

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-  
шего 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:  
входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО специалитета по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия от «13» июля 2017 г. №622 с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.

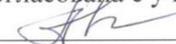
Разработчик(и): кафедра аналитической и фармацевтической химии, Бабуев М.А., к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры АиФХ от «25» 02 2022 г., протокол № 6

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

на заседании Методической комиссии химического факультета от «18»  
марта 2022 г., протокол № 7.

Председатель  \_\_\_\_\_ Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022 г.  \_\_\_\_\_ Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в «Базовый модуль направления» обязательной части «Блока 1. Дисциплины (модули)» образовательной программы специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия по профилю подготовки «Аналитическая химия».

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, 6.

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, и промежуточный контроль в форме зачета, экзамена и защиты курсовой работы.

Объем дисциплины 19 зачетных единиц, в том числе 684 академических часа по видам учебных занятий:

Форма обучения: Очная.

Се- местр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма проме- жуточной атте- стации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации			
3	360	72	180	-	-	-	108	зачет, экзамен
4	324	72	180	-	-	-	72	зачет, экзамен, курсовая работа
Итого:	684	144	360	-	-	-	280	

### 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 ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в «Базовый модуль направления» обязательной части «Блока 1. Дисциплины (модули)» образовательной программы специалитета по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия по профилю подготовки «Аналитическая химия».

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».

Приобретение знаний, умений и навыков по дисциплине «Аналитическая химия» позволит успешное прохождение учебной, производственной практик, а так же проведение научно-исследовательской работы.

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

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ПООП (при наличии))	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
<p><b>ОПК-1.</b> Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p><b>ОПК-1.1.</b> Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, выявляет ошибочные суждения и логические противоречия, опираясь на знание теоретических основ фундаментальных разделов химии</p>	<p><b>Знает:</b> теоретические основы базовых химических дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических задач; основные законы и закономерности, определяющие направление, скорость и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить простые операции с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин; сопоставлять химическую информацию из разных источников, выявлять ошибки и логические противоречия.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками критического анализа химической литературы.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>
	<p><b>ОПК-1.2.</b> Грамотно планирует и интерпретирует результаты собственных и расчетно-теоретических работ</p>	<p><b>Знает:</b> общие закономерности протекания химических процессов с участием веществ различной природы.</p> <p><b>Умеет:</b> применять знания общих закономерностей осуществления химических процессов при планировании и проведении экспериментальных и теоретических работ; прогнози-</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>

		<p>ровать результаты несложных последовательностей химических реакций на основе общих закономерностей процессов, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками применения знаний общих закономерностей протекания процессов из различных областей химической науки при интерпретации полученных результатов.</p>	
	<p><b>ОПК-1.3.</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</p>	<p><b>Знает:</b> общие правила формулировки заключения и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.</p> <p><b>Умеет:</b> сопоставлять химическую информацию из разных источников, выделять частное и общее, обобщать литературные данные и результаты собственных работ; грамотно формулировать выводы.</p> <p><b>Владеет:</b> теоретическими основами различных областей химии и навыками их использования при решении учебных и научных задач.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>
<p><b>ОПК-2.</b> Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Умеет синтезировать вещества различной природы (неорганические, органические, природного происхождения и т.д.) и получать материалы с заданным набором ха-</p>	<p><b>Знает:</b> основные приемы синтеза веществ различной природы.</p> <p><b>Умеет:</b> проводить одно-, двух- и многостадийный синтез с использованием предлагаемых методик.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками синтеза веществ и мате-</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>

	<p>рактических с использованием стандартных методик</p>	<p>риалов различной природы.</p>	
	<p><b>ОПК-2.2.</b> Предлагает различные методики синтеза веществ и материалов разной природы, с учетом имеющихся материальных и инструментальных ограничений</p>	<p><b>Знает:</b> теоретические основы синтеза веществ различной природы; основные методы получения разных классов химических реагентов (веществ и материалов). <b>Умеет:</b> выявлять корреляции «структура-свойство» и использовать их для разработки методов получения веществ и материалов; составлять схемы синтеза разной стадийности в зависимости от имеющихся ресурсов; выбрать оптимальный метод синтеза с учетом имеющихся ресурсов и возможностей; разработать методику получения интересующего вещества на основе литературных данных о способах получения аналогичных веществ. <b>Владеет:</b> навыками получения интересующего вещества на основе литературных данных о способах получения аналогичных веществ.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>
	<p><b>ОПК-2.3.</b> Умеет анализировать химический и фазовый состав веществ различной природы и материалов на их основе</p>	<p><b>Знает:</b> теоретические основы различных методов характеристики состава и структуры веществ и материалов; методов определения концентрации вещества в различных объектах. <b>Умеет:</b> работать на стандартном аналитическом оборудовании. <b>Владеет:</b> навыками использования различных инструментальных ме-</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>

