</p> <p>Принципы, достоинства, область применения электрогравиметрии. Аппаратура. Расчет напряжения разложения. Перенапряжение.</p> <p>Электролиз при контролируемом потенциале, его применение для разделения и концентрирования металлов. Выделение металлов на ртутном катоде. Внутренний электролиз.</p> <p>Принципы кондуктометрического анализа. Возможности метода и области его практического применения. Измерение электропроводности растворов. Связь удельной электропроводности с концентрацией определяемого вещества. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Прогнозирование кривых кондуктометрического титрования с учетом подвижности ионов. Применение кондуктометрии.</p>
<p><b>Тема 10.</b> Общее представление о спектроскопических методах. Методы атомной спектроскопии.</p>	<p>Области использования, решаемые задачи, практическое значение спектроскопических методов. Общие принципы и классификация спектроскопических методов. Абсорбционные, эмиссионные и флуоресцентные методы. Значение разных спектроскопических методов в практике химического</p>

анализа.

Диапазоны электромагнитного излучения, наиболее широко применяемые в анализе (ИК-излучение, видимый свет, УФ-излучение, рентгеновские лучи). Энергии квантов и длины волн (частоты, волновые числа), соответствующие разным диапазонам. Монохроматическое и полихроматическое излучение. Общее представление о спектрах. Классификация спектров (спектры испускания и поглощения, атомные и молекулярные спектры). Энергетические переходы в атомах и молекулах, приводящие к возникновению спектров разного типа. Способы регистрации спектров. Использование спектральных данных для установления структуры молекул, идентификации веществ, количественного определения веществ, анализа смесей.

Спектральные приборы, их классификация. Основные узлы спектрального прибора. Источники излучения. Способы монохроматизации. Одноканальные и многоканальные спектрометры. Приемники излучения: фотоэмульсии, фотоэлементы, фотоумножители, диодные линейки и другие мультисенсорные устройства. Характеристики спектральных линий и пиков: длина волны, интенсивность, полуширина. Связь интенсивности излучения (поглощения) с вероятностью соответствующих энергетических переходов.

Принцип и основные стадии атомно-эмиссионного спектрального анализа (АЭС). Способы атомизации пробы и возбуждения атомов: пламя, электрическая дуга, искровой разряд, индуктивно-связанная плазма и др. Аналитические возможности АЭС при использовании разных источников возбуждения (определяемые элементы, пределы обнаружения, точность определения и др.). Способы регистрации спектров и необходимая для этого аппаратура. Опознавание элементов по положению спектральных линий. Уравнение Ломакина-Шейбе. Способы расчета результатов количественного анализа, области и примеры его практического применения.

Принцип и основные стадии атомно-абсорбционного спектрального анализа (ААС). Схема атомно-абсорбционного спектрометра. Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра и др.), Пламенная и электротермическая атомизация пробы. Зависимость оптической плотности плазмы от содержания элементов в пробе. Факторы, влияющие на точность анализа. Области практического применения и аналитические возможности метода ААС.

Температура плазмы при использовании разных способов возбуждения, состояние вещества в плазме. Зависимость интенсивности спектральной линии от различных факторов. Выбор аналитической линии определяемого элемента. Процессы самопоглощения, ионизации, образования малолетучих соединений;

	<p>влияние этих процессов на форму градуировочного графика. Метод пламенной фотометрии. Виды и температура пламени. Способы расчета результатов анализа в пламенной фотометрии. Аппаратура метода, его точность и пределы обнаружения.</p> <p>Аналитические сигналы элементов при разных способах регистрации спектра. Абсолютное и относительное почернение фотопластинки. Метод гомологических пар и другие приемы повышения точности АЭС при использовании дугового разряда. Достоинства и ограничения АЭС с использованием индуктивно-связанной плазмы.</p> <p>Метод «холодного пара» в ААС. Способы устранения влияния фонового поглощения и излучения. Преимущества, ограничения и недостатки метода ААС по сравнению с атомно-эмиссионными методами (точность, чувствительность, экспрессность и др.).</p>
<p><b>Тема II.</b> Методы молекулярной спектроскопии.</p>	<p>Спектры поглощения молекул в видимой и УФ областях спектра. Связь структуры молекулы с характеристиками спектра поглощения соединения в УФ- и видимой области. Органические и неорганические соединения, определяемые по собственному поглощению их растворов. Взаимодействие ИК-излучения с молекулами; спектры поглощения молекул в ИК-области. Характеристические частоты функциональных групп в органических соединениях.</p> <p>Измерение светопоглощения растворов. Необходимость и выбор раствора сравнения. Количественные характеристики поглощения света, их взаимосвязь. Закон Бугера – Ламберта – Бера. Отклонения от закона, их причины и способы предупреждения. Основные схемы и узлы спектрометрической аппаратуры. Особенности аппаратуры, используемой в разных диапазонах длин волн. Спектрофотометрия и фотометрия, сопоставление возможностей и преимуществ. Выбор аналитической длины волны (светофильтра). Способы расчета концентрации аналита. Чувствительность и точность спектрофотометрического анализа в зависимости от светопоглощения фотометрируемого раствора. Дифференциальная спектрофотометрия. Анализ многокомпонентных систем. Фотометрические реакции, требования к ним.</p> <p>Подготовка проб к анализу в методе ИК-спектроскопии. Принципы и достоинства ИК-Фурье-спектрометров. Особые варианты молекулярно-абсорбционной спектрометрии: визу-альная колориметрия, экстракционно-фотометрический анализ, фотометрическое титрование. Представление о турбидиметрии, нефелометрии, спектроскопии диффузного отражения и т.п. Использование спектров поглощения в разных диапазонах длин волн для идентификации веществ и структурно-группового</p>

