

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Химический факультет*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Кафедра аналитической и фармацевтической химии

Образовательная программа

04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки  
Аналитическая химия  
Неорганическая химия  
Органическая химия

Уровень высшего образования  
Специалитет

Форма обучения  
очная


Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия» (специалитет) от «12» сентября 2016 г. № 1174.

Разработчик(и): Кафедра аналитической и фармацевтической химии  
Бабуев М.А. - к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии от «26» января 2017 г., протокол № 6.

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.

на заседании Методической комиссии химического факультета от «17» февраля 2017 г., протокол № 6.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением « 25 » 04 2017 г. 

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в базовую часть блока дисциплинообразовательной программы по специальности 04.05.01– Фундаментальная и прикладная химия является обязательной для изучения.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием и развитием у студентов общих профессиональных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ аналитических методов анализа различных объектов осуществлять профессиональную деятельность.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общих профессиональных - ОПК-1, 2, 5

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: контрольная работа, тестирование, коллоквиум, промежуточный контроль в форме зачета, экзамена и защиты курсовой работы.

Объем дисциплины 18 зачетных единиц, в том числе 648 академических часа по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма промежу- точной аттеста- ции
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
3	324	50	148	-	-	-	126	зачет, экзамен
4	324	30	138	-	-	-	156	зачет, экзамен, курсовая работа
Итого:	648	80	286	-	-	-	282	

### 1. Цели освоения дисциплины

**Целью** освоения дисциплины «Аналитическая химия» является формирование и развитию у студентов общих профессиональных компетенций, позволяющих им на базе освоенных теоретических и практических основ аналитических методов анализа различных объектов осуществлять профессиональную деятельность.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в базовую часть блока дисциплин образовательной программы по специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия и является обязательной для изучения.

Изучение теории и практики аналитической химии начинается после прохождения студентами материала курса «Неорганическая химия». Обработка результатов анализа основана на материале курсов «Информатика». Дисциплина изучается совместно с дисциплиной «Математика», «Физика».

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетен- ции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК – 1	Обладать способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов хи-	Знать: основы теории фундаментальных разделов аналитической химии, основные этапы и закономерности развития аналитической химии. Уметь: использовать формы и методы научного познания. Владеть: представлениями о системе фундаментальных

	мии при решении профессиональных задач	химических понятий и методологических аспектов аналитической химии
ОПК – 2	Обладать владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	Знать: типы реакций и процессов в аналитической химии, основные методы анализа (выделения, разделения и концентрирования, гравиметрические, титриметрические, электрохимические, спектроскопические); знать специфику анализа основных объектов. Уметь: выбирать необходимую совокупность методов анализа и методик проведения аналитических измерений. Владеть: навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью водить оценку возможных рисков.
ОПК – 5	Обладать способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений	Знать: современные научные методы, необходимые для приобретения новых знаний. Уметь: использовать современные научные методы, работать на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях. Владеть: навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 18 зачетных единиц, 648 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль I. Реакции обнаружения ионов</b>									
1	Тема 1. Введение	3	1-2	2		16		18	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>	3	1-2	2		16		18	Коллоквиум
<b>Модуль 2. Осаждение как метод разделения</b>									
1	Тема 2. Осаждение как метод разделения	3	3-4	2		20		14	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>	3	3-4	2		20		14	Коллоквиум
<b>Модуль 3. Физико-химические методы обнаружения ионов</b>									
1	Тема 3. Экстракция как метод разделения	3	5-6	2		16		18	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 3:</i>	3	5-6	2		16		18	Коллоквиум
<b>Модуль 4. Сорбция как метод разделения</b>									
1	Тема 4. Сорбция как	3	7-8	2		16		18	Тестирование, пись-

	метод разделения								менная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 4:</i>	3	7-8	2		16		18	Коллоквиум
Модуль 5. Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.									
1	Тема 5. Пробоотбор и его подготовка	3	9	2		–		1	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 6. Метрологические основы химического анализа	3	9	4		–		1	
3	Тема 7. Кислотно-основное равновесие. Кислотно-основное титрование.	3	10-12	8		20		–	
	<i>Итого по модулю 5:</i>	3	9-12	14		20		2	Коллоквиум
Модуль 6. Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование									
1	Тема 8. Окислительно-восстановительное равновесие. Окислительно-восстановительное титрование.	3	12-14	8		20		8	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 6:</i>	3	12-14	8		20		8	Коллоквиум
Модуль 7. Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексометрическое титрование.									
1	Тема 9. Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексометрическое титрование.	3	15-16	10		20		6	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 7:</i>	3	15-16	10		20		6	Коллоквиум
Модуль 8. Равновесие в растворе «осадок – раствор». Методы осадительного титрования.									
1	Тема 10. Равновесие в растворе «осадок – раствор». Методы осадительного титрования.	3	17-18	10		20		6	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 8:</i>	3	17-18	10		20		6	Коллоквиум
Модуль 9. Подготовка к экзамену.									
1	Подготовка к экзамену.	3	19-20	–		–		36	Зачет, экзамен
	<i>Итого по модулю 9:</i>	3	19-20	–		–		36	Зачет, экзамен
	<i>Итого за 3 сем.:</i>	3	1-20	50		148		126	Зачет, экзамен
Модуль 1. Гравиметрический метод анализа. Метод отгонки									
1	Тема 11. Гравиметрический метод анализа.	4	24-25	2		16		18	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>	4	24-25	2		16		18	Коллоквиум
Модуль 2. Гравиметрический метод анализа. Метод осаждения									
1	Тема 11. Гравиметрический метод анализа.	4	26-27	2		16		18	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>	4	26-27	2		16		18	Коллоквиум
Модуль 3. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.									
1	Тема 12. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.	4	28-29	2		16		18	Тестирование, письменная контрольная работа

	<i>Итого по модулю 3:</i>	4	28-29	2		16		18	Коллоквиум
Модуль 4. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.									
1	Тема 13. Методы атомной спектроскопии.	4	30-31	2		16		18	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 4:</i>	4	30-31	2		16		18	Коллоквиум
Модуль 5. Методы молекулярной спектроскопии.									
1	Тема 14. Кинетические методы анализа.	4	32	2		–		4	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 15. Методы молекулярной спектроскопии.	4	33-35	4		20		6	
	<i>Итого по модулю 5:</i>	4	32-35	6		20		10	Коллоквиум
Модуль 6. Потенциметрические методы анализа.									
1	Тема 16. Потенциметрические методы анализа.	4	36-37	4		16		16	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 6:</i>	4	36-37	4		16		16	Коллоквиум
Модуль 7. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.									
1	Тема 17. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.	4	38-39	6		16		14	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 7:</i>	4	38-39	6		16		14	Коллоквиум
Модуль 8. Хроматографические методы анализа.									
1	Тема 18. Хроматографические методы анализа	4	40-42	6		22		8	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 8:</i>	4	40-42	6		22		8	Коллоквиум
Модуль 9. Подготовка к экзамену.									
1	Подготовка к экзамену.	4	42-43	–		–		36	Зачет, экзамен
	<i>Итого по модулю 9:</i>	4	42-43	–		–		36	Зачет, экзамен, курсовая работа
	<i>Итого за 4 сем.:</i>	4	24-43	30		138		156	Зачет, экзамен

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### III семестр

##### Модуль I. Реакции обнаружения ионов

**ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ.** Предмет аналитической химии, её структура. Задачи и методы аналитической химии, их классификация. Значение аналитической химии в науке, экономике и т.д. Современное состояние и тенденции развития. Аналитическая классификация ионов, методы идентификации, используемые реакции.