		тодов для определения состава, структуры веществ и материалов и концентрации вещества в различных объектах.	
	<b>ОПК-2.4.</b> Грамотно выбирает метод исследования свойств веществ и материалов с учетом особенностей их природы, наличия ресурсов и сферы применения полученных результатов	<p><b>Знает:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов.</p> <p><b>Умеет:</b> оценить применимость того или иного метода для изучения состава, структуры и свойств веществ и материалов; грамотно расшифровать результаты физико-химических исследований состава, структуры и свойств веществ и материалов; оценить погрешности измеряемых характеристик веществ и материалов, источники ошибок при использовании выбранного метода исследования.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками изучения состава, структуры и свойств химических объектов с использованием серийного научного оборудования.</p>	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
	<b>ОПК-2.5.</b> Применяет на практике правила и нормы техники безопасности при работе с химическими объектами	<p><b>Знает:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами; приемы оказания первой помощи при химических поражениях; порядок действий при возникновении чрезвычайных ситуаций в лабораторных условиях.</p> <p><b>Умеет:</b> оценивать риски работы с определенным классом химических реактивов; ликвидировать последствия ава-</p>	Устный опрос, письменный опрос, тестирование

		<p>рий в результате неправильного обращения с химическими реактивами и физическими приборами в лабораторных условиях; планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных химических систем и объектов; контролировать параметры уровня негативных воздействий на их соответствие нормативным требованиям.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками безопасной работы с химическими реактивами; методологией оценки источников химической опасности и навыками ее устранения для повышения защищенности населения и среды его обитания от негативных воздействий опасных химических веществ и объектов; навыками оценки рисков и ущерба от воздействия на человека вредных и поражающих факторов, связанных с применением химических реагентов.</p>	
<p><b>ОПК-6</b> Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>	<p><b>ОПК-6.1</b> Грамотно составляет отчет о проделанной работе в письменной форме</p>	<p><b>Знает:</b> требования к рабочему журналу химика; правила составления протоколов отчетов химических опытов; требования к представлению результатов исследований в виде курсовых и квалификационных работ.</p> <p><b>Умеет:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии; представить результаты хи-</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>

		<p>мических исследований в соответствии с требованиями к квалификационным работам.</p> <p><b>Владеет:</b> опытом представления результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ в виде протоколов испытаний, отчетов, курсовых и квалификационных работ</p>	
	<p><b>ОПК-6.2</b> Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке</p>	<p><b>Знает:</b> требования к тезисам и научным статьям химического профиля;</p> <p><b>Умеет:</b> составить тезисы доклада и отдельные разделы статьи на русском и английском языке</p> <p><b>Владеет:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>
	<p><b>ОПК-6.3</b> Представляет результаты работы в устной форме на русском и английском языке</p>	<p><b>Знает:</b> грамматику, орфографию и орфоэпию русского и английского языка.</p> <p><b>Умеет:</b> представить результаты исследований в виде постера; формулировать вопросы к членам профессионального сообщества и отвечать на вопросы по теме проведенного исследования; грамотно и логично изложить результаты проделанной работы в устной форме на русском и английском языке.</p> <p><b>Владеет:</b> свободно русским и английским языком.</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование</p>

