

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
*Химический факультет*  
*Кафедра аналитической и фармацевтической химии*



«Утверждаю»  
Проректор по научной работе и  
инновациям  
Н.А. Ашурбеков  
«15» марта 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Современные проблемы химии»**

по направлению подготовки: 04.06.01 Химические науки

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации  
(аспирантура)

Направленность (профиль) аналитическая химия, физическая химия,  
органическая химия, электрохимия

Квалификация (степень) выпускника: «Исследователь. Преподаватель-  
исследователь»

Статус дисциплины: вариативная

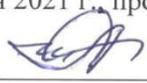
**Махачкала 2021**

Рабочая программа дисциплины «Современные проблемы химии» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 04.06.01 Химические науки квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

от «30» июля 2014 г. №869.

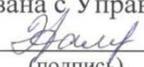
Разработчик(и): кафедра аналитической и фармацевтической химии, Рамазанов Арсен Шамсудинович, д.х.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии  
от «28» января 2021 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  \_\_\_\_\_ Рамазанов А.Ш.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета  
от «19» февраля 2021 г., протокол №6.

Председатель  \_\_\_\_\_ Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры « 15 » 03 2021 г.  \_\_\_\_\_ Рамазанова Э.Т.  
(подпись)

### **Аннотация**

Дисциплина «Современные проблемы химии» входит в вариативную часть (Б1.В.ОД.2) общенаучного цикла образовательной программы аспирантуры по направлению 04.06.01 – химические науки.

Дисциплина реализуется на факультете химическом кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современным этапом развития аналитической химии, ее основными достижениями, новыми научными направлениями и их использованием.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: универсальных- УК-1; общепрофессиональных- ОПК-1; профессиональных – ПК-1, ПК-2.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме рефератов, контрольных работ и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе 72 в академических часах по видам учебных занятий

### 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 04.06.01. Химические науки, изучающих дисциплину «Современные проблемы химии».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом <http://science.dgu.ru/eduprogram/04.06.01.pdf>, утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014г.№869;
- Образовательной программой 04.06.01 Химические науки;
- Учебным планом университета по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, утвержденным в 2020 г.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий 72 академических часа.

Се- местр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет)	
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе зачет		
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
1 сем.	72	6	-	6	-	-	60	зачет

### Цели и задачи освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Современные проблемы химии» формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний теоретических основ, методологии и практического выполнения аналитических измерений.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

<i>Коды компетенции</i>	<b>Результаты освоения ОПОП</b> <i>Содержание компетенций*</i>	<b>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</b>
УК-1	способен к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><b>знать:</b> основные методы научно-исследовательской деятельности.</p> <p><b>уметь:</b> выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач.</p> <p><b>владеть:</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.</p>
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><b>знать:</b> цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов.</p> <p><b>уметь:</b> составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты.</p> <p><b>владеть:</b> систематическими знаниями по направлению</p>

		деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.
ПК-1	наличие представления о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии	<p><b>знать:</b> современное состояние науки в области современной теоретической и экспериментальной химии.</p> <p><b>уметь:</b> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях.</p> <p><b>владеть:</b> методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области современной теоретической и экспериментальной химии.</p>
ПК-2	знание основных этапов и закономерностей развития химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направлений, наличием представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков	<p><b>знать:</b> теоретические основы традиционных и новых разделов химии и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач.</p> <p><b>уметь:</b> анализировать и обрабатывать научно-техническую информацию на основе теоретических представлений традиционных и новых разделов химии.</p> <p><b>владеть:</b> навыками обработки и анализа научно-технической информации и результатов отдельных этапов работ с учетом теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p>

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-1	<p><i>умеет</i> использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений.</p> <p><i>рассматривает</i> методы научно-исследовательской деятельности.</p> <p><i>анализирует</i> основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира.</p>	<p>лекции, практическая работа, самостоятельная работа</p> <p>устный опрос, контрольная работа, коллоквиум</p>
общепрофессиональные	ОПК-1	<p><i>владеет</i> навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов.</p> <p><i>осуществляет</i> личностный выбор в различных профессиональных и морально-ценностных ситуациях, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой и обществом.</p> <p><i>знает</i> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности.</p>	<p>лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа</p> <p>устный опрос, контрольная работа, коллоквиум</p>
профессиональные	ПК-1	<p><i>проводит</i> и протоколирует химические эксперименты разного уровня сложности.</p> <p><i>способен</i> проводить экспериментальные работы разного уровня сложности и обрабатывать полученные результаты.</p> <p><i>умеет планировать</i> экспериментальную часть проектных и исследовательских работ, анализировать и обобщать результаты эксперимента.</p>	<p>лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа</p> <p>устный опрос, контрольная работа, коллоквиум</p>
	ПК-2	<p><i>выполняет</i> необходимые действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом закономерностей, формулируемых в рамках базовых</p>	<p>лекции, лабораторная работа, самостоятельная работа</p> <p>устный опрос, контрольная работа</p>