##### Модуль 2. Осаждение как метод разделения

**ТЕМА 2. ОСАЖДЕНИЕ КАК МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ.** Методы разделения и концентрирования. Константы распределения, коэффициент распределения, степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Методы осаждения. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

##### Модуль 3. Физико-химические методы обнаружения ионов

**ТЕМА 3. ЭКСТРАКЦИЯ КАК МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ.** Экстракция. Теоретические основы. Классификация экстракционных систем. Факторы, влияющие на селективное разделение элементов.

##### Модуль 4. Сорбция как метод разделения

**ТЕМА 4. СОРБЦИЯ КАК МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ.** Сорбционные методы разделения и концентрирования. Механизм действия сорбентов. Виды сорбентов. Модифицированные сорбенты. Хелатные сорбенты.

Модуль 5. Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.

*ТЕМА 5. ПРОБООТБОР И ЕГО ПОДГОТОВКА.* Основные стадии анализа (выбор метода, составление схемы анализа). Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа. Аналитический сигнал и помехи. Пробоотбор и его подготовка.

*ТЕМА 6. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.* Метрологические основы химического анализа. Способы обеспечения достоверности измерений, погрешности анализа, их классификация. Статистическая обработка результатов измерений.

Основные характеристики метода анализа: правильность, воспроизводимость, чувствительность, предел обнаружения. Способы оценки правильности анализа. Стандартные образцы.

*ТЕМА 7. КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ РАВНОВЕСИЕ. КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ.* Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса и Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота – сопряженное основание и растворитель. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость.

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

Кривые титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы.

Модуль 6. Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование

*ТЕМА 8. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ РАВНОВЕСИЕ. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ТИТРОВАНИЕ.* Окислительно-восстановительные реакции. Направление реакций, факторы, влияющие на потенциал реакций. Стандартный и формальный потенциалы. Константа равновесия, его связь со стандартным потенциалом. Примеры неорганических и органических окислителей и восстановителей.

Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия. Дихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы.

Модуль 7. Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексонометрическое титрование.

*ТЕМА 9. РАВНОВЕСИЕ В РАСТВОРАХ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. КОМПЛЕКСОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ.* Равновесия в реакциях комплексообразования. Классификация КС, ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики КС ( $\beta_{уст.}$ , функции образования и закомплексованности, степень образования). Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Органические реагенты в анализе.

Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

Модуль 8. Равновесие в растворе «осадок – раствор». Методы осадительного титрования.

*ТЕМА 10. РАВНОВЕСИЕ В РАСТВОРЕ «ОСАДОК – РАСТВОР». МЕТОДЫ ОСАДИТЕЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ.* Гетерогенные процессы. Равновесие в системе раствор-осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от различных факторов (рН раствора, температуры, концентрации осадителя и осаждаемого иона, солевого состава раствора). Факторы, влияющие на растворимость осадков. Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Причины загрязнения осадка. Классификация видов соосаждения.

Основы метода осадительного титрования. Классификация методов. Кривые титрования. Индикаторы. Определяемые вещества. Погрешности титрования.

#### IV СЕМЕСТР

Модуль 1. Гравиметрический метод анализа. Метод отгонки

*ТЕМА 11. ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА. МЕТОД ОТГОНКИ.* Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического метода, преимущества и недостатки. Прямые и косвенные методы определения методом отгонки.

Модуль 2. Гравиметрический метод анализа. Метод осаждения

*ТЕМА 11. ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА. МЕТОД ОСАЖДЕНИЯ.* Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Термогравиметрический метод.

Модуль 3. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.

*ТЕМА 12. МЕТОД АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.* Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия, поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах.

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии.

Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): электрические разряды (дуговые, искровые), пламена, плазменные источники, лазеры.

Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

Модуль 4. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.

*ТЕМА 13. МЕТОД АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.* Атомизаторы (плазменные и неплазменные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

Модуль 5. Методы молекулярной спектроскопии.

*ТЕМА 14. КИНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА.* Кинетические методы анализа. Сущность метода. Каталитический и некаталитический варианты метода. Чувствительность и селективность метода.

*ТЕМА 15. МЕТОДЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.* Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул.

Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).

Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

Модуль 6. Потенциометрические методы анализа.

*ТЕМА 16. ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА.* Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.



Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы.

Модуль 7. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.

**ТЕМА 17. ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ, КОНДУКТОМЕТРИЯ, КУЛОНОМЕТРИЯ.** Вольтамперометрия. Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Основы полярографии. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая; хроноамперометрия с линейной разверткой (осциллография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Кулонометрия. Теоретические основы. Закон Фарадея. Виды кулонометрии. Электрогравиметрия. Практическая реализация метода и его метрологические характеристики.

Модуль 8. Хроматографические методы анализа.

**ТЕМА 18. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА.** Классификация хроматографических методов анализа. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория.

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Колонки. Детекторы. Области применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Насосы, колонки. Основные типы детекторов. Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм. Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

Современное состояние и тенденции развития методов аналитической химии.

### Перечень лабораторных работ

#### III СЕМЕСТР

№	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Модуль I. Реакции обнаружения ионов		
1	Аппаратура, техника полумикроанализа. Характеристика аналитических реакций. Классификация ионов. Решение задач на чувствительность. Реакции обнаружения ионов $\text{NH}_4^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ . Теоретические основы карбонатного способа разделения катионов s-элементов.	Приобретение навыков проведения реакций обнаружения $\text{NH}_4^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ . Ознакомление с теоретическими основами карбонатного способа разделения катионов s-элементов
2	Реакции обнаружения катионов p и d-элементов: $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{As}^{5+}$ .	Приобретение навыков проведения реакций обнаружения $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{As}^{5+}$
3	Реакции обнаружения анионов. Контрольная работа на обнаружение ионов.	Приобретение навыков проведения реакций обнаружения анионов
4	Прием работ. Коллоквиум №1.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль II. Осаждение как метод разделения		