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

4.1. Объем дисциплины составляет 19 зачетных единиц, 684 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ 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	СР	ДР		
<b>3 семестр</b>										
<b>Модуль 1. Реакции обнаружения ионов</b>										
1	Тема 1. Предмет, задачи и методы аналитической химии.	3	1	4		8		4	Тестирование, письменная контрольная работа	
2	Тема 2. Реакции обнаружения ионов	3	1-2	4		12		4		
	<i>Итого по модулю 1:</i>	3	1-2	<b>8</b>		<b>20</b>		<b>8</b>	Коллоквиум	
<b>Модуль 2. Осаждение как метод разделения и концентрирования</b>										
1	Тема 3. Осаждение как метод разделения и концентрирования	3	3-5	6		22		8	Тестирование, письменная контрольная работа	
	<i>Итого по модулю 2:</i>	3	3-5	<b>6</b>		<b>22</b>		<b>8</b>	Коллоквиум	
<b>Модуль 3. Экстракция как метод разделения и концентрирования</b>										
1	Тема 4. Экстракция как метод разделения и концентрирования	3	5-7	6		20		10	Тестирование, письменная контрольная работа	
	<i>Итого по модулю 3:</i>	3	5-7	<b>6</b>		<b>20</b>		<b>10</b>	Коллоквиум	
<b>Модуль 4. Сорбция как метод разделения и концентрирования</b>										
1	Тема 5. Сорбция как метод разделения и концентрирования	3	7-8	8		18		10	Тестирование, письменная контрольная работа	
	<i>Итого по модулю 4:</i>	3	7-8	<b>8</b>		<b>18</b>		<b>10</b>	Коллоквиум	
<b>Модуль 5. Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.</b>										
1	Тема 6. Метрологи-	3	9	2		-		2	Тестирование,	

	ческие основы химического анализа								письменная контрольная работа
2	Тема 7. Кислотно-основное равновесие.	3	9	4		4		2	
3	Тема 8. Кислотно-основное титрование.	3	9-10	4		16		2	
	<i>Итого по модулю 5:</i>	3	9-10	<b>10</b>		<b>20</b>		<b>6</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 6. Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование</b>									
1	Тема 9. Окислительно - восстановительное равновесие.	3	11	4		8		2	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 10. Окислительно - восстановительное титрование.	3	11-12	4		12		6	
	<i>Итого по модулю 6:</i>	3	11-12	<b>8</b>		<b>20</b>		<b>8</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 7. Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексометрическое титрование.</b>									
1	Тема 11. Равновесие в растворах комплексных соединений.	3	13	6		8		4	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 12. Комплексометрическое титрование.	3	13-14	4		12		2	
	<i>Итого по модулю 7:</i>	3	13-14	<b>10</b>		<b>20</b>		<b>6</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 8. Равновесие в растворе «осадок – раствор». Методы осадительного титрования.</b>									
1	Тема 13. Равновесие в растворе «осадок – раствор».	3	15	4		8		4	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 14. Методы осадительного титрования.	3	15-16	4		12		4	
	<i>Итого по модулю 8:</i>	3	15-16	<b>8</b>		<b>20</b>		<b>8</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 9. Гравиметрический метод анализа.</b>									
1	Тема 15. Метод отгонки.	4	17	2		8		4	Тестирование, письменная контрольная работа

2	Тема 16. Метод осаждения.	4	17-18	6		12		4	
	<i>Итого по модулю 9:</i>	4	17-18	<b>8</b>		<b>20</b>		<b>8</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 10. Подготовка к экзамену.</b>									
1	Подготовка к экзамену.	3	19-20	–		–		36	Зачет, экзамен
	<i>Итого по модулю 10:</i>	3	19-20	–		–		36	Зачет, экзамен
	<b>Итого за 3 сем.:</b>	<b>3</b>	<b>1-20</b>	<b>72</b>		<b>180</b>		<b>108</b>	<b>Зачет, экзамен</b>
<b>4 семестр</b>									
<b>Модуль 1. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.</b>									
1	Тема 17. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.	4	24-26	8		24		4	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>	4	24-26	<b>8</b>		<b>24</b>		<b>4</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 2. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.</b>									
1	Тема 18. Методы атомной спектроскопии.	4	26-28	10		22		4	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>	4	26-28	<b>10</b>		<b>22</b>		<b>4</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 3. Методы молекулярной спектроскопии.</b>									
1	Тема 19. Методы молекулярной спектроскопии.	4	28-30	8		24		1	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 20. Кинетические методы анализа.	4	28	2		–		1	
	<i>Итого по модулю 3:</i>	4	28-30	<b>10</b>		<b>24</b>		<b>2</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 4. Потенциметрические методы анализа.</b>									
1	Тема 21. Потенциметрические методы анализа.	4	31-33	8		24		4	Тестирование, письменная контрольная работа
	<i>Итого по модулю 4:</i>	4	31-33	<b>8</b>		<b>24</b>		<b>4</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 5. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.</b>									
1	Тема 22. Вольтамперометрия.	4	33-34	6		12		2	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 23. Кондуктометрия.	4	34	2		4		1	
3	Тема 24. Кулонометрия.	4	35	4		4		1	
	<i>Итого по модулю 5:</i>	4	33-35	<b>12</b>		<b>20</b>		<b>4</b>	Коллоквиум
<b>Модуль 6. Методы плоскостной и жидкостной хроматографии.</b>									
1	Тема 25. Основы хроматографических методов анализа.	4	35	2		4		1	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 26. Методы плоскостной хроматографии.	4	35-36	2		8		1	
3	Тема 26. Методы	4	36-37	6		10		2	