	<p>анализа.</p> <p>Общее представление о люминесценции, способах ее возбуждения и спектрах люминесценции. Виды люминесценции (флуоресценция, фосфоресценция). Регистрация спектров возбуждения и испускания люминесцирующих веществ. Идентификация люминесцирующих веществ. Количественный люминесцентный анализ: определяемые вещества, связь интенсивности люминесценции с концентрацией. Чувствительность и точность метода. Практическое применение люминесцентного анализа.</p> <p>Основные закономерности молекулярной люминесценции: независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждающего света, закон Стокса – Ломмеля, правило Левшина, закон Вавилова. Тушение люминесценции (температурное, концентрационное, посторонними примесями). Анализ смесей люминесцирующих веществ. Эффект Шпольского. Спектрофлуориметры. Применение и выбор первичных и вторичных светофильтров. Определение неорганических и органических веществ по собственной люминесценции. Перевод веществ в люминесцирующие соединения.</p>
<b>Тема 12.</b> Методы рентгеновской спектроскопии	<p>Обзор методов рентгеноспектрального анализа. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Метод электронного зонда и его применение для локального элементного анализа. Рентгенофлуоресцентный метод. Области применения, возможности, достоинства и ограничения этого метода. Рентгенофазовый анализ. Получение и интерпретация дифрактограмм. Практическое применение рентгенофазового анализа.</p>
<b>Тема 13.</b> Общее представление о других инструментальных методах. Масс-спектрометрия. Термические методы.	<p>Общие принципы масс-спектрометрии. Схема и основные узлы масс-спектрометра. Важнейшие способы ионизации. Типы масс-анализаторов. Получение масс-спектров. Применение масс-спектрометрии для элементного и изотопного анализа. Идентификация и определение органических веществ. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Аналитические возможности и области применения масс-спектрометрического анализа.</p> <p>Классификация методов термического анализа. Термогравиметрия, термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия. Термопары. Комбинированные термические методы анализа. Дериватографы. Синхронные термоанализаторы. Применение методов для исследования физико-химических свойств и анализа веществ и материалов.</p>
<b>Тема 14.</b> Кинетические и биохимические методы анализа.	<p>Области использования, решаемые задачи, практическое значение метода. Скорость химической реакции как аналитический сигнал. Каталитические и некаталитические кинетические методы анализа, их</p>

	<p>чувствительность и селективность. Определение концентрации реагентов с использованием кинетических данных (метод тангенсов, фиксированного времени и др.). Индикаторные реакции при определении катализаторов, требования к ним. Общее представление о ферментативных методах анализа. Практическое применение ферментативных методов в клиническом анализе и в анализе объектов окружающей среды.</p> <p>Общее представление о биохимических методах анализа. Использование ферментов, ДНК, РНК, антител, живых клеток и микроорганизмов в анализе (в частности, в виде тест-методов). Примеры определения ферментов, субстратов, ингибиторов и активаторов. Иммуноанализ и иммуноферментный анализ. Биосенсоры. Принципы функционирования и области применения биосенсоров. Классификация биосенсоров по природе биологического компонента и типу преобразователя сигнала (потенциометрические, амперометрические, оптические и другие сенсоры). Примеры применения биосенсоров.</p> <p>Общее представление о биологических методах анализа.</p>
<p><b>Тема 15.</b> Тенденции и перспективы развития химического анализа.</p>	<p>Тенденции развития химического анализа: увеличение доли инструментальных методов, математизация и компьютеризация анализа, усиление внимания к анализу органических веществ и объектов окружающей среды, переход к анализу смесей без разделения компонентов, развитие внелабораторных и гибридных методов (сенсоры, системы «электронный нос» и «электронный язык», дистанционные методы, тест – системы). Автоматизация анализа, применение автосемплеров и компьютеризированных измерительных приборов. Проточно-инжекционный анализ. Миниатюризация аналитических приборов. Снижение пределов обнаружения известных методов анализа. Развитие резонансных и ядерно-физических методов.</p> <p>Развитие теоретических основ разных методов анализа, их сближение и объединение с учетом достижений метрологии, информатики и хемометрики. Постепенное создание единой теории аналитической химии и ее превращение в междисциплинарную науку.</p>

# Тематический план

Содержательный модуль 1												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 1.</b> Общее представление о химическом анализе	7	2	–	–	5							
<b>Тема 2.</b> Аналитическая химия как научная дисциплина. Учение об аналитическом сигнале.	15	2		8	5							
<b>Тема 3.</b> Качественный анализ неорганических веществ химическими и инструментальными методами	48	2		36	10							
<b>Тема 4.</b> Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования	18	4		4	10							
<b>Тема 5.</b> Хроматографические методы.	29	6		8	15							
<b>Тема 6.</b> Аналитические свойства реакций в гомогенных водных растворах. Кислотно-основное равновесие.	41	6		10	25							
<b>Тема 7.</b> Образование и растворение осадков в анализе.	18	4		4	10							
<b>Тема 8.</b> Комплексные соединения в анализе. Маскирование и демаскирование.	18	4		4	10							
<b>Тема 9.</b> Органические реагенты в анализе.	27	2		5	20							
<b>Тема 10.</b> Окислительно-восстановительное равновесие и инструментальные методы анализа.	24	4		5	15							