1	Решение экспериментальной задачи на обнаружение катионов (дробный ход анализа)	Приобретение навыков применения дробного хода анализа
2	Методы разделения и концентрирования. Разделение катионов s-, p-, d-элементов в смеси на группы (систематический ход анализа).	Приобретение навыков применения систематического хода анализа
3	Решение экспериментальной задачи на разделение и определение в смеси ионов.	Приобретение навыков применения систематического хода анализа
4	Решение задач	Овладение методами решения задач
5	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №2.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль III. Физико-химические методы обнаружения ионов		
1	Реакции окрашивания пламени: Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Cu, $\text{VO}_2^-$ . Реакции обнаружения ионов $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{UO}_2^{2+}$ люминесцентным методом.	Приобретение навыков проведения реакций окрашивания пламени и люминесцентных реакций
2	Реакции обнаружения ионов методом экстракции. Контр. раб. на тему: "Экстракция".	Приобретение навыков проведения реакций методом экстракции
3	Решение задач по теме «Экстракция».	Овладение методами решения задач
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №3.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль IV. Сорбция как метод разделения		
1	Разделение элементов методом распределительной бумажной хроматографии.	Ознакомление студентов с методом распределительной бумажной хроматографии
2	Разделение и обнаружение катионов и анионов в смеси на КУ-2 И АН-31.	Ознакомление студентов с методом ионообменной хроматографии.
3	Решение задач по теме «Сорбционные методы разделения».	Овладение методами решения задач
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №4.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль V. Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.		
1	Гомогенное равновесие. Расчет pH в растворах сильных и слабых электролитов. Расчет pH буферных растворов.	Овладение методами решения задач
2	Приготовление и стандартизация раствора HCl. Определение NaOH. Решение задач.	Приобретение навыков определения NaOH
3	Теоретические основы определения двухкомпонентных систем методом кислотно-основного титрования. Определение NaOH+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> при совместном присутствии. Решение задач.	Приобретение навыков определения NaOH+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> при совместном присутствии.
4	Приготовление и стандартизация NaOH, определение солей аммония. Приготовление раствора KMnO <sub>4</sub> . Решение задач.	Приобретение навыков определения солей аммония.
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №5.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль VI. Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование		
1	Решение задач на расчет равновесий в реакциях окисления-восстановления.	Овладение методами решения задач
2	Методы окислительно-восстановительного титрования. Приготовление растворов K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> и Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Стандартизация KMnO <sub>4</sub> .	Приобретение навыков стандартизации KMnO <sub>4</sub>
3	Перманганатометрическое и дихроматометрическое определение Fe (II). Решение задач.	Приобретение навыков перманганатометрического и дихроматометрического определения Fe (II)
4	Стандартизация раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Иодомет-	Приобретение навыков йодометрического опре-

	рическое определение меди (в сплавах, лекарьств, препаратах).	деления меди
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №6.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль VII. Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексометрическое титрование.		
1	Расчет равновесий в реакциях комплексообразования. Решение задач на расчет равновесных концентраций комплексообразователя, лиганда, констант устойчивости.	Овладение методами решения задач
2	Комплексометрия. Приготовление рабочих растворов. Определение общей жесткости воды.	Приобретение навыков определения общей жесткости воды.
3	Контрольная задача: определение ионов кальция и магния при совместном присутствии.	Приобретение навыков определения ионов кальция и магния при совместном присутствии
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №7.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль VIII. Равновесие в системе «раствор – осадок». Осадительное титрование.		
1	Гетерогенное равновесие. Расчет условий растворения и образования осадков. Решение задач. Контрольное тестирование на тему: «Равновесие осадок-раствор».	Овладение методами решения задач
2	Определение хлоридов методом Мора в водопроводной воде	Приобретение навыков определения хлоридов методом Мора в водопроводной воде
3	Определение содержания серебра методом Фольгарда.	Приобретение навыков определения содержания серебра методом Фольгарда
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №8.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.

#### IV СЕМЕСТР

№	Цель и содержание лабораторной работы	Результаты лабораторной работы
Модуль I. Гравиметрический метод анализа. Метод отгонки		
1	Расчеты в гравиметрии. Решение задач.	Овладение методами решения задач
2	Определение различных вод (кристаллизационной, гигроскоп.) в твердых объектах ( $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , растит. масле, почве, хлебе и т.д.).	Приобретение навыков определения различных вод
3	Определение содержания воды в твердых объектах. Расчет погрешностей гравиметрических определений. Оценка их результатов по точности, правильности и воспроизводимости. Обработка результатов.	Приобретение навыков определения различных вод
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №1.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль II. Гравиметрический метод анализа. Метод осаждения		
1	Определение железа в железоммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах гравиметрическим методом (получение осаждаемой формы, фильтрование, промывание).	Приобретение навыков определения железа или серы гравиметрическим методом (получение осаждаемой формы, фильтрование, промывание)
2	Определение железа в железоммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах гравиметрическим методом (прокаливание, расчет содержания).	Приобретение навыков определения железа или серы гравиметрическим методом
3	Обработка результатов. Решение задач.	Овладение методами решения задач
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №2.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль III. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.		

1	Решение задач на тему «Метод атомно-эмиссионной спектроскопии»	Овладение методами решения задач.
2	Пламенно-фотометрическое определение $\text{Na}^+$ в воде методом ограничивающих реагентов.	Приобретение навыков пламенно-фотометрического определения $\text{Na}^+$ в различных объектах
3	Идентификация бронз и латуней с помощью стилоскопа СЛ-13. Количественное определение $\text{Mn}$ в латуни.	Приобретение навыков работы на стилоскопе.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №3.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль IV. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.		
1	Решение задач на тему «Метод атомно-абсорбционной спектроскопии»	Овладение методами решения задач.
2	Атомно-абсорбционный метод определения меди в алюминиевых сплавах.	Приобретение навыков атомно-абсорбционного определения меди в алюминиевых сплавах.
3	Атомно-абсорбционное определение свинца в почвах	Приобретение навыков работы на стилоскопе.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №4.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль V. Методы молекулярной спектроскопии.		
1	Определение концентрации этилового спирта в экстрактах и сахаров в растворах методом рефрактометрии.	Приобретение навыков определения концентрации этилового спирта в экстрактах и сахаров в растворах методом рефрактометрии
2	Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката или $\text{Fe}^{3+} \cdot \text{cSCN}^-$	Приобретение навыков визуально-колориметрического определения меди или $\text{Fe}^{3+}$
3	Фотометрическое определение $\text{Fe}(\text{III})$ с роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой.	Приобретение навыков фотометрического определения $\text{Fe}(\text{III})$ с роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой
4	Турбидиметрическое определение $\text{SO}_4^{2-}$ в водах.	Приобретение навыков турбидиметрического определения $\text{SO}_4^{2-}$ в водах.
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №5.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль VI. Потенциометрические методы анализа.		
1	Потенциометрические методы. Ионметрия. Определение $[\text{H}^+]$ и pH.	Приобретение навыков определения pH ионметрическим методом.
2	Определение $\text{NO}_3^-$ в пищевых продуктах.	Приобретение навыков определения $\text{NO}_3^-$ в пищевых продуктах.
3	Определение $\text{Fe}^{2+}$ в присутствии $\text{Fe}^{3+}$ методом потенциометрического титрования.	Приобретение навыков определения $\text{Fe}^{2+}$ в присутствии $\text{Fe}^{3+}$ методом потенциометрического титрования
4	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №6.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль VII. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.		
1	Электрогравиметрический анализ. Определение $\text{Cu}$ в сплавах. Решение задач.	Приобретение навыков определения $\text{Cu}$ в сплавах.
2	Вольтамперометрическое определение малых концентраций тяжелых металлов.	Приобретение навыков определения малых концентраций тяжелых металлов вольтамперометрическим методом.
3	Кондуктометрическое определение содержания $\text{NaCl}$ .	Приобретение навыков кондуктометрического определения содержания $\text{NaCl}$ .
4	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №7.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
Модуль VIII. Хроматографические методы.		
1	Определение содержания меди и железа в пищевых продуктах методом распределительной бумажной хроматографии.	Приобретение навыков определения содержания меди и железа в пищевых продуктах методом распределительной бумажной хроматографии

2	Хроматографический метод анализа. Анализ водопроводной воды на содержание $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ и $\text{SO}_4^{2-}$ методом жидкостной ионной хроматографии.	Приобретение навыков анализа водопроводной воды на содержание $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ и $\text{SO}_4^{2-}$ методом жидкостной ионной хроматографии.
3	Решение задач. Контрольная работа.	Овладение методами решения задач
4	Прием работ по хроматографии. Коллоквиум №8.	Сдача лабораторных работ и коллоквиума.
5	Выполнение курсовой работы	Ознакомление с методами написания научной работы.