		химических дисциплин. <i>способен</i> использовать теоретические основы химии при планировании и организации работ по решению задач профессиональной сферы деятельности. <i>использует знания</i> теоретических основ традиционных и новых разделов химии при решении задач профессиональной сферы деятельности.	та, коллоквиум
--	--	--	----------------

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, прохождении практик: Современные электрохимические методы анализа, Современные спектроскопические методы анализа, Современные хроматографические методы анализа, Методы колебательной спектроскопии в химическом анализе, Теория и практика капиллярного электрофореза и т.д.

Для освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Современные электрохимические методы анализа: универсальные компетенции: профессиональные компетенций ПК- 1, 2.
- Современные спектроскопические методы анализа: профессиональные компетенции: ПК-2, 3.
- Современные хроматографические методы анализа: профессиональные компетенции: ПК-2, 3.
- Методы колебательной спектроскопии в химическом анализе: профессиональные компетенций ПК-2, 3.
- Теория и практика капиллярного электрофореза: профессиональные компетенций ПК-2, 3.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих за ней дисциплин:

- Современные физико-химические методы исследования
- Самоорганизация в химических системах
- Свойства перспективных материалов
- Современные проблемы электрохимии
- Нанохимия и высокие технологии
- Электронное строение координационных соединений
- Новые направления в химии твердого тела
- Химия поверхности. Физико-химические основы наноматериалов на основе Атомно-слоевого осаждения/молекулярно-слоевого осаждения.

### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной ат- тестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль са- мост. раб.		
1.	Современная аналитическая химия	1	1	1	-	-	10	устный опрос, контрольная работа
2.	Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	1	1	1	-	-	10	устный опрос, контрольная работа коллоквиум
3.	Современные химические методы анализа	1	1	1	-	-	10	устный опрос, контрольная работа коллоквиум
4.	Современные физико-химические методы анализа	1	1	1	-	-	10	устный опрос, контрольная работа коллоквиум
5.	Современные физические методы анализа	1	2	2	-	-	20	устный опрос, контрольная работа коллоквиум
	<b>ИТОГО:</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>72 зачет</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам.

##### **Модуль 1. Современная аналитическая химия.**

**Предмет аналитической химии и ее общественная роль. Метрологические основы химического анализа.** Виды анализа. Стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа. Абсолютные и относительные методы. Выбор метода анализа. Способы повышения чувствительности и избирательности методов. Автоматизация анализа. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал - содержание. Соотношение аналитический сигнал/ шум. Контрольный опыт. Способы определения концентрации веществ. Правильность и воспроизводимость. Классификация погрешностей. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий t средних двух методов анализа.

##### **Методы разделения и концентрирования в аналитической химии.**

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

**Сорбционные методы концентрирования** Особенности сорбции как метода концентрирования. Сорбенты, общие требования к ним. Параметры сорбции: коэффициент распределения, емкость сорбента, изотермы сорбции. Техника сорбционного концентрирования. Концентрирование в статических и динамических условиях. Способ сорбционного фильтра. Концентрирующие патроны. Автоматизация процесса сорбционного концентрирования. Синтетические иониты. Основные типы, химизм процессов, выбор систем. Повышение избирательности за счет маскирования и сорбции из водно-органических рас-

творов.

Неорганические ионообменники: оксиды и гидроксиды металлов (силикагель, гидратированные оксиды титана, циркония и олова), соли металлов (фосфат циркония, сульфиды), соли гетерополикислот и другие. Достоинства и недостатки. Особенности практического использования. Комплексообразующие сорбенты на полимерной основе, на основе целлюлозы, химически модифицированные кремнеземы. Полимерные гетероцепные сорбенты. Сорбенты, полученные нанесением комплексообразующих реагентов на твердую основу без химической прививки. Примеры использования комплексообразующих сорбентов для выделения и концентрирования неорганических и органических соединений. Активные угли. Механизм действия, аналитические особенности, примеры использования.