<b>Тема 11.</b> Пробоотбор и пробоподготовка	<b>19</b>	2		2	15							
<b>Тема 12.</b> Анализ вещества неизвестного состава	<b>34</b>	2		12	20							
Итого по содержательному модулю 1	<b>298</b>	<b>40</b>		<b>98</b>	<b>160</b>							
<b>Содержательный модуль 2</b>												
<b>Тема 1.</b> Метрологические основы химического анализа.	<b>19</b>	2		6	11							
<b>Тема 2.</b> Гравиметрический метод анализа	<b>30</b>	4		15	11							
<b>Тема 3.</b> Введение в титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование	<b>39</b>	8		20	11							
<b>Тема 4.</b> Окислительно-восстановительное титрование.	<b>27</b>	4		12	11							
<b>Тема 5.</b> Осадительное титрование.	<b>19</b>	4		4	11							
<b>Тема 6.</b> Комплексонометрическое титрование.	<b>27</b>	6		10	11							
<b>Тема 7.</b> Общая характеристика электрохимических методов. Потенциометрия.	<b>29</b>	8		10	11							
<b>Тема 8.</b> Вольтамперометрические методы.	<b>17</b>	2		4	11							
<b>Тема 9.</b> Кулонометрия и электрогравиметрия. Кондуктометрия.	<b>17</b>	2		4	11							
<b>Тема 10.</b> Общее представление о спектроскопических методах. Методы атомной спектроскопии.	<b>33</b>	6		16	11							
<b>Тема 11.</b> Методы молекулярной спектроскопии.	<b>36</b>	8		18	10							
<b>Тема 12.</b> Методы рентгеновской спектроскопии.	<b>14</b>	2		2	10							
<b>Тема 13.</b> Общее представление о других инструментальных методах. Масс-спектрометрия.	<b>16</b>	4		2	10							

Термические методы.												
<b>Тема 14.</b> Кинетические и биохимические методы анализа.	<b>15</b>	2		3	10							
<b>Тема 15.</b> Тенденции и перспективы развития химического анализа.	<b>12</b>	2		–	10							
Итого по содержательному модулю 2	<b>350</b>	<b>64</b>		<b>126</b>	<b>160</b>							
Всего часов по модулю	<b>648</b>	<b>104</b>		<b>224</b>	<b>320</b>							

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Аналитическая химия как научная дисциплина.	2
2	Учение об аналитическом сигнале.	2
3	Качественный анализ неорганических веществ химическими и инструментальными методами	2
4	Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования	4
5	Хроматографические методы.	6
6	Аналитические свойства реакций в гомогенных водных растворах.	3
7	Кисотно-основное равновесие.	3
8	Образование и растворение осадков в анализе.	4
9	Комплексные соединения в анализе. Маскирование и демаскирование.	4
10	Органические реагенты в анализе.	2
11	Окислительно-восстановительное равновесие и инструментальные методы анализа.	4
12	Пробоотбор и пробоподготовка	2
13	Анализ вещества неизвестного состава	2
14	Метрологические основы химического анализа.	2
15	Гравиметрический метод анализа	4
16	Введение в титриметрический анализ.	4
17	Кисотно-основное титрование	4
18	Окислительно-восстановительное титрование.	4

19	Осадительное титрование.	4
20	Комплексонометрическое титрование.	6
21	Общая характеристика электрохимических методов.	4
22	Потенциометрия.	4
23	Вольтамперометрические методы.	2
24	Кулонометрия и электрогравиметрия. Кондуктометрия.	2
25	Общее представление о спектроскопических методах. Методы атомной спектроскопии.	6
26	Методы молекулярной спектроскопии.	8
27	Методы рентгеновской спектроскопии.	2
28	Общее представление о других инструментальных методах. Масс-спектрометрия	2
29	. Термические методы.	2
30	Кинетические и биохимические методы анализа.	2
31	Тенденции и перспективы развития химического анализа.	2
	<b>Всего</b>	<b>104</b>

### Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
<b>Содержательный модуль 1</b>		
2	Атомно-эмиссионный спектральный анализ.	6
3	Определение pH водной вытяжки почвы.	4
4.	Разделение и идентификация катионов и анионов с использованием метода ионообменной хроматографии.	6
5.	Пламенно-фотометрическое определение натрия в водах и водной вытяжке почв.	4
6.	Тест-методы при контроле качества воды.	4
7.	Экспресс-метод определения газов индикаторными трубками.	4
8.	Определение нитрат-ионов с ион-селективным электродом.	4
9.	Определение фосфора в виде фосфорнованадиевомолибденовой гетерополиокислоты фотометрическим методом.	6
10..	Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой.	6
11.	Разделение органических красителей методами тонкослойной и бумажной хроматографии.	4
12.	Люминесцентное определение родаминовых красителей.	6
13.	Измерение радиоактивности.	4
14	Анализ неизвестного вещества химическими и инструментальными методами	40
15	Профессорская задача	26
<b>Содержательный модуль 2</b>		