## 5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- ✓ Выполнение лабораторных работ с элементами исследования.
- ✓ Отчетные занятия по разделам.
- ✓ Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу реального объекта с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.
- ✓ Разбор конкретных ситуаций.
- ✓ Круглый стол.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

1. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Решение задач.
3. Подготовка к коллоквиуму.
4. Подготовка к зачету.

### Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

№	Разделы и темы для самостоятельного изучения	Вид контроля	Учебно-метод. обеспечение
<b>III СЕМЕСТР</b>			
Модуль I. Реакции обнаружения ионов			
1	Аппаратура, техника полумикроанализа. Характеристика аналитических реакций. Классификация ионов. Решение задач на чувствительность. Реакции обнаружения ионов $\text{NH}_4^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ . Теоретические основы карбонатного способа разделения катионов s-элементов.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Реакции обнаружения ионов $\text{NH}_4^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ »	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
2	Реакции обнаружения катионов p и d-элементов: $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{As}^{5+}$ .	Подготовка конспекта лабораторной работы «Реакции обнаружения ионов $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{As}^{5+}$ »	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
3	Реакции обнаружения анионов. Контрольная работа на обнаружение ионов.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Реакции обнаружения анионов». Подготовка к контрольной работе.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
4	Прием работ. Коллоквиум №1.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
Модуль II. Осаждение как метод разделения			
1	Решение экспериментальной задачи на обнаружение катионов (дробный ход анализа)	Подготовка конспекта лабораторной работы «дробный ход анализа»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного до-

			кумента.
2	Методы разделения и концентрирования. Разделение катионов s-, p-, d-элементов в смеси на группы (систематический ход анализа).	Подготовка конспекта лабораторной работы «Систематический ход анализа»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Решение экспериментальной задачи на разделение и определение в смеси ионов.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Систематический ход анализа»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Решение задач	Проверка методов решения задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №2.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль III. Физико-химические методы обнаружения ионов</b>			
1	Реакции окрашивания пламени: Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Cu, $\text{VO}_2^-$ . Реакции обнаружения ионов $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{UO}_2^{2+}$ люминесцентным методом.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Реакции окрашивания пламени: Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Cu, $\text{VO}_2^-$ . Реакции обнаружения ионов $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{UO}_2^{2+}$ люминесцентным методом»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Реакции обнаружения ионов методом экстракции. Контр. раб. на тему: «Экстракция».	Подготовка конспекта лабораторной работы «Реакции обнаружения ионов методом экстракции». Подготовка к контрольной работе	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Решение задач по теме «Экстракция».	Решение задач	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №3.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль IV. Сорбция как метод разделения</b>			
1	Разделение элементов методом распределительной бумажной хроматографии.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Разделение элементов методом распределительной бумажной хроматографии».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Разделение и обнаружение катионов и анионов в смеси на КУ-2 И АН-31.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Разделение и обнаружение катионов и анионов в смеси на КУ-2 И АН-31».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Решение задач по теме «Сорбционные методы разделения».	Решение задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №4.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль V. Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.</b>			
1	Гомогенное равновесие. Расчет pH в растворах сильных и слабых элек-	Проработка теоретического материала по теме «Гомогенное равновесие»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и

	тролитов. Расчет pH буферных растворов.		9данного документа.
2	Приготовление и стандартизация раствора HCl. Определение NaOH. Решение задач.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Приготовление и стандартизация раствора HCl. Определение NaOH».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
3	Теоретические основы определения двухкомпонентных систем методом кислотно-основного титрования. Определение NaOH+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> при совместном присутствии. Решение задач.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение NaOH+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> при совместном присутствии».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
4	Приготовление и стандартизация NaOH, определение солей аммония. Приготовление раствора KMnO <sub>4</sub> . Решение задач.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение солей аммония».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №5.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
<b>Модуль VI. Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование</b>			
1	Решение задач на расчет равновесий в реакциях окисления-восстановления.	Решение задач	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
2	Методы окислительно-восстановительного титрования. Приготовление растворов K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> и Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Стандартизация KMnO <sub>4</sub> .	Подготовка конспекта лабораторной работы «Приготовление растворов K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> и Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Стандартизация KMnO <sub>4</sub> ».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
3	Перманганатометрическое и дихроматометрическое определение Fe (II). Решение задач.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Перманганатометрическое и дихроматометрическое определение Fe (II)».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
4	Стандартизация раствора Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . Иодометрическое определение меди (в сплавах, лекарств, препаратах).	Подготовка конспекта лабораторной работы «Иодометрическое определение меди (в сплавах, лекарств, препаратах)».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №6.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
<b>Модуль VII. Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексометрическое титрование.</b>			
1	Расчет равновесий в реакциях комплексообразования. Решение задач на расчет равновесных концентраций комплексообразователя, лиганда, констант устойчивости.	Проверка методов решения задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
2	Комплексометрия. Приготовление рабочих растворов. Определение общей жесткости воды.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение общей жесткости воды».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного документа.
3	Контрольная задача: определение ионов кальция и магния при совместном присутствии.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение ионов кальция и магния при совместном присутствии».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9данного до-

			кумента.
4	Решение задач.	Проверка методов решения задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №7.	Оформление результатов лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль VIII. Равновесие в системе «раствор – осадок». Осадительное титрование.</b>			
1	Гетерогенное равновесие. Расчет условий растворения и образования осадков. Решение задач. Контрольное тестирование на тему: «Равновесие осадок-раствор».	Проверка методов решения задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Определение хлоридов методом Мора в водопроводной воде	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение хлоридов методом Мора в водопроводной воде».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Определение содержания серебра методом Фольгарда.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение содержания серебра методом Фольгарда».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №8.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>IV СЕМЕСТР</b>			
<b>Модуль I. Гравиметрический метод анализа. Метод отгонки</b>			
1	Расчеты в гравиметрии. Решение задач.	Решение задач	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Определение различных вод (кристаллизационной, гигроскоп.) в твердых объектах ( $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ , $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ , растит.масле, почве, хлебе и т.д.).	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение различных вод».	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Определение содержания воды в твердых объектах. Расчет погрешностей гравиметрических определений. Оценка их результатов по точности, правильности и воспроизводимости. Обработка результатов.	Проработка материала на тему «Расчет погрешностей гравиметрических определений»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №1.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль II. Гравиметрический метод анализа. Метод осаждения</b>			
1	Определение железа в железоммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах гравиметрическим методом (получение осаждаемой формы, фильтрование, промывание).	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение железа в железоммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.