### **Современные химические методы анализа.**

**Гравиметрия. Титриметрия.** Сущность. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Примеры практического применения. Способы установления конечной точки титрования.

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

*Комплексонометрическое титрование.* Преимущества аминополикарбонновых кислот перед другими органическими титрантами. Металлохромные индикаторы, требования к ним. Способы титрования (прямой, обратный, вытеснительный, косвенный). Практическое применение комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).

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

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

### **Модуль 2. Современные физико-химические и физические методы анализа.**

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

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

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

**Атомно-абсорбционная спектрометрия.** Теоретические основы атомно-абсорбционного анализа. Метрологические и аналитические характеристики методов атомной спектрометрии. Помехи в атомно-абсорбционной спектрометрии.

Процессы поглощения и испускания атомами электромагнитного излучения. Спектры поглощения и излучения атомов. Причины уширения спектров. Основной закон светопоглощения, условия его выполнения и причины отклонения.

Условия Уолша для измерения атомного поглощения. Принципиальная схема измерения атомного поглощения. Лампы с полым катодом. Высокочастотные безэлектродные лампы. Лампы со сплошным спектром.

Пламенная. Горелки. Распылители и распылительные камеры. Физико-химические процессы в пламенах. Влияние и помехи в пламенной атомизации.

Основные принципы электротермической атомизации. Графитовая печь, процедура работы с графитовой печью: введение аналита, сушка, пиролиз, атомизация, очистка. Физико-химические процессы в графитовой печи. Влияния и помехи. Концепция STPF. Модификаторы, их принцип действия.

Атомизация гидридов. Атомизация способом холодного пара.

**Хромато-масс-спектрометрия.** Использование ГХ-МСД для определения органических соединений в реальных объектах. Характеристика методов, составляющих хромато-масс-спектрометрическую систему. Сопоставление МСД с другими детекторами газового хроматографа. Способы ионизации. Основные сведения о методах настройки МСД. Параметры, устанавливаемые при ионизации электронным ударом.

**Капиллярный электрофорез.** Основные положения. Метрологические характеристики. Области применения.

#### Тематический план лекций

Темы лекций		Содержание лекций (основные вопросы)
1.	<b>Модуль 1. Современная аналитическая химия</b>	Виды анализа. Стадии химического анализа. Основные характеристики методов анализа. Абсолютные и относительные методы. Выбор метода анализа.
	Предмет аналитической химии и ее общественная роль. Метрологические основы химического анализа	Способы повышения чувствительности и избирательности методов. Автоматизация анализа. Аналитический сигнал. Способы выражения зависимости аналитический сигнал - содержание. Соотношение аналитический сигнал / шум. Контрольный опыт. Способы определения концентрации веществ. Правильность и воспроизводимость.
		Классификация погрешностей. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения. $t$ -Распределение. Сравнение дисперсий $t$ средних двух методов анализа.
2.	Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	Основы экстракции как метода разделения и концентрирования.
	Экстракционный метод концентрирования и разделения	Константа распределения, коэффициент распределения. Константа экстракции.
		Фактор разделения. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Практическое применение экстракции.

3.	Сорбционный метод концентрирования и разделения	<p>Особенности сорбции как метода концентрирования. Параметры сорбции: коэффициент распределения, емкость сорбента, изотермы сорбции. Техника сорбционного концентрирования. Сорбенты, полученные нанесением комплексообразующих реагентов на твердую основу без химической прививки. Примеры использования комплексообразующих сорбентов для выделения и концентрирования неорганических и органических соединений.</p> <p>Активные угли. Механизм действия, аналитические особенности, примеры использования.</p>
4.	<p>Современные химические методы анализа.</p> <p>Гравиметрия. Титрометрия</p>	<p>Сущность. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Примеры практического применения. Способы установления конечной точки титрования. Метрологические характеристики и аналитические возможности.</p>
5.	<p><b>Модуль 2. Современные физико-химические методы анализа.</b></p> <p>Потенциометрическое титрование</p>	<p>Равновесный потенциал. Способы измерения потенциала. Прямая потенциометрия. Индикаторные электроды. Классификация и характеристика ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Способы прямых потенциометрических измерений. Практическое применение ионометрии. Метрологические характеристики и аналитические возможности.</p>
6.	Спектрофотометрия	<p>Спектрофотометрический метод. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Молярный коэффициент поглощения. Применение метода для определения концентрации веществ. Чувствительность и селективность метода. Выбор оптимальных условий проведения фотометрических реакций. Метрологические характеристики и аналитические возможности.</p>
7.	Атомно-абсорбционная спектрометрия	<p>Основные закономерности атомно-абсорбционной спектрометрии. Пламенная атомизация. электротермическая атомизация. Другие способы атомизации. Коррекция неселективного поглощения. Метрологические характеристики и аналитические воз-</p>