1.	Гравиметрическое определение влаги в углях. Статистическая обработка результатов.	7
2.	Проверка вместимости мерной посуды.	5
3.	Приготовление и стандартизация раствора NaOH. Определение уксусной кислоты.	8
4.	Приготовление и стандартизация раствора HCl. Анализ смеси карбонатов и гидрокарбонатов в водах, химических реактивах.	8
5.	Окислительно-восстановительное титрование. Приготовление и стандартизация раствора $\text{KMnO}_4$ . Перманганатометрическое определение железа(II).	8
6.	Дихроматометрическое определение железа(II). Автоматическое потенциометрическое титрование.	8
7.	Иодометрия. Приготовление и стандартизация раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Иодометрическое определение меди в растворе, сплавах.	8
8.	Комплексонометрическое титрование. Стандартизация раствора комплексона III.	8
9.	Определение кальция и магния при совместном присутствии в природных водах. Определение жесткости воды.	8
10.	. Комплексонометрическое определение сульфатов в природных и сточных водах.	8
11.	Аргентометрическое определение хлоридов в природных водах.	8
12.	Спектрофотометрический анализ. Выбор и определение спектральных характеристик окрашенных соединений. Дифференциальное спектрофотометрическое определение меди.	4
13.	Атомно-абсорбционное определение цинка в водах.	4
14.	Определение консервантов в пищевых продуктах методом ВЭЖХ.	6
15.	Гравиметрическое определение железа.	8
16.	Кулонометрическое определение меди в медных сплавах.	4
	<b>Всего</b>	<b>224</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Аналитическая химия как научная дисциплина.	5
2	Учение об аналитическом сигнале.	5
3	Качественный анализ неорганических веществ химическими и инструментальными методами	10
4	Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования	10
5	Хроматографические методы.	15
6	Аналитические свойства реакций в гомогенных водных растворах.	15

7	Кисотно-основное равновесие.	10
8	Образование и растворение осадков в анализе.	10
9	Комплексные соединения в анализе. Маскирование и демаскирование.	10
10	Органические реагенты в анализе.	20
11	Окислительно-восстановительное равновесие и инструментальные методы анализа.	15
12	Пробоотбор и пробоподготовка	15
13	Анализ вещества неизвестного состава	20
14	Метрологические основы химического анализа.	11
15	Гравиметрический метод анализа	11
16	Введение в титриметрический анализ.	11
17	Кисотно-основное титрование	11
18	Окислительно-восстановительное титрование.	11
19	Осадительное титрование.	11
20	Комплексонометрическое титрование.	11
21	Общая характеристика электрохимических методов.	5
22	Потенциометрия.	6
23	Вольтамперометрические методы.	11
24	Кулонометрия и электрогравиметрия. Кондуктометрия.	11
25	Общее представление о спектроскопических методах. Методы атомной спектроскопии.	11
26	Методы молекулярной спектроскопии.	10
27	Методы рентгеновской спектроскопии.	10
28	Общее представление о других инструментальных методах. Масс-спектрометрия	8
29	. Термические методы.	2
30	Кинетические и биохимические методы анализа.	10
31	Тенденции и перспективы развития химического анализа.	10
	<b>Всего</b>	<b>320</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Учебным планом индивидуальные задания не предусмотрены

### Индивидуальная работа

Индивидуальные задания по каждой теме представлены в методических указаниях Алемасова А.С., Симонова Т.Н., Рокун А.Н., Щепина Н.Д., Добрыдин А.В., Дубровина В.А. Аналитическая химия. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов: методические указания. – 2-е изд., перераб. и доп. – Донецк: ДонНУ, 2018. – 94 с.