	жидкостной хроматографии.								
	<i>Итого по модулю 6:</i>	4	35-37	10		22		4	Коллоквиум
<b>Модуль 7. Методы газовой хроматографии.</b>									
1	Тема 27. Метод газоадсорбционной хроматографии.	4	37-38	2		8		4	Тестирование, письменная контрольная работа
2	Тема 28. Метод газожидкостной хроматографии.	4	38-39	4		12		6	
	<i>Итого по модулю 7:</i>	4	37-39	6		20		10	Коллоквиум
<b>Модуль 8. Анализ реальных объектов.</b>									
1	Тема 29. Анализ реальных объектов.	4	39-41	8		24		4	Отчет по курсовой работе
	<i>Итого по модулю 8:</i>	4	39-41	8		24		4	Курсовая работа
<b>Модуль 9. Подготовка к экзамену.</b>									
1	Подготовка к экзамену.	4	42-43	–		–		36	Зачет, экзамен
	<i>Итого по модулю 9:</i>	4	42-43	–		–		36	Зачет, экзамен
	<i>Итого за 4 сем.:</i>	4	24-43	72		180		72	Зачет, экзамен, курсовая работа

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

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### III семестр

##### Модуль 1. Реакции обнаружения ионов.

*Лекция 1. (2 часа).* Предмет аналитической химии, её структура. Задачи и методы аналитической химии, их классификация.

*Лекция 2. (2 часа).* Классификация аналитических реакций. Характеристики аналитических реакций. Значение аналитической химии в науке, экономике и т.д.

*Лекция 3. (2 часа).* Аналитическая классификация ионов, методы идентификации, используемые реакции.

*Лекция 4. (2 часа).* Дробный и систематический ход анализа.

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

*Лекция 5. (2 часа).* Методы разделения и концентрирования. Константы распределения, коэффициент распределения, степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

*Лекция 6. (2 часа).* Методы осаждения. Концентрирование элементов методом осаждения.

*Лекция 7. (2 часа).* Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

##### Модуль 3. Экстракция как метод разделения и концентрирования

*Лекция 8. (2 часа).* Экстракция. Теоретические основы. Классификация экстракционных систем.

*Лекция 9. (2 часа).* Факторы, влияющие на селективное разделение элементов.

*Лекция 10. (2 часа).* Концентрирование микроэлементов экстракционным методом.

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

*Лекция 11. (2 часа).* Сорбционные методы разделения и концентрирования. Механизм действия сорбентов.

*Лекция 12. (2 часа).* Виды сорбентов. Модифицированные сорбенты.

*Лекция 13. (2 часа).* Хелатные сорбенты.

*Лекция 14. (2 часа).* Применение сорбентов для разделения и концентрирования в анализе реальных объектов.

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

*Лекция 15. (2 часа).* 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.

*Лекция 16. (2 часа).* Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса и Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота – сопряженное основание и растворитель.

*Лекция 17. (2 часа).* Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость.

*Лекция 18. (2 часа).* 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.

*Лекция 19. (2 часа).* Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка 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**

*Лекция 20. (2 часа).* Окислительно-восстановительные реакции. Направление реакций, факторы, влияющие на потенциал реакций. Стандартный и формальный потенциалы. Константа равновесия, его связь со стандартным потенциалом.