		возможности.
8.	Хромато-масс-спектрометрия	Значение, области использования и перспективы хромато-масс-спектрометрии. Методический, объектный и проблемный аспекты. Существование теоретических и практических основ хромато-масс-спектрометрии. Метрологические характеристики и аналитические возможности.
9.	Теоретические основы и практические аспекты применения капиллярного электрофореза	Физико-химические основы метода капиллярного электрофореза. Аппаратура и детекторы. Капиллярный зонный электрофорез (КЗЭ). Система сбора и обработки данных. Факторы, определяющие параметры разделения в методе капиллярного электрофореза. Практическое применение капиллярного электрофореза в анализе реальных объектов. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

### Практические работы

№№ и названия разделов и тем	Цель и содержание практической работы
<b>Модуль 1. Современные химические методы анализа.</b>	
Практическая работа № 1. Расчёт погрешностей химического анализа.	Освоить методику оценки погрешности анализа по точности и правильности.
Практическая работа № 2. Определение титра раствора соляной кислоты по тетраборату натрия.	Освоить методику стандартизации раствора соляной кислоты.
<b>Модуль 2. Современные физико-химические методы анализа</b>	
Практическая работа № 3. Определение токсичных металлов в пищевых продуктах.	Освоить методики ААС определения токсичных металлов в пищевых продуктах в режиме пламенной атомизации.
Практическая работа № 4. Определение состава жирных кислот в масле из косточек винограда методом ГХ-МСД.	Освоить методики определения состава жирных кислот в масле из косточек винограда методом ГХ-МСД и расшифровки полученных масс-хроматограмм с помощью программного обеспечения ChemStation.
Практическая работа № 5. Определение содержания катионов щелочных и щелочноземельных элементов в питьевой воде.	Освоить методику определения содержания катионов щелочных и щелочноземельных элементов в питьевой воде методом капиллярного электрофореза на «Капель 103М».

### 5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

#### *Примерные вопросы/ задания для самоконтроля:*

1. Предмет аналитической химии, её задачи.

2. Задачи качественного анализа. Методы качественного анализа.
  3. Требования к химическим реактивам.
  4. Требования и способы выполнения химических реакций.
  5. Важнейшие операции в качественном анализе.
  6. Задачи количественного анализа. Методы количественного анализа.
  7. Ошибки в количественном анализе.
  8. Требования к метрологическим характеристикам методов химического анализа.
  9. Физико-химические методы разделения и концентрирования в химическом анализе реальных объектов.
  10. Физические методы разделения и концентрирования в химическом анализе реальных объектов.
  11. Способы концентрирования тяжелых металлов из вод.
  12. Методы концентрирования, разделения и определения органических веществ в воде.
  13. Методы извлечения, концентрирования и определения загрязняющих органических веществ в почвах и донных отложениях.
  14. Какой анализ называется гравиметрическим?
  15. Перечислите методы гравиметрического анализа и укажите их сущность.
  16. Что такое осаждаемая и гравиметрическая формы осадка?
  17. Основные требования к осаждаемой и гравиметрической формам осадков?
  18. Перечислите операции гравиметрического анализа.
  19. Отбор проб. Средняя проба.
  20. Взятие и расчет навески кристаллических и аморфных веществ.
  21. Выбор и расчет реагента осадителя.
  22. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.
  23. Фактор пересчёта в гравиметрии и его использование в расчётах.
  24. Практическое применение гравиметрических методов.
  25. Титриметрический анализ, его сущность.
  26. Что такое стандартный (рабочий, титрованный) раствор?
  27. Методы фиксирования точки эквивалентности.
  28. Способы выражения концентрации растворов.
  29. Классификация методов титриметрического анализа.
  30. Реакции, применяемые в титриметрическом анализе.
  31. Индикаторы, применяемые в титриметрическом анализе.
  32. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе.
  33. Методы титрования. Посуда, применяемая в титриметрическом анализе и её назначение.
  34. Классификация и особенности физико-химических методов анализа. Применение.
  35. Основные законы светопоглощения.
  36. Условия фотометрических определений.
  37. Сущность жидкостной (ВЭЖХ) и газовой (газоадсорбционная и газожидкостная) хроматографических методов.
  38. Способы ионизации используются в масс-спектрометрии
  39. Детекторы. Преимущества и недостатки.
  40. Область применения. ГЖХ и ВЭЖХ с МСД для анализа реальных объектов.
  41. Теоретические основы капиллярного электрофореза. Детекторы.
- В помощь выполнения самостоятельной работы в разделе 8 приведена литература.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