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

1. К раствору аммиачного комплексного соединения серебра  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$  добавили отдельно  $\text{KCl}$  и  $\text{KI}$ . Что наблюдается?
2. Растворимость иода в воде составляет 0,034 г/100 мл, а в тетрахлорметане – 2,905 г/100 мл. Вычислить константу распределения иода между равными объемами воды и тетрахлорметана.
3. Методы разделения и концентрирования. Электрофорез, диализ, электродиализ.
4. Аналитический сигнал. Виды сигнала. Его графическое изображение.
5. Виды анализа. Чувствительность и предел обнаружения.
6. При определении  $\text{Au}$  в ломе драгметаллов навеску массой 0,1000 г растворили и перенесли в колбу вместимостью 100 мл. Для атомно-абсорбционного определения отобрали аликвоту этого раствора объемом 10 мл и перенесли в колбу на 50 мл. Интенсивность аналитического сигнала золота для этого раствора  $A = 0,200$ . Градуировочная зависимость при этом выражена уравнением  $A = 0,010 + 5,0 \cdot C$ , где  $C$  – концентрация золота в мкг/мл. Определить массовую долю золота в ломе.
7. Экстракция. Константа и коэффициент распределения. Степень извлечения. Константа экстракции
8. Сколько раз необходимо проэкстрагировать иод из 500 мл 0,001 М водного раствора  $\text{I}_2$  порциями по 25 мл  $\text{CCl}_4$  для извлечения 99%  $\text{I}_2$  из водной фазы в органическую. Коэффициент распределения иода в системе  $\text{CCl}_4/\text{H}_2\text{O}$  равен 90.
9. При определении кальция в неизвестном растворе атомно-абсорбционным методом интенсивность аналитического сигнала  $A = 0,200$ . После добавления к этому раствору добавки 15 мкг/см<sup>3</sup>  $\text{Ca}^{2+}$  интенсивность сигнала стала  $A = 0,470$ . Рассчитайте концентрацию кальция в неизвестном растворе.
10. Аналитический сигнал и его свойства. Классификация аналитического сигнала.
11. Методы осаждения и соосаждения.
12. Навеску стали 0,1 г, содержащую никель, растворили в азотной кислоте и довели объем раствора до 100 мл. Для фотометрического определения никеля при помощи диметилглиоксима взяли 2,5 мл этого раствора и после проведения реакции объем раствора довели до 50 мл. По градуировочному графику нашли, что количество никеля, содержащегося в этом растворе, равно 0,014 мг. Какова массовая доля никеля в стали?
13. Экстракция. Закон распределения. Какие из веществ будут экстрагироваться вазелиновым маслом:  $\text{Br}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ , углеводороды?
14. Способы определения концентрации веществ в относительных методах. Метод градуировочного графика. Метод добавок.
15. Хроматография. Распределительная хроматография. В распределительной хроматографии концентрация вещества в органической фазе равна 84,6, а в водной – 15,4% от общей концентрации вещества. Рассчитайте коэффициент распределения при одинаковых объемах фаз, если: 1) сорбентом является органический растворитель; 2) если сорбентом является вода.
16. Известно, что образец стали содержит около 0,5% кремния. Какую навеску стали следует растворить в 100 мл, чтобы отбирая 25 мл этого раствора в колбу вместимостью 50 мл, получить окраску, соответствующую по интенсивности окраске раствора, содержащего 0,25 мг кремния в 50 мл.
17. 0,02 н раствор одноосновной органической кислоты находится в равновесии с 0,07 н раствором ее в бензоле. Определите константу распределения кислоты между водой и бензолом, если в воде степень диссоциации ее 0,90, а в бензоле она не диссоциирует.
18. Как определить наличие хлора в питьевой воде? Запишите уравнение соответствующей реакции. Предложите способы повышения чувствительности этой реакции.
19. Запишите выражение для коэффициента  $R_f$ . От каких факторов он зависит?

20. Укажите аналитический сигнал пламенно-фотометрического метода, его качественную и количественную характеристики.

21. Методы разделения и концентрирования в анализе.

22. Для экстракционной системы с  $D = 2$  рассчитайте долю непроэкстрагированного вещества при однократной экстракции равным объемом органического растворителя.

23. При определении кадмия в сточной воде интенсивность аналитического сигнала составила  $A = 0,10$ . После добавления к сточной воде добавки кадмия  $5 \text{ мкг/мл}$  интенсивность сигнала составила  $A = 0,35$ . Чему равна концентрация кадмия в исходной сточной воде.

24. Стандартные образцы и стандартные вещества. Количественное определение по градуировочной функции, стандарту и стандартным добавкам.

25. Экстракция. Закон распределения. Какие из веществ будут экстрагироваться вазелиновым маслом:  $\text{Br}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{CoCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ , углеводороды?

26. Метод осаждения и соосаждения. Предложите способ разделения  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  и запишите уравнения соответствующих реакций.

27. Два образца нефти, стандартный и анализируемый, массой по  $1,000 \text{ г}$  разбавили метилизобутилкетон и распылили в пламя атомно-абсорбционного спектрометра. Оптическая плотность линии ванадия для стандартного образца с содержанием ванадия  $0,01\%$  составила  $0,740$ , а для образца с неизвестным содержанием  $0,520$ . Вычислить массовую долю ванадия в нефти (%).

28. Можно ли использовать градуировочные растворы с концентрацией кальция в диапазоне  $1\text{--}12 \text{ мкмоль/л}$  для определения подвижного кальция(II) в почве атомно-абсорбционным методом, если навеска почвы  $30 \text{ г}$ , объем водного экстрагирующего раствора  $75 \text{ мл}$ , а массовая доля кальция(II) в почве составляет  $0,075\%$ ?

29. Классификация методов анализа. Физические, химические методы. Инструментальные методы анализа.

30. Ионообменная хроматография. Иониты. Реакции ионного обмена. Какой катион будет удерживаться ионообменной смолой сильнее –  $\text{Fe}^{3+}$  или  $\text{K}^+$ ?

31. Нарисуйте, как будет выглядеть элюентная хроматограмма смеси, состоящей из трех компонентов, причем первый из них удерживается неподвижной фазой сильнее, чем второй и третий.

32. Витамин  $\text{B}_2$  в пищевом продукте определяли люминесцентным методом. Навеска пищевого продукта массой  $0,2000 \text{ г}$ . Интенсивность люминесценции анализируемого раствора  $I_x = 30$ . После добавления стандартного раствора, содержащего  $40 \text{ мкг}$  витамина  $\text{B}_2$ , интенсивность увеличилась до  $I_{x+\text{доб}} = 80$ . Интенсивность люминесценции холостого раствора равна  $5$ . Рассчитать массовую долю витамина  $\text{B}_2$  в продукте.