*Лекция 21. (2 часа).* Важнейшие неорганические и органические окислители и восстановители.

*Лекция 22. (2 часа).* Кривые титрования. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Основы перманганатометрического титрования. Первичные и вторичные стандарты метода.

*Лекция 23. (2 часа).* Иодометрия и иодиметрия. Дихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы.

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

*Лекция 24. (2 часа).* Равновесия в реакциях комплексообразования. Классификация КС, ступенчатое комплексообразование.

*Лекция 25. (2 часа).* Количественные характеристики КС ( $\beta_{уст.}$ , функции образования и закомплексованности, степень образования).

*Лекция 26. (2 часа).* Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Органические реагенты в анализе.

*Лекция 27. (2 часа).* Основы комплексометрического титрования. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Ме-

таллохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы.

**Лекция 28. (2 часа).** Способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

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

**Лекция 29. (2 часа).** 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.

**Лекция 30. (2 часа).** Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Причины загрязнения осадка. Классификация видов соосаждения.

**Лекция 31. (2 часа).** Основы метода осадительного титрования. Классификация методов.

**Лекция 32. (2 часа).** Кривые титрования. Индикаторы. Определяемые вещества. Погрешности титрования.

#### **Модуль 9. Гравиметрический метод анализа.**

**Лекция 33. (2 часа).** Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического метода, преимущества и недостатки. Метод отгонки. Прямые и косвенные методы определения методом отгонки.

**Лекция 34. (2 часа).** Основы метода осаждения. Важнейшие органические и неорганические осадители.

**Лекция 35. (2 часа).** Погрешности в гравиметрическом анализе. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам.

**Лекция 36. (2 часа).** Термогравиметрический метод.

### **IV СЕМЕСТР**

#### **Модуль 1. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.**

**Лекция 1. (2 часа).** Основы спектроскопических методов анализа. Классификация методов. Спектры испускания, поглощения и рассеяния. Типы энергетических уровней и переходов. Интенсивность и ширина спектральной линии. Структура атомных и молекулярных спектров.

**Лекция 2. (2 часа).** Спектральные приборы и характеристики основных узлов.

**Лекция 3. (2 часа).** Общие положения атомной спектроскопии. Классификация методов атомной спектроскопии. Основы АЭС. 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.

**Лекция 4. (2 часа).** Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Спектральные помехи. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

#### **Модуль 2. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.**

**Лекция 5. (2 часа).** Основы метода атомно-абсорбционной спектроскопии. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

**Лекция 6. (2 часа).** Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения.

**Лекция 7. (2 часа).** Метрологические характеристики. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом.

**Лекция 8. (2 часа).** Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия

**Лекция 9. (2 часа).** Основы электронной спектроскопии. Разновидности электронной спектроскопии.

### **Модуль 3. Методы молекулярной спектроскопии.**

**Лекция 10. (2 часа).** Основы молекулярной спектроскопии. Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой областях. Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул.

**Лекция 11. (2 часа).** Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основной закон светопоглощения и причины отклонения от него (инструментальные и физико-химические). Фотометрические реакции. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

**Лекция 12. (2 часа).** Основы люминесценции. Типы люминесценции. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Аппаратура и техника люминесцентного анализа.

**Лекция 13. (2 часа).** Нефелометрия и турбидиметрия. Рефрактометрия и поляриметрия.

**Лекция 14. (2 часа).** Кинетические и биохимические методы анализа. Сущность методов. Каталитический и некаталитический варианты метода. Чувствительность и селективность метода.

### **Модуль 4. Потенциометрические методы анализа.**

**Лекция 15. (2 часа).** Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки.

**Лекция 16. (2 часа).** Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Прямая потенциметрия. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика.

**Лекция 17. (2 часа).** Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Измерение потенциала. Ионометрия.

**Лекция 18. (2 часа).** Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы.

### **Модуль 5. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.**

**Лекция 19. (2 часа).** Кулонометрия. Теоретические основы. Закон Фарадея. Виды кулонометрии.

**Лекция 20. (2 часа).** Основы вольтамперометрических методов анализа. Полярография. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Конденсаторный, миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны.