#### **Вопросы по текущему контролю**

1. Закон действия масс, применение в аналитической химии. Смещение равновесий в гомогенных и гетерогенных системах.

2. Состояние сильных и слабых электролитов в растворе. Константы ионизации и диссоциации. Расчет pH в растворах электролитов.
3. Буферные системы. Механизм буферного действия. Буферная емкость. Расчет pH буферных смесей.
4. Сущность титриметрического анализа. Классификация титриметрических методов анализа по типу химической реакции и способу титрования. Кислотно-основное титрование. Требование к реакциям. Стандартные и рабочие растворы, способы их приготовления. Стандартизация титранта.
5. Фиксирование точки стехиометричности. pH-индикаторы. Теории индикаторов. Интервал перехода и показатель титрования индикаторов.
6. Алгоритм построения и анализ кривых титрования растворов кислот растворами оснований и наоборот. Принцип выбора индикаторов.
7. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Классификация, преимущества и ограничения.
8. Оптические (спектральные и неспектральные) методы анализа. Происхождение спектров поглощения и излучения. Качественный и количественный спектральный анализ.
9. Эмиссионный спектральный анализ. Фотометрия пламени, как вариант эмиссионного спектрального анализа. Процессы, происходящие в пламени горелки. Применение метода для анализа пищевых продуктов.
10. Молекулярный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой областях. Природа электронных спектров поглощения неорганических и органических соединений.
11. Законы светопоглощения. Молярный коэффициент светопоглощения.
12. Методы молекулярного абсорбционного анализа (колориметрия, фотоколориметрия, спектрофотометрия). Количественный фотометрический анализ, прямая и косвенная фотометрия. Гибридные методы анализа.
13. Рефрактометрия. Сущность метода. Аналитический сигнал, приборное оформление, способы анализа. Применение в анализе пищевых продуктов.
14. Поляриметрия. Сущность метода. Аналитический сигнал, факторы, влияющие на его величину. Схема поляриметра-сахариметра, техника выполнения анализа. Применение в количественном анализе пищевых продуктов.
15. Турбидиметрия. Нефелометрия. Закон Релея. Особенности выполнения анализа методами турбидиметрии и нефелометрии. Преимущества и ограничения методов.

Примерный перечень вопросов к зачету по всему курсу и к каждому промежуточному контролю для самопроверки обучающихся.

### ***Вопросы по итоговому контролю***

#### **Коллоквиум 1**

1. Какие цели и задачи преследует аналитическая химия как наука?
2. Основные направления развития современной аналитической химии.
3. Какие подходы можно использовать для классификации методов аналитической химии?
4. Какие требования к метрологическим характеристикам методов предъявляются в настоящее время?
5. Какие приемы автоматизации и математизации анализа используются в настоящее время?
6. Пробоотбор и пробоподготовка реальных объектов.
7. Задачи качественного анализа.
8. Методы качественного анализа.
9. Требования к химическим реактивам.
10. Требования и способы выполнения химических реакций.
11. Важнейшие операции в качественном анализе.

12. Задачи количественного анализа.
13. Методы количественного анализа.
14. Ошибки в количественном анализе.

#### **Коллоквиум 2**

1. Физико-химические методы разделения и концентрирования в химическом анализе реальных объектов.
2. Физические методы разделения и концентрирования в химическом анализе реальных объектов.
3. Способы концентрирования тяжелых металлов из вод.
4. Методы концентрирования, разделения и определения органических веществ в воде.
5. Методы извлечения, концентрирования и определения загрязняющих органических веществ в почвах и донных отложениях.