2	Определение железа в железоммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах гравиметрическим методом (прокаливание, расчет содержания).	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение железа в железоммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Обработка результатов. Решение задач.	Проверка методов решения задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №2.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль III. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.</b>			
1	Решение задач	Проверка методов решения задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Пламенно-фотометрическое определение $\text{Na}^+$ в воде методом ограничивающих растворов.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Пламенно-фотометрическое определение $\text{Na}^+$ в воде методом ограничивающих растворов»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Идентификация бронз и латуней с помощью стилоскопа СЛ-13. Количественное определение $\text{Mn}$ в латунях.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Идентификация бронз и латуней с помощью стилоскопа СЛ-13»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №3.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль IV. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.</b>			
	Решение задач	Проверка методов решения задач.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
	Атомно-абсорбционный метод определения меди в алюминиевых сплавах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Атомно-абсорбционный метод определения меди в алюминиевых сплавах»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
	Атомно-абсорбционное определение свинца в почвах	Подготовка конспекта лабораторной работы «Атомно-абсорбционное определение свинца в почвах»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №4.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль V. Методы молекулярной спектроскопии.</b>			
1	Определение концентрации этилового спирта в экстрактах и сахаров в растворах методом рефрактометрии.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение концентрации этилового спирта в экстрактах и сахаров в растворах методом рефрактометрии»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката или $\text{Fe}^{3+} \cdot \text{cSCN}^-$ .	Подготовка конспекта лабораторной работы «Визуально-колориметрическое определение меди	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.

		в виде аммиаката или $\text{Fe}^{3+}\text{cSCN}^-$ »	мента.
3	Фотометрическое определение Fe (III) с роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Фотометрическое определение Fe (III) с роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Турбидиметрическое определение $\text{SO}_4^{2-}$ в водах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Турбидиметрическое определение $\text{SO}_4^{2-}$ в водах»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №5.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль VI. Потенциометрические методы анализа.</b>			
1	Потенциометрические методы. Ионметрия. Определение $[\text{H}^+]$ и pH в растворах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение $[\text{H}^+]$ и pH в растворах»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Определение $\text{NO}_3^-$ в пищевых продуктах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение $\text{NO}_3^-$ в пищевых продуктах»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Определение $\text{Fe}^{2+}$ в присутствии $\text{Fe}^{3+}$ методом потенциометрического титрования.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение $\text{Fe}^{2+}$ в присутствии $\text{Fe}^{3+}$ методом потенциометрического титрования»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №6.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль VII. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.</b>			
1	Электрогравиметрический анализ. Определение Cu в сплавах. Решение задач.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Электрогравиметрический анализ. Определение Cu в сплавах»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Вольтамперометрическое определение малых концентраций тяжелых металлов.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Вольтамперометрическое определение малых концентраций тяжелых металлов»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
3	Кондуктометрическое определение содержания NaCl.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Кондуктометрическое определение содержания NaCl»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №7.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль VIII. Хроматографические методы.</b>			
1	Определение содержания меди и железа в пищевых продуктах методом распределительной бумажной хроматографии.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение содержания меди и железа в пищевых продуктах методом распределительной бумажной хроматографии»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
2	Хроматографический метод анализа. Анализ водопроводной воды на содержание $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ и $\text{SO}_4^{2-}$ мето-	Подготовка конспекта лабораторной работы «Анализ водопроводной воды на содержание $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ и $\text{SO}_4^{2-}$ мето-	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.

	дом жидкостной ионной хроматографии.	дом жидкостной ионной хроматографии»	мента.
3	Решение задач. Контрольная работа.	Решение задач. Подготовка к контрольной работе «»	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
4	Прием работ по хроматографии. Коллоквиум №8.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.
5	Выполнение курсовой работы	Выполнение курсовой работы	См. разделы 4.3, 7.3, 8 и 9 данного документа.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК – 1	Знать: основы теории фундаментальных разделов аналитической химии, основные этапы и закономерности развития аналитической химии.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: использовать формы и методы научного познания.	Письменный опрос, коллоквиум
	Владеть: представлениями о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов аналитической химии	Круглый стол, деловая игра
ОПК-2	Знать: типы реакций и процессов в аналитической химии, основные методы анализа (выделения, разделения и концентрирования, гравиметрические, титриметрические, электрохимические, спектроскопические); знать специфику анализа основных объектов.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: выбирать необходимую совокупность методов анализа и методик проведения аналитических измерений.	Письменный опрос, коллоквиум
	Владеть: навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью водить оценку возможных рисков.	Круглый стол, деловая игра
ОПК-5	Знать: современные научные методы, необходимые для приобретения новых знаний.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	Уметь: использовать современные научные методы, работать на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях.	Письменный опрос, коллоквиум
	Владеть: навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических	Круглый стол, деловая игра, мини-конференция

экспериментов.	
----------------	--

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

**ОПК-1** – Обладать способностью воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Базовый	Знать: основы теории фундаментальных разделов аналитической химии, основные этапы и закономерности развития аналитической химии.	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь: использовать формы и методы научного познания.	Демонстрирует частичные умения без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень умений
	Владеть: представлениями о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов аналитической химии	Демонстрирует частичные владения без грубых ошибок	Владеет базовыми приемами	Демонстрирует владения на высоком уровне

**ОПК-2** – Обладать владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Базовый	Знать: типы реакций и процессов в аналитической химии, основные методы анализа (выделения, разделения и концентрирования, гравиметрические, титриметрические, электрохимические, спектроскопические); знать специфику анализа основных объектов.	Знает основные типы реакций и процессов в аналитической химии, основные методы анализа; знать специфику анализа основных объектов, но допускает небольшие ошибки.	Знает типы реакций и процессов в аналитической химии, основные методы анализа; знать специфику анализа объектов.	Знает типы реакций и процессов в аналитической химии, основные методы анализа; знать специфику анализа основных объектов.
	Уметь: выбирать необходимую совокупность методов анализа и методик проведения аналитических измерений.	Умеет выбирать основные методы анализа и методик проведения аналитических измерений.	Умеет корректно выбирать необходимую совокупность методов анализа и методик проведения аналитических измерений.	Умеет осознанно выбирать необходимую совокупность методов анализа и методик проведения аналитических измерений.

	Владеть: навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью водить оценку возможных рисков.	Владеет основными навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью водить оценку возможных рисков.	Владеет навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью водить оценку возможных рисков.	Владеет навыками самостоятельной работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; владеет методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способностью водить оценку возможных рисков.
--	--	---	---	---

**ОПК-5** – Обладать способностью к поиску, обработке, анализу научной информации и формулировке на их основе выводов и предложений

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Базовый	Знать: современные научные методы, необходимые для приобретения новых знаний.	Имеет представление о современных научных методах, необходимых для приобретения новых знаний, но допускает неточности в формулировках.	Имеет представление о современных научных методах, необходимых для приобретения новых знаний в рамках базовых химических дисциплин	Имеет четкое, целостное представление о современных научных методах, необходимых для приобретения новых знаний в рамках основных химических дисциплин
	Уметь: использовать современные научные методы, работать на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях.	Умеет интерпретировать результаты, полученные с использованием современных научных методов, работать на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях	Умеет обосновывать результаты, полученные с использованием современных научных методов, самостоятельно работает на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях, но допускает отдельные неточности при формулировке.	Умеет прогнозировать результаты, полученные с использованием современных научных методов, работать на современной аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях
	Владеть: навыками	Владеет навыками	Владеет навыками	Владеет навыками

	работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов.	работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов под руководством преподавателя	самостоятельного на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов обсуждения освоенного материала	ми работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов и критического анализа полученных результатов
--	--	--	---	--

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

Примерная тематика курсовых работ

1. Аналитический цикл и его основные этапы.
2. Буферные растворы: их свойства и значение для жизнедеятельности организмов.
3. Методы извлечения, концентрирования, разделения и определения токсичных веществ в анализе вод.
4. Классификация комплексных соединений.
5. Комплексные соединения, применяемые для обнаружения ионов.
6. Химические вещества пищи, методы их извлечения, концентрирования, разделения.
7. Способы извлечения и концентрирования токсикантов.
8. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции.
9. Методы экстракции в качественном анализе.
10. Методы осаждения и соосаждения в качественном анализе.
11. Сорбционные методы в качественном анализе.
12. Гравиметрическое определение фосфора в суперфосфате.
13. Методы титриметрического анализа.
14. Определение кислотности почв методом кислотно-основного титрования.
15. Методы окислительно-восстановительного титрования в анализе лекарственных форм.
16. Оптические методы анализа компонентов вод.
17. Электрохимические методы анализа.
18. Хроматографические методы анализа.
19. Методы анализа почвы.
20. Тест-методы анализа биологических материалов.
21. Анализ биологических материалов на содержание лекарственных препаратов.
22. Анализ биологических материалов на содержание токсичных и одурманивающих веществ.

Вопросы по текущему контролю

### III СЕМЕСТР

#### Модуль I. Реакции обнаружения ионов

1. Предмет и задачи аналитической химии.
2. Методы аналитической химии.
3. Аналитические реакции, аналитический эффект.
4. Классификация аналитических реакций по технике выполнения.
5. Характеристики чувствительности аналитических реакций.
6. Классификация аналитических реакций по характеру взаимодействия.
7. Задачи.

#### Модуль 2. Осаждение как метод разделения

1. Дробный и систематический ход анализа.
2. Разделение катионов на группы кислотно-основной классификацией.
3. Разделение анионов по растворимости солей  $Va^{2+}$  и  $Ag^+$ .
4. Общая характеристика методов разделения, их классификация, области применения.
5. Метод осаждения. Разделение катионов на группы кислотно-основной классификацией.

6. Разделение анионов по окислительно-восстановительным свойствам.
7. Групповые реагенты:  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Использование их для разделения катионов и анионов.
8. Как раздельно обнаружить в смеси  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ;  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ;  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ .
9. Задачи

### Модуль 3. Физико-химические методы обнаружения ионов

1. Закон распределения. Константа и коэффициент распределения, их математическое выражение.
2. Экстракция. Характеристика ее как метода разделения и концентрирования. Преимущества и недостатки.
3. Количественные характеристики процесса экстракции. Степень извлечения, коэффициент распределения. Связь между степенью извлечения и коэффициентом распределения.
4. Примеры экстрагируемых систем. Экстракционное обнаружение  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Sb(V)}$ .
5. Задачи.

### Модуль 4. Сорбция как метод разделения

1. Сорбционные процессы в аналитической химии. Характеристика сорбентов.
2. Сорбционные методы разделения и концентрирования. Классификация их в соответствии с процессами, лежащими в основе.
3. Основы бумажной распределительной хроматографии. От каких факторов зависит скорость перемещения ионов в бумажной хроматографии?
4. Роль носителя в методах разделения. Способы проявления хроматограмм.
5. Характеристика ионитов. Что значит перевести ионит в H-форму?
6. Что такое катионит? Описать схему работы колонки, заполненной катионитом, и ее регенерация.
7. Что такое анионит? Описать схему работы колонки, заполненной анионитом, и ее регенерация.
8. Характеристика  $\text{Al}_2\text{O}_3$  как сорбента в катионитной и анионитной формах.
9. Виды концентрирования. Приемы концентрирования в распределительной и ионообменной хроматографии.
10. Задачи.

### Модуль 5. Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.

1. Метрологические основы химического анализа.
2. Статистическая обработка результатов анализа.
3. Какие соединения являются в водном растворе кислотами, а какие основаниями с точки зрения протолитической теории Бренстеда-Лоури:  
 $\text{HClO}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{HCOO}^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ?
4. Что такое амфолит? Укажите, какие из приведенных соединений являются амфолитами:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HF}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .
5. Какая реакция называется реакцией автопротолиза? Примеры.
6. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя? Какой эффект наблюдается в протопфильных растворителях?
7. Буферные растворы, механизм их действия?
8. Дайте определение буферной емкости; факторы, влияющие на буферную емкость.
9. Расчет pH слабых и сильных электролитов.
10. Расчет pH буферных систем. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха.
11. Что такое активность? Как связаны активность ионов и их равновесная концентрация?
12. Что такое коэффициент активности? Что характеризует коэффициент активности?
13. Какова природа ионной силы раствора и его связь с коэффициентом активности.
14. Какова связь между общей (аналитической) и равновесной концентрациями? Что собой представляет коэффициент побочной (конкурирующей) реакции ( $\alpha$ )?
15. Термодинамическая, реальная и условная константы равновесия. Какие факторы влияют на их величины?
16. Титриметрические методы, их характеристика и классификация.
17. Индикаторы, классификация, требования к ним.
18. Способы выражения концентрации. Стандартные растворы, способы их приготовления. Примеры.
19. Что такой титр? Первичные и вторичные стандарты. Расчет титра и концентрации первичных и вторичных стандартных растворов.

20. В чем суть метода пипетирования и отдельных навесок?
21. В чем суть метода прямого, обратного титрования и титрования заместителя? Примеры.
22. Кривые титрования и их классификация.
23. Что такое титрование, скачек титрования, точка эквивалентности (ТЭ) и конечная точка титрования (КТТ), погрешность титрования (ПТ)?
24. Метод кислотно-основного титрования. Какая реакция лежит в основу этого метода?
25. В каких координатах строят кривые титрования в методе кислотно-основного титрования?
26. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
27. В каких случаях возможно раздельное титрование смеси кислот (многоосновных кислот)?
28. Факторы, влияющие на скачек титрования.
29. Задачи.

**Модуль 6. Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование**

1. Важнейшие окислители и восстановители, применяемые в практике аналитической химии. Окислительно-восстановительные реакции.
2. Составление уравнений реакций методом ионно-электронного баланса (метод полуреакций).
3. Стандартный электродный потенциал.
4. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. ЭДС. Константа равновесия.
5. Уравнение Нернста. Формальный электродный потенциал.
6. Влияние pH на величину стандартного потенциала.
7. Влияние образования малорастворимых соединений на величину стандартного потенциала.
8. Влияние комплексообразования на величину стандартного потенциала.
9. Перманганатометрия; титранты, определяемые вещества (Fe, Ca, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).
10. Характеристика HCl, KMnO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, AgNO<sub>3</sub>, комплексона III как титрантов, способы приготовления и хранения их растворов.
11. Иодометрия, сущность, индикаторы, титранты, определяемые вещества.
12. Дихроматометрия, сущность, индикаторы, титранты, определяемые вещества.
13. Смесь Рейнгарда-Циммермана. Назначение компонентов.
14. Задачи.