**Лекция 21. (2 часа).** Современные разновидности полярографии: полярография с быстрой линейной разверткой потенциала (осциллографическая полярография), импульсная полярография, переменноточковая полярография. Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

**Лекция 22. (2 часа).** Вольтамперометрия. Индикаторные электроды. Применение твердых электродов. Получение и характеристика вольтамперной кривой.

**Лекция 23. (2 часа).** Классификация вольтамперометрических методов. Амперометрическое титрование.

**Лекция 24. (2 часа).** Основы кондуктометрического метода анализа. Преимущества и недостатки. Практическое применение. Электрогравиметрия. Практическая реализация метода и его метрологические характеристики.

#### **Модуль 6. Методы плоскостной и жидкостной хроматографии.**

**Лекция 25. (2 часа).** Классификация хроматографических методов анализа. Хроматографические параметры. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория.

**Лекция 26. (2 часа).** 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.

**Лекция 27. (2 часа).** Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Насосы, колонки. Основные типы детекторов.

**Лекция 28. (2 часа).** 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.

**Лекция 29. (2 часа).** 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.

#### **Модуль 7. Методы газовой хроматографии.**

**Лекция 30. (2 часа).** Основы газовой хроматографии. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Колонки. Области применения газоадсорбционной хроматографии.

**Лекция 31. (2 часа).** Основы газо-жидкостной хроматографии. Неподвижные жидкие фазы. Носители неподвижных жидких фаз.

**Лекция 32. (2 часа).** Химически связанные фазы. Области применения газовой хроматографии. Особенности газовых хроматографов. Детекторы.

#### **Модуль 8. Анализ реальных объектов.**

**Лекция 33. (2 часа).** Химико-аналитический контроль реальных объектов и его роль в промышленности, геологии, сельском хозяйстве, медицине. Основные объекты анализа. Аналитический цикл и его основные этапы. Пробоотбор. Пробоподготовка.

**Лекция 34. (2 часа).** Анализ вод. Анализ воздуха. Анализ почв и донных отложений.

**Лекция 35. (2 часа).** Анализ биологических материалов. Анализ геологических объектов. Анализ металлов и сплавов.

**Лекция 36. (2 часа).** Анализ веществ высокой чистоты. Современное состояние и тенденции развития методов аналитической химии.

#### **4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.**

##### **III СЕМЕСТР**

<b>№</b>	<b>Цель и содержание лабораторной работы</b>	<b>Кол-во часов</b>
<b>Модуль 1. Реакции обнаружения ионов</b>		
1	Характеристика аналитических реакций. Решение задач на тему «Чувстви-	4

	тельность аналитических реакций».	
2	Аппаратура, техника полумикроанализа. Классификация ионов. Реакции обнаружения ионов $\text{NH}_4^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ .	4
3	Реакции обнаружения катионов p и d-элементов: $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{As}^{5+}$ .	4
4	Реакции обнаружения анионов. Решение экспериментальной задачи на обнаружение катионов (дробный ход анализа)	4
5	Прием работ. <b>Коллоквиум №1.</b>	4
<b>Модуль 2. Осаждение как метод разделения и концентрирования</b>		
1	Теоретические основы разделения ионов на группы.	4
2	Методы разделения и концентрирования. Разделение катионов s-, p-, d-элементов в смеси на группы (систематический ход анализа).	8
3	Решение экспериментальной задачи на разделение и определение в смеси ионов.	4
4	Оформление и сдача лабораторных работ.	4
5	<b>Коллоквиум №2.</b>	2
<b>Модуль 3. Экстракция как метод разделения и концентрирования</b>		
1	Реакции обнаружения ионов методом экстракции.	4
2	Решение задач. на тему: "Экстракция".	4
3	Концентрирование ионов тяжелых металлов из вод.	4
4	Контр. раб. по теме «Экстракция». Тестирование.	4
5	Оформление и сдача лабораторных работ. <b>Коллоквиум №3.</b>	4
<b>Модуль 4. Сорбция как метод разделения и концентрирования</b>		
1	Разделение элементов методом распределительной бумажной хроматографии.	4
2	Разделение красителей методом тонкослойной хроматографии	4
3	Разделение и обнаружение катионов и анионов в смеси на КУ-2 И АН-31.	4
4	Решение задач по теме «Сорбционные методы разделения и концентрирования».	2
5	Оформление и сдача лабораторных работ. <b>Коллоквиум №4.</b>	4
<b>Модуль 5. Равновесие в растворах кислот и оснований. Кислотно-основное титрование.</b>		
1	Гомогенное равновесие. Расчет pH в растворах сильных и слабых электролитов. Расчет pH буферных растворов.	4
2	Приготовление и стандартизация раствора HCl. Определение NaOH. Решение задач.	4
3	Теоретические основы определения двухкомпонентных систем методом кислотно-основного титрования. Определение NaOH и $\text{Na}_2\text{CO}_3$ при совместном присутствии. Решение задач.	4
4	Приготовление и стандартизация NaOH, определение солей аммония. Приготовление раствора $\text{KMnO}_4$ . Решение задач.	4
5	Оформление и сдача работ. <b>Коллоквиум №5.</b>	4
<b>Модуль 6. Равновесие в окислительно-восстановительных системах. Окислительно-восстановительное титрование</b>		
1	Решение задач на расчет равновесий в реакциях окисления-восстановления.	4
2	Методы окислительно-восстановительного титрования. Приготовление растворов $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Стандартизация $\text{KMnO}_4$ .	4
3	Перманганатометрическое и дихроматометрическое определение Fe (II). Решение задач.	4
4	Стандартизация раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Иодометрическое определение меди (в сплавах, лекарств, препаратах).	4
5	Оформление и сдача работ. <b>Коллоквиум №6.</b>	4