33. Маскирование. Привести конкретные примеры.

34. В лаборатории имеется  $40 \text{ мл}$  раствора  $\text{KOH}$  ( $\rho = 1,41 \text{ г/см}^3$ ;  $\omega = 40,8\%$ ). Достаточно ли этого количества для приготовления  $250 \text{ мл}$   $0,1 \text{ М}$  раствора  $\text{KOH}$ ?

35. Виды анализа. Чувствительность и предел обнаружения. Назовите методы, которые применяют для определения основного вещества и укажите их аналитический сигнал.

1. Основные признаки комплексного соединения. Что такое координационное число и дентатность лиганда? Использование комплексных соединений в анализе.

2. Во сколько раз изменится растворимость  $\text{Sr}(\text{IO}_3)_2$  в: а)  $0,1 \text{ М}$  растворе  $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ; б)  $0,1 \text{ М}$  растворе  $\text{NaIO}_3$  по сравнению с насыщенным водным раствором?

3. Вычислить окислительно-восстановительный потенциал в растворе, содержащем  $15,8 \text{ г/л}$   $\text{KMnO}_4$ ,  $0,1 \text{ моль/л}$   $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{pH} = 2,7$ .

4. Диссоциация и устойчивость комплексных соединений в растворе. Общие и ступенчатые константы устойчивости и нестойкости. Функции образования, закомплексованности, мольная доля.

5. Функционально-аналитические группы реагентов на примере  $\alpha$  – нитрозо –  $\beta$  – нафтола, диметилглиоксима, диэтилдитиокарбоната, комплексона III.
6. Вычислить потенциал водородного электрода в 5%-ном растворе хлористого аммония ( $\rho$  принять равным 1 г/см<sup>3</sup>)
7. Факторы, влияющие на полноту осаждения малорастворимых сильных электролитов. Условия практически полного осаждения.
8. Правило циклов. В каком положении в молекуле фенола должна быть размещена –NH<sub>2</sub> группа, чтобы этот органический реагент можно было использовать в гравиметрии? Ответ обоснуйте.
9. Какой комплекс преобладает в растворе, содержащем 0,05 М кадмия(II) и 2 М йодида калия?
10. Вычислить с учётом и без учёта коэффициентов активности окислительно-восстановительный потенциал системы Sn(IV)+2ē = Sn(II) в момент, когда [Sn(IV)]/[Sn(II)] = 10/90 и [Sn(IV)]/[Sn(II)] = 99,9/0,1 при условии, что ионная сила раствора равна 0,05.
11. Ступенчатые и общие константы устойчивости комплексных соединений. Запишите выражение для  $K_4$  и  $\beta_3$  и соответствующие равновесия при образовании комплекса  $[Fe(SCN)_6]^{3-}$ .
12. Запишите реакцию взаимодействия катионов ртути (2+) с 8-меркаптохинолином. В какой среде протекает эта реакция? Гипотеза аналогий.
13. Вычислите  $pH$  начала осаждения и  $pH$  практически полного осаждения гидроксида меди из 0,01 М раствора сульфата меди.
14. Рассчитать потенциал водородного электрода в растворе, полученном смешением 10 мл 0,5 М HCl и 20 мл 0,25 М KOH.
15. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала.
16. Гипотеза аналогий на примере диметилглиоксима, 8-оксихинолина, дитизона.
17. Выпадет ли осадок CdS, если раствор, содержащий 0,05 моль/л CdCl<sub>2</sub> насыщать сероводородом при  $pH = 3$ ?
18. В 10 мл воды растворили 0,3684 г  $K_4Fe(CN)_6$ . Чему равна концентрация  $Fe^{2+}$  в растворе?
19. Правило ПР. Действие одноименного иона.
20. Расчёт мольных долей различных комплексных частиц. Графическое изображение равновесий в растворах комплексных соединений.
21. Запишите реакцию взаимодействия катионов  $Fe^{3+}$  с комплексом III (трилоном Б). В каких условиях протекает эта реакция. Укажите функциональные группы.
22. Рассчитайте потенциал водородного электрода в растворе, содержащем 0,01 моль/л Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.
23. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.
24. Электрохимическая и электролитическая ячейки. Гальванический элемент. Электроаналитические методы.
25. Выпадет ли осадок сульфата стронция, если к 1 мл 0,01 М раствора нитрата стронция добавить равный объём насыщенного раствора сульфата кальция?
26. К 1 мл раствора, содержащего 5 мг Cd<sup>2+</sup>, добавили 1 мл 1 М KCN. Вычислить равновесные концентрации ионов Cd<sup>2+</sup>, CN<sup>-</sup> и  $[Cd(CN)_4]^{2-}$  в растворе.
27. Гипотеза аналогий В.И. Кузнецова. С какими катионами будет взаимодействовать 8-оксихинолин? Ответ обоснуйте.
28. Влияние кислотно-основного взаимодействия, комплексообразования и образования малорастворимых соединений на редокспотенциал.

29. Вычислите концентрацию иона кальция(2+) в насыщенном растворе оксалата кальция при  $pH = 2,0$ .

30. Использование комплексных соединений в гравиметрии, титриметрии, фотометрии, потенциометрии, при качественной идентификации ионов, при маскировании и демаскировании.