**Модуль 7. Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексометрическое титрование.**

1. Комплексные соединения, их классификация.
2. Координационное число и дентатность.
3. Органические реагенты. Хелаты, хелатный эффект.
4. Функционально-аналитические группы.
5. Применение органических реагентов в аналитической химии.
6. Равновесие в растворах комплексных соединений. Константа устойчивости. Ступенчатые и общая константы устойчивости.
7. Жесткость (карбонатная, общая). Комплексометрическое определение общей жесткости.
8. Комплексометрия. Характеристика метода, индикаторы, механизм их действия.
9. Составьте уравнения материального баланса по атомам никеля и аммиака в водном растворе, содержащем частицы Ni<sup>2+</sup>, [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>2+</sup>, [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>]<sup>2+</sup>, [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>, [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>5</sub>]<sup>2+</sup>, [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>, NiOH<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, OH<sup>-</sup>.

**Модуль 8. Равновесие в растворе «осадок – раствор». Методы осадительного титрования.**

1. Равновесие в системе «осадок – раствор».
2. Растворимость веществ. Влияние одноименного иона на растворимость солей.
3. Солевой эффект.
4. Кривые осадительного титрования.
5. Аргентометрия; сущность метода, титранты, индикаторы, определяемые вещества.
6. Характеристика NaCl, AgNO<sub>3</sub>, комплексона III как титрантов.
7. Условия и примеры аргентометрических определений.
8. Задачи.

**IV СЕМЕСТР**

**Модуль 1. Гравиметрический метод анализа. Метод отгонки**



1. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки.
2. Метод отгонки.
3. Классификация методов отгонки.
4. Определение содержания различных вод методом отгонки.
5. Области применения метода отгонки (примеры).
6. Задачи.

### **Модуль 2. Гравиметрический метод анализа. Метод осаждения**

1. Образование осадка (общая схема). Кристаллические и аморфные осадки, условия их образования.
2. Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм). Способы очистки.
3. Какие соединения можно предложить в качестве осаждаемой и гравиметрической форм при определении: S, Mg, Fe, Ni, Cl<sup>-</sup>, C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>?
4. Расчеты в гравиметрическом методе анализа.
5. Классификация гравиметрических методов определения.
6. Старение осадка.
7. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Гравиметрическая форма, способы получения.
8. Сущность метода «возникающих реагентов», его преимущества перед классическим методом осаждения.
9. Термогравиметрический анализ.
10. Важнейшие органические и неорганические осадители, требования к ним.
11. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение).
12. Погрешности в гравиметрическом анализе.
13. Предложите гравиметрические методы определения составных частей следующих веществ: CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O; CaCl<sub>2</sub>.
14. Задачи.

### **Модуль 3. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.**

1. Какие физические процессы лежат в основе оптических методов атомной спектроскопии?
2. Что такое атомизатор? Для каких целей он служит? В каких методах анализа используют атомизаторы?
3. На чем основан метод атомно-эмиссионной спектроскопии?
4. Что является источником возбуждения атомов в атомно-эмиссионной спектроскопии? Перечислите основные типы атомизаторов в атомно-эмиссионной спектроскопии. Какие из них пригодны для анализа растворов, какие — для анализа твердых проб?
5. В чем состоят основные причины отклонения градуировочных графиков в атомно-эмиссионной спектроскопии от линейной зависимости?
6. Приведите зависимость интенсивности атомно-эмиссионной линии от концентрации (уравнение Ломакина—Шайбе) и укажите смысл входящих в него параметров.
7. Что такое спектроскопические буферы (модификаторы матрицы)?
8. В каком варианте атомно-эмиссионной спектроскопии (и почему) достигается самый широкий диапазон определяемых концентраций?
9. Что такое «последние» спектральные линии?
10. В чем роль атомизатора в атомно-эмиссионном методе анализа?
11. Задачи.

### **Модуль 4. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.**

1. В чем роль атомизатора в атомно-абсорбционном методе анализа?
2. Что является аналитическим сигналом в атомно-абсорбционной спектроскопии? Как он связан с концентрацией определяемого соединения?
3. Перечислите основные типы атомизаторов, применяемых в атомно-абсорбционной спектроскопии.
4. В чем преимущества электротермического способа атомизации перед пламенным в атомно-абсорбционной спектроскопии?
5. Почему в атомно-абсорбционной спектроскопии необходимо использовать достаточно монохроматичные источники излучения?
6. Какие основные типы источников излучения в атомно-абсорбционной спектроскопии вам

известны?

7. Процессы, протекающие в пламени.
8. Задачи.

#### **Модуль 5. Методы молекулярной спектроскопии.**

1. Оптическая плотность (абсорбция), пропускательность. Их математические выражения
2. На чем основан метод молекулярной спектроскопии? С чем связано поглощение света?
3. В чем отличие фотокolorиметрии от спектрофотометрии?
4. На чем основан метод визуальной колориметрии? Каковы области его применения? Преимущества и недостатки метода.
5. В чем сущность закона Бугера-Ламберта? Его математическое и графическое выражение.
6. В чем сущность закона Бера?
7. Основной закон фотометрии, его математическое выражение.
8. Какова связь между концентрацией и толщиной поглощающего слоя?
9. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? От чего зависит его величина?
10. На чем основан выбор кюветы?
11. Каковы основные причины отклонения от основного закона фотометрии?
12. Каковы основные методы количественного анализа?
13. От чего зависит выбор метода анализа?
14. В каких случаях используется дифференциальный метод анализа? Преимущества этого метода.
15. В чем сущность метода фотометрического титрования? Преимущества этого метода.
16. На чем основаны нефелометрические и турбидиметрические методы анализа? В чем их отличие?
17. В чем отличие коллоидных частиц от истинных?
18. Какие определения проводят с помощью нефелометрии и турбидиметрии?
19. Какие химические реакции используют в практике фотометрических методов наиболее часто?
20. Какие условия нужно соблюдать для повышения точности анализа при фотометрических определениях?
21. В каких единицах выражается концентрация определяемого вещества (в водах, почвах, воздухе, сплавах и т.д.)?
22. Каковы определяемые концентрации в фотометрии и могут ли они варьировать для одного и того же элемента?
23. Каковы предельные определяемые концентрации в фотометрии (нижний и верхний предел)?
24. Принципиальная схема фотоэлектрокolorиметра. Назначение основных узлов.
25. Знать все лабораторные методы, что и каким методом определяли.
26. Что такое люминесценция? Какие вещества обладают люминесцентным излучением? В чем отличие флуоресценции от фосфорисценции?
27. Количественный и качественный люминесцентный анализ.
28. Каковы преимущества и недостатки люминесцентного метода?
29. Каковы стадии механизма люминесценции?
30. Что за явление тушение люминесценции? Факторы, влияющие на тушение люминесценции.
31. Задачи

#### **Модуль 6. Потенциометрические методы анализа.**

1. Сущность потенциометрии и ионометрии.
2. Классификация индикаторных электродов.
3. Электроды сравнения.
4. Что характеризует коэффициент селективности ионоселективного электрода? Как его можно оценить? Чем обусловлена высокая селективность твердых кристаллических мембран?
5. Потенциометрическое титрование.
6. Задачи.