<b>Модуль 7. Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексометрическое титрование.</b>		
1	Расчет равновесий в реакциях комплексообразования. Решение задач на расчет равновесных концентраций комплексообразователя, лиганда, констант устойчивости.	8
2	Комплексометрия. Приготовление рабочих растворов. Определение общей жесткости воды.	4
3	Контрольная задача: определение ионов кальция и магния при совместном присутствии.	4
4	Оформление и сдача лабораторных работ. <b>Коллоквиум №7.</b>	4
<b>Модуль 8. 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».	8
2	Определение хлоридов методом Мора в водопроводной воде	4
3	Определение содержания серебра методом Фольгарда.	4
4	Оформление и сдача лабораторных работ. <b>Коллоквиум №8.</b>	4
<b>Модуль 9. Гравиметрический метод анализа.</b>		
1	Расчеты в гравиметрии. Решение задач.	4
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.).	4
3	Определение железа в железоаммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах гравиметрическим методом (получение осаждаемой формы, фильтрование, промывание).	4
4	Определение железа в железоаммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах гравиметрическим методом (прокаливание, расчет содержания).	4
5	Оформление и сдача лабораторных работ. <b>Коллоквиум №9.</b>	4

#### IV СЕМЕСТР

<b>№</b>	<b>Цель и содержание лабораторной работы</b>	<b>Кол-во часов</b>
<b>Модуль 1. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.</b>		
1	Решение задач на тему «Метод атомно-эмиссионной спектроскопии»	4
2	Реакции окрашивания пламени: Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Cu, $BO_2^-$ .	4
3	Пламенно-фотометрическое определение $Na^+$ в воде методом ограничивающих реагентов.	4
4	Идентификация бронз и латуней с помощью стилоскопа СЛ-13. Количественное определение Mn в латуни.	4
5	Определение калия в лекарственных средствах.	4
6	Оформление и сдача лабораторных работ. <b>Коллоквиум №1.</b>	4
<b>Модуль 2. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.</b>		
1	Решение задач на тему «Метод атомно-абсорбционной спектроскопии»	4
2	Атомно-абсорбционный метод определения меди в алюминиевых сплавах.	4
3	Атомно-абсорбционное определение свинца в почвах	4
4	Атомно-абсорбционное определение цинка в воде методом добавок.	4
5	Определение тяжелых металлов в пищевых продуктах.	4
6	Оформление и сдача лабораторных работ. <b>Коллоквиум №2.</b>	2
<b>Модуль 3. Методы молекулярной спектроскопии.</b>		
1	Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката или $Fe^{3+}cSCN^-$ .	4