31. Какова концентрация ионов магния в растворе  $Mg(OH)_2$ , если  $pH = 11$ ?

32. Осадок магний-аммоний фосфата отфильтровали и промыли на фильтре 100 мл 0,1 М  $KNO_3$ . Вычислите потери при промывании осадка в граммах.

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ (образец варианта и критерии оценивания)

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

#### Химический факультет

Специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Профиль:  
Программа подготовки: специалитет  
Семестр: 3  
Учебная дисциплина: Аналитическая химия

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. С каким органическим реагентом проводят тест на сумму тяжелых металлов при контроле качества дистиллированной воды? Ответ обоснуйте с привлечением гипотезы аналогий. Запишите уравнение соответствующей реакции.

2. Выведите формулу для расчета формального потенциала в случае электростатических взаимодействий в растворе, содержащем редокспару.

3. Рассчитать равновесную концентрацию  $Cu(I)$  в 0,6 М растворе  $K_2Cu(CN)_3$ , к которому добавили 0,005 М раствор цианида калия.

$$\lg \beta_3 = 28,6$$

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии, протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Преподаватель \_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
Всего	30

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» Химический факультет

Специальность: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Профиль

Программа подготовки: специалитет

Семестр 3

Учебная дисциплина: Аналитическая химия

#### БИЛЕТ №1

1. Отбор проб для анализа. Методы усреднения и сокращения проб. Представительность проб.

2. Потенциометрический метод анализа.

3. Оптическая плотность раствора, содержащего 2,00 мг/дм<sup>3</sup> свинца(II), равна 0,5000, толщина светопоглощающего слоя  $l = 1$  см. Рассчитать  $\epsilon$  – молярный коэффициент светопоглощения.

4. К раствору 0,2286 г вещества, содержащего хлорид-ионы, добавили 50,00 см<sup>3</sup> 0,1126 М раствора AgNO<sub>3</sub>, а затем избыток Ag<sup>+</sup> оттитровали 20,34 см<sup>3</sup> 0,1153 М раствора NH<sub>4</sub>SCN. Рассчитать массовую долю (%) хлорид-ионов в веществе.

$$\lg \beta_3 = 28.6$$

Утверждено на заседании кафедры аналитической химии.

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Алемасова А.С.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ (подпись)

#### Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	25
Задание 2	25
Задание 3	25
Задание 4	25
Всего	100

## 11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ.

1. Выберите ион, который мешает определению фторид-ионов с ионселективным электродом на основе LaF<sub>3</sub>:

1. Cl<sup>-</sup>

2. Fe<sup>3+</sup>

3. Zn<sup>2+</sup>

4. Na<sup>+</sup>

2. Величина реального окислительно-восстановительного потенциала системы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$  ( $E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}^+ / 2\text{Cr}^{3+}}^0 = 1,33\text{В}$ ) при  $\text{pH} = 6$  и концентрации окисленной и восстановленной форм 1 моль/дм<sup>3</sup> равна:

1. 1,504 В
2. 0,504 В
3. 0,050 В
4. -0,050 В
5. -0,504 В
6. -1,504 В

3. Параметр, по которому идентифицируют вещества в газовой хроматографии:

1. Температура кипения.
2. Площадь хроматографического пика.
3. Время удерживания.
4. Высота хроматографического пика

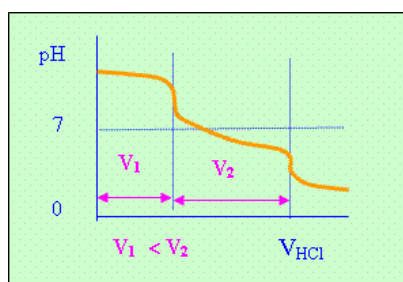
4. Согласно гипотезе аналогий органический аналитический реагент типа R-SH будет взаимодействовать с ионами:

1.  $\text{Cu}^{2+}$
2.  $\text{Ca}^{2+}$
3.  $\text{Cr}^{3+}$
4.  $\text{Mg}^{2+}$

5. Идея гипотезы аналогий состоит в:

1. сопоставлении реакций органических аналитических реагентов (ОАР) с ионами металлов с реакциями этих ионов с  $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ;
2. сопоставлении условий протекания реакций ОАР с ионами металлов с реакциями этих ионов с  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{NH}_3$ ;
3. аналогии реакций ОАР с ионами металлов с реакциями кислотно-основного взаимодействия;
4. аналогии реакций ОАР с ионами металлов с гетерогенными реакциями

6. Приведенная на рисунке теоретическая кривая титрования отображает титрование стандартным раствором  $\text{HCl}$ :



1.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
2.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$
3.  $\text{NaHCO}_3$
4.  $\text{NaOH}$
5.  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, индивидуальной СРС и экзамена в каждом из двух семестров. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины*

Организационно учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
Max 50 баллов	max 20 баллов	max 30 баллов		100 баллов

### *Шкала соответствия баллов национальной шкале*

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Оборудование лабораторий и специализированных кабинетов кафедры аналитической химии, в которых проходит изучение дисциплины «Аналитическая химия»