#### **Коллоквиум 3**

1. Какой анализ называется гравиметрическим?
2. Перечислите методы гравиметрического анализа и укажите их сущность.
3. Перечислить операции гравиметрического анализа.
4. Отбор проб. Средняя проба.
5. Взятие и расчет навески кристаллических и аморфных веществ.
6. Выбор и расчет реагента осадителя.
7. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.
8. Фактор пересчёта в гравиметрии и его использование в расчётах.
9. Практическое применение гравиметрических методов.
10. Титриметрический анализ, его сущность.
11. Что такое стандартный (рабочий, титрованный) раствор?
12. Классификация методов титриметрического анализа.
13. Реакции, применяемые в титриметрическом анализе.
14. Индикаторы, применяемые в титриметрическом анализе.
15. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе.
16. Методы титрования. Посуда, применяемая в титриметрическом анализе и её назначение.

#### **Коллоквиум 4**

1. Классификация и особенности физико-химических методов анализа. Применение.
2. Основные законы светопоглощения.
3. Условия фотометрических определений.
4. Методы фотометрических определений (градуировочного графика, сравнения, добавок, дифференциальный).
5. Теоретические основы потенциометрии. Классификация электродов.
6. Потенциометрический анализ. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.

#### **Коллоквиум 5**

1. Методы атомной спектроскопии. Источник атомизации и возбуждения, источники излучения. Возможности метода, недостатки.
2. Методы молекулярной спектроскопии, их классификация. Качественный и количественный анализ. Способы расчета неизвестной концентрации (метод градуировочного графика, стандарта, добавок, по величине коэффициента молярного поглощения).
3. Сущность жидкостной (ВЭЖХ) и газовой (газоадсорбционная и газожидкостная) хроматографических методов.
4. Способы ионизации используются в масс-спектрометрии Детекторы. Преимущества и недостатки.
5. Область применения. ГЖХ и ВЭЖХ с МСД для анализа реальных объектов.
6. Теоретические основы капиллярного электрофореза. Детекторы.
7. Достоинства метода капиллярного электрофореза. Области применения.

### **Примерные вопросы к зачету**

1. Основные понятия аналитической химии (метод анализа, методика определения, качественный химический анализ, количественный химический анализ, инструментальные методы анализа, функциональный, молекулярный, фазовый анализ). Характеристика чувствительности аналитических реакций.
2. Дробный и систематический качественный анализ. Классификации катионов. Классификации анионов. Групповые и специфические реагенты.
3. Гетерогенные равновесия в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита. Константа растворимости. Условия образования и растворения осадков малорастворимых электролитов. Дробное осаждение и дробное растворение осадков.
4. Гравиметрический анализ. Классификация методов. Основные этапы выполнения гравиметрического определения. Осаждаемая и гравиметрическая формы.
5. Окислительно-восстановительные равновесия. Окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций. Влияние различных факторов на скорость и полноту протекания реакции. Применение окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.
6. Редоксиметрия. Классификация редокс-методов. Фиксирование точек стехиометричности в редоксиметрии. Редокс-индикаторы. Интервал изменения окраски редокс-индикаторов.
7. Кривые титрования в редоксиметрии: расчет, построение и анализ. Выбор индикатора. Погрешности редоксиметрии. Перманганатометрия. Сущность метода, титрант и его приготовление, стандартизация.
9. Иодометрия. Сущность метода, титранты, их приготовление, стандартизация, условия титрования. Индикатор, особенности его применения. Применение методов в анализе пищевых продуктов. Другие методы редоксиметрии (дихроматометрия, броматометрия, нитритометрия, цериметрия и др.).
10. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и константы нестойкости комплексных соединений. Условные константы устойчивости. Влияние различных факторов на процессы комплексообразования. Типы комплексных соединений, применяемых в аналитической химии. Применение органических реагентов в аналитической химии.
11. Комплексиметрия. Сущность и классификация методов. Требования к реакциям. Комплексонометрия. Равновесия в водных растворах комплексонов. Состав и свойства комплексонов.
12. Металлохромные индикаторы. Выбор индикаторов.
13. Кривые титрования: расчет, построение и анализ. Погрешности метода комплексонометрии, их происхождение, расчет и устранение. Меркуриметрическое титрование.
14. Методы осадительного титрования (седиметрия). Сущность и классификация методов. Кривые титрования: расчет, построение и анализ.
15. Аргентометрия, Тиоцианатометрия. Меркурометрия. Погрешности в седиметрии.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература**