#### **Модуль 7. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.**

1. Сущность кулонометрии. Виды кулонометрии. Чем отличается ячейка для кулонометрических измерений от ячейки для потенциометрических измерений?
2. Почему при избытке вспомогательного реагента получение электрогенерированного кулонометрического титранта протекает со 100%-ным выходом по току?
3. Сущность вольтамперометрии. Каковы характерные особенности ячейки для вольтамперометрии? Сущность индифферентного электролита?

4. При каких условиях предельный ток является диффузионным? Назовите отличительные признаки диффузионного тока.
5. Полярографические максимумы. Почему полярографические максимумы I рода исчезают при добавлении в раствор поверхностно-активных веществ?
6. В чем суть метода инверсионной вольтамперометрии и чем обусловлена высокая чувствительность метода?
7. Как выбирают условия проведения амперометрического титрования? Почему графитовый или платиновый электрод в амперометрическом титровании используют чаще, чем ртутный каплющий? От чего зависит вид кривой амперометрического титрования?
8. В чем различие прямой и косвенной кондуктометрии? Какой метод более селективен? Почему?
9. Чем обусловлена принципиально высокая разрешающая способность электрогравиметрии? Какие факторы влияют на воспроизводимость результатов в электрогравиметрии?
10. Задачи.

#### **Модуль 8. Хроматографические методы анализа.**

1. Классификация хроматографических методов анализа.
2. Хроматографические параметры.
3. Способы получения хроматограмм.
4. Способы расчета концентрации.
5. Теория теоретических тарелок.
6. Кинетическая теория хроматографирования.
7. Сущность газовой хроматографии.
8. Детекторы газовой хроматографии.
9. Жидкостная хроматография.
10. Детекторы жидкостной хроматографии.
11. Задачи.

#### **Контрольные вопросы к итоговому контролю**

Билеты к итоговому контролю формируются из вопросов к текущему контролю и задачам. В каждый билет входят 5 вопросов – 3 по теории и 2 задачи.

#### **Примерные тестовые задания**

Примерные тестовые задания по всем темам приведены в учебном пособии Татаева С.Д., Ахмедов С.А., Мирзаева Х.А. 500 тестов по аналитической химии. Учебное пособие. Махачкала: ИПЦ ДГУ. 2009.66 с. Пособие имеется в наличии в абонементе химического факультета Научной библиотеки ДГУ.

**7.4.** Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- выполнение домашнего задания и допуск к лабораторным работам – 25 баллов,
- выполнение и сдача лабораторных работ – 25 баллов,
- письменные контрольные работы – 20 баллов,
- тестирование – 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

Коллоквиум – 100 баллов

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

а) Основная

1. Основы аналитической химии. В двух книгах. Под ред. акад. РАН Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2012, 2010, 2004.

[https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2FWOnwD3uSO0dyChCIT8O%2FEplHDqvL%2F8lsDFA4kn1zic%3D&name=Zolotov\\_vol\\_1\\_ed\\_3.djvu&c=56804d1fddcb&page=1](https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2FWOnwD3uSO0dyChCIT8O%2FEplHDqvL%2F8lsDFA4kn1zic%3D&name=Zolotov_vol_1_ed_3.djvu&c=56804d1fddcb&page=1)

[https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2FQWaLNwdIT91Pb1oY%2FkhfrvWF9rshP%2F6Hy9tVw8XVWGM%3D&name=Zolotov\\_vol\\_2\\_ed\\_3.djvu&c=56804ce02c27](https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2FQWaLNwdIT91Pb1oY%2FkhfrvWF9rshP%2F6Hy9tVw8XVWGM%3D&name=Zolotov_vol_2_ed_3.djvu&c=56804ce02c27)  
[https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2F59nh90KJpFPvWoxIJ6v1x1MBcks13kRIOEIM%2FVoMnQY%3D&name=Zolotov\\_zadachnik.djvu&c=56804d24935d](https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2F59nh90KJpFPvWoxIJ6v1x1MBcks13kRIOEIM%2FVoMnQY%3D&name=Zolotov_zadachnik.djvu&c=56804d24935d)  
[https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2F608PwuzzNb6HjZ%2FJ9NFnYJ3jCXdKZQIEH%2FYyQ%2FfcNj78%3D&name=Zolotov\\_praktikum.djvu&c=56804e19cb83](https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-disk-public%3A%2F%2F608PwuzzNb6HjZ%2FJ9NFnYJ3jCXdKZQIEH%2FYyQ%2FfcNj78%3D&name=Zolotov_praktikum.djvu&c=56804e19cb83)  
<https://yadi.sk/d/rCoYXB6u1Gvi2>

2. Серов Ю.М. Хроматографические методы анализа. Учебное пособие / Ю. М. Серов; Серов Ю. М. - М.: Российский университет дружбы народов, 2011. – 220 с.
3. Васильев В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум. М.: Дрофа, 2006. - 416.
4. Васильев В.П. Аналитическая химия. Книга 1 и 2. М.: Дрофа, 2009. – 368, 384.

б) Дополнительная

1. Посыпайко В.И., Козырева Н.А., Логачева Ю.П. Химические методы анализа. М.: Высшая школа, 1989 .
2. Воскресенский А.Г., Солодкин И.О. и др. Сборник задач и упражнений по аналитической химии. М.: Просвещение, 1985 .
3. Скуг Д., Уэст. Основы аналитической химии. Т. 1,2. М.: Мир, 1979.
4. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Т. 2,3, М.: Химия, 1970.
5. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. Ч.1,2. М.: Высшая школа, 1982 .
6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. МГУ, 1984 .
7. Логинова Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин Н.С. Аналитическая химия. М.: Просвещение, 1975 .
8. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Химия. 1979 .
9. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разложение и измерение. Т. 1,2. М.: Химия, 1978 .
10. Лайтинен Г.А, Харрис В.Е. Химический анализ. М.: Химия, 1979 .

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. <http://himgos.ru/biblioteka/book.php?id=45>
2. <http://chembaby.com/analiticheskaya-ximiya/>

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (или его раздела/части), практических и/или семинарских занятий, лабораторных работ (практикумов), и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы, по использованию информационных технологий и т.д. Методические указания должны мотивировать студента к самостоятельной работе и не подменять учебную литературу.

Указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий: -рабочие тетради студентов; -наглядные пособия; -гlossарий (словарь терминов по тематике дисциплины); -тезисы лекций, -раздаточный материал и др.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде таблицы с указанием конкретного вида самостоятельной работы: -конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;

-проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;

-работа с нормативными документами и законодательной базой; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;

-выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);

-решение задач, упражнений;

-написание рефератов (эссе);

-работа с тестами и вопросами для самопроверки;

-выполнение переводов на иностранные языки/с иностранных языков;

-моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций;

-обработка статистических данных, нормативных материалов;

-анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

#### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Аналитическая химия» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

#### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек, вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждого двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по аналитической химии.

1. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.
2. Весы теххимические Leki B5002.
3. Иономеры в комплекте со штативами и электродами «Эксперт-001».
4. Магнитные мешалки LS220.

5. ДистилляторА-10.
6. Колориметры фотоэлектрические КФК-2, КФК-2МП, КФК-3, LekiSS1207.
7. Спектрофотометры СФ-46, СФ-56.
8. Атомно-абсорбционный спектрометр ААС-1N
9. Полярограф АВС-1.1
10. Центрифуги.
11. Набор лабораторной посуды.
12. Необходимые реактивы.