№ п/п	Наименование лаборатории, специализированных кабинетов, их площадь	Перечень оборудования, количество
1	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 501, химический факультет, IX корпус ДонНУ (13,2 м <sup>2</sup> )	Аналитические весы АДВ 200М – 5 шт.
2	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 502, химический факультет, IX корпус ДонНУ	Компьютер – 1 шт., лазерный принтер HP Laser Jet 1000 – 1 шт., лазерный принтер HP Laser Jet

	(23,94 м <sup>2</sup> )	Р1102 – 1 шт., атомно-абсорбционный спектрофотометр Сатурн-2 – 1 шт., приборный комплекс Графит-2 – 1 шт., атомно-абсорбционный спектрофотометр С-115ПК – 1 шт., установка компрессорная – 1 шт. весы аналитические WA-33 – 1 шт., электрическая плита – 2 шт.
3	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 503, химический факультет, IX корпус ДонНУ (37,24 м <sup>2</sup> )	Атомно-абсорбционный спектрофотометр Сатурн-3 – 1 шт., микропипетка Р200 – 1 шт., компрессор OL 102 – 1 шт., электрическая плита – 2 шт., иономер И-160МИ -1 шт., спектрограф ИСП-30 – 1 шт., встряхиватель АВЦ-6 – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 1 шт., весы теххимические – 1 шт., иономер ЭЦ01 – 1 шт.; компьютер – 3 шт.
4	Учебная лаборатория специальных методов исследования по аналитической химии, № 517, химический факультет, IX корпус ДонНУ (12,38 м <sup>2</sup> )	Высокоэффективный жидкостный хроматограф со спектрофотометрическим детектором «SHIMADZU» – 1 шт., инфракрасный спектрометр SPECORD 75 IR – 1 шт.
5	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 512, химический факультет, IX корпус ДонНУ (43,33 м <sup>2</sup> )	Хроматограф ионный ЦВЕТ-3006 – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 1 шт., иономер ЭВ-74 – 1 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., весы теххимические – 2 шт., весы аналитические АДВ 200М – 1 шт., центрифуга ОПН-3 – 1 шт., электрическая плита – 1 шт., аквадистиллятор Д 25 – 1 шт., аквадистиллятор Д10М – 1 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., компьютер – 1 шт., микроскоп – 1 шт.
6	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 518, химический факультет, IX корпус ДонНУ (38,35 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 1 шт., иономер ЭВ-74 – 1 шт., весы теххимические – 1 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., электрическая плитка – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 1 шт., центрифуга ОПН -3 – 1 шт., стилоскоп СПЕКТР – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., микроскоп школьный – 1 шт.,

		электропечь муфельная «СНОЛ» – 1 шт., аквадистиллятор ДЭ-4 – 1 шт.
7	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 519, химический факультет, IX корпус ДонНУ (45,43 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 2 шт., иономер ЭВ-74 – 1 шт., весы теххимические – 2 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., электрическая плитка – 2 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 2 шт., центрифуга ОПН-3 – 1 шт., центрифуга ОПН-8 – 1 шт., стилоскоп СПЕКТР – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., весы ВТ – 500 – 1 шт., микроскоп МБС-1 – 1 шт., микроскоп школьный – 1 шт., рН-метр рН-121 – 2 шт.
8	Учебная лаборатория общего лабораторного практикума по аналитической химии, № 710, химический факультет, IX корпус ДонНУ (42,83 м <sup>2</sup> )	Компьютер – 1 шт., весы теххимические – 1 шт., автотитратор БАТ-15 – 1 шт., электрическая плитка – 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 – 1 шт., центрифуга ОПН-3 – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., микроскоп школьный – 1 шт., рН-метр рН-121 – 1 шт., весы аналитические АДВ-200 – 2 шт.

#### 14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
	<b>Основная</b>		
1	Аналитическая химия [Текст]: в 3-х томах: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специализации «Химия». Т. 3. Химический анализ / под ред Л.Н. Москвина [Ч.Г. Зенкевич и др.]. – М.: Академия, 2010. – 365 с.	83	
2	Аналитическая химия [Текст]: в 3-х томах: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению и специализации «Химия». Т. 1. Методы идентификации и определения веществ / под ред Л.Н. Москвина [А.А. Белюстин и др.]. – М.: Академия, 2008. – 576 с.	112	
3	Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов. Т. 1. Общие вопросы. Методы разделения / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2010.	14	
4	Основы аналитической химии: учебник для студентов	71	

	вузов. Т. 2. Методы химического анализа / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2010.		
3	Кристиан Г. Аналитическая химия Т. 1, 2 / Кристиан Г; пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой; - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.	Т. 1 – 5 Т. 2 – 5	электрон- ный ресурс
	<b>Дополнительная</b>		
1	Васильев В. П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа / Васильев В. П. - М.: Дрофа, 2004. Васильев В.П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов. Кн. 2: Физико-химические методы анализа / Васильев В.П. - М.: Дрофа, 2004.	Т. 1 – 3 Т. 2 – 3	
2	Алемасова А.С., Енальева Л.Я. Лекции по аналитической химии. – Донецк: ДонНУ, 2007.	21	электрон- ный ресурс

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики  
<http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ, лицензия №46484614);
2. Windows Office (корпоративная лицензия ДОННУ, лицензия №46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений);
4. Лицензия GPL, Apach, BSD для свободного программного обеспечения:
  - Антивирус Касперского;
  - Adobe Acrobat Reader.