1. Горизонты химии 21 столетия: учебное пособие / науч. ред. В.А. Озерянский ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет", Факультет химии. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2009. - 656 с. - ISBN 978-5-9275-0715-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240987> (22.05.2019).
2. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии : монография / А.И. Гусев. - 2-е изд., испр. - Москва : Физматлит, 2009. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-0582-8 ; То же

[Электронный ресурс]. -  
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68859> (22.05.2019).  
3. Аналитическая химия: химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Власова [и др.]. – Электрон. текст. данные. – О.М. Петрухин, Л.Б. Кузнецова, под ред. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 462 с. – 978-5-906828-19-4. – Режим доступа: <https://www.book.ru/book/928910/view2/1> (дата обращения: 22.05.2019).

## **6.2. Дополнительная литература**

1. Современные методы определения химических элементов : учебное пособие / М. Скальная, Е. Лакарова, А. Скальный, Т. Бурцева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 164 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259354> (22.05.2019).  
2. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе / Н.Г. Ярышев, Ю.Н. Медведев, М.И. Токарев и др. - Издание второе, переработанное и дополненное. - Москва : Прометей, 2015. - 196 с. : схем., ил., табл. - ISBN 978-5-9906134-6-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=426720> (22.05.2019).

## **6.3. Программное обеспечение**

1. [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru);
2. [www.confitor.ru](http://www.confitor.ru);
3. [www.nanotech.ru](http://www.nanotech.ru);
4. [pubs.acs.org](http://pubs.acs.org);
5. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com);
6. [www.springer.com](http://www.springer.com).

*Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:*

- Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista.
- Прикладные программные средства: Microsoft Office 2007 Pro, FireFox Специализированное программное обеспечение: СДО Moodle, SunRAV BookOffice Pro, SunRAV TestOfficePro, Navigator. html, Adobe Reader 9, Lizardech DjVu Control, Abbyy Finreders 8, Statistica 7, специализированные химические программы и др.

## **6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 22.05.2019). – Яз. рус., англ.  
2. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 22.05.2019).  
3. ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).  
4. ЭБС book.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: [www.book.ru/](http://www.book.ru/) (дата обращения: 22.05.2019).

**6.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:** Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.05.2019).

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные и научно-исследовательские лаборатории кафедры аналитической и фармацевтической химии №№ 14, 15, 16, 17, 19, 26 для проведения практических занятий оснащенные следу-

ющим оборудованием: Атомно – абсорбционный спектрометр согАА 700; Газо-жидкостный хроматограф JC-14A (Shimatzu, Япония); Спектрофлуориметрический анализатор «Флюорат- 02 Панорама»; Спектрофотометр СФ- 56 для снятия спектров УФ и видимой области, с приставкой диффузного отражения ПОД-6 и компьютерным интер-фейсом; Спектрофотометр СФ- 46 для снятия спектров УФ и видимой области; Сканирующий спектрофотометр Shimadzu UV-3600; Сканирующий электронный микроскоп LEO - 1450 с микронзондовым анализатором ISYS с системой EDX; ИК-Фурье спектрометр VERTEX 70 с расширенным спектральным диапазоном; Конфокальный КР - спектрометр - микроскоп SENTERRA 785; Автоматизированный спектрометр комбинационного рассеяния света ДФС-24; Акустооптический спектрометр Рамановского рассеивания РАОС-3; Рентгеновский дифрактометр XRD-7000S; Лазерный атомно-эмиссионный спектрометр LAES- Matrix; Комплекс для измерения текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов "СОРБИ-MS"; Система капиллярного электрофореза «Капель-103»; Полярограф АВС 1.1; Потенциостат ПИ 50-1.

## **8. Образовательные технологии**

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

-Выполнение практических работ с элементами исследования.

-Отчетные занятия по разделам «Современная аналитическая химия», «Методы разделения и концентрирования в аналитической химии», «Химические методы анализа», «Современные физико-химические методы анализа реальных объектов», «Современные физические методы анализа реальных объектов».

-Выполнение аспирантами индивидуальной исследовательской работы по анализу реальных объектов с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.

-Контрольные работы.

-Коллоквиумы.