2	Фотометрическое определение Fe (III) с роданид-ионом или сульфосалициловой кислотой.	4
3	Реакции обнаружения ионов $Mg^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $Cu^{2+}$ , $UO_2^{2+}$ люминесцентным методом.	4
4	Турбидиметрическое определение $SO_4^{2-}$ в водах.	4
5	Определение концентрации этилового спирта в экстрактах и сахаров в растворах методом рефрактометрии.	4
6	Оформление и сдача работ. <b>Коллоквиум №3.</b>	4
<b>Модуль 4. Потенциометрические методы анализа.</b>		
1	Решение задач на тему «Потенциометрические методы анализа».	4
2	Ионометрия. Настройка pH-метра. Определение $[H^+]$ и pH.	4
3	Определение $NO_3^-$ в пищевых продуктах.	4
4	Определение $F^-$ в зубных пастах.	4
5	Определение $Fe^{2+}$ в присутствии $Fe^{3+}$ методом потенциометрического титрования.	4
6	Оформление и сдача работ. <b>Коллоквиум №4.</b>	4
<b>Модуль 5. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.</b>		
1	Решение задач на тему «Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия».	4
2	Вольтамперометрическое определение малых концентраций тяжелых металлов.	4
3	Кондуктометрическое определение содержания NaCl.	4
4	Электрогравиметрический анализ. Определение Cu в сплавах. Кулонометрическое определение металлов в водах.	4
5	Оформление и сдача работ. <b>Коллоквиум №5.</b>	4
<b>Модуль 6. Методы плоскостной и жидкостной хроматографии.</b>		
1	Решение задач на тему «Методы плоскостной и жидкостной хроматографии».	4
2	Определение содержания меди и железа в пищевых продуктах методом распределительной бумажной хроматографии.	4
3	Определение пестицидов методом ТСХ.	4
4	Анализ водопроводной воды на содержание $Cl^-$ , $NO_3^-$ и $SO_4^{2-}$ методом жидкостной ионной хроматографии.	4
5	Разделение меди и железа на катионите КУ-2.	4
6	Прием работ по плоскостной и жидкостной хроматографии. <b>Коллоквиум №6.</b>	2
<b>Модуль 7. Методы газовой хроматографии.</b>		
1	Решение задач на тему «Методы газовой хроматографии»	4
2	Определение компонентного состава жирных масел методом ГЖХ.	4
3	Определение компонентного состава этанола и алкогольных напитков методом ГЖХ.	4
4	Определение компонентного состава эфирных масел методом ГЖХ.	4
5	Прием работ по хроматографии. <b>Коллоквиум №7.</b>	4
<b>Модуль 8. Анализ реальных объектов.</b>		
1	Выполнение экспериментальной части курсовой работы.	20
2	Защита курсовой работы	4

## 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.
- ✓ Учебный ринг.
- ✓ Деловая игра.

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

### Виды и порядок выполнения самостоятельной работы:

№	Разделы и темы для самостоятельного изучения	Вид контроля	Учебно-метод. обеспечение
<b>III СЕМЕСТР</b>			
<b>Модуль I. Реакции обнаружения ионов</b>			
1	Характеристика аналитических реакций. Решение задач на тему «Чувствительность аналитических реакций».	Проверка методов решения задач.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	Аппаратура, техника полумикроанализа. Классификация ионов. 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 8 и 9 данного документа.
3	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 8 и 9 данного документа.
4	Реакции обнаружения анионов. Решение экспериментальной задачи на обнаружение катионов (дробный ход анализа). Контрольная работа на обнаружение ионов.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Реакции обнаружения анионов». Подготовка к контрольной работе.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Прием работ. Коллоквиум №1.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль II. Осаждение как метод разделения и концентрирования</b>			
1	Теоретические основы разделения ионов на группы.	Подготовка к тестированию	См. разделы 8 и 9 данного документа.
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 8 и 9 данного документа.
3	Решение экспериментальной задачи на разделение и определение в	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение элемен-	См. разделы 8 и 9 данного

	смеси ионов.	тов в группах»	документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №2.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль III. Экстракция как метод разделения и концентрирования</b>			
1	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 8 и 9 данного документа.
2	Решение задач по теме «Экстракция».	Решение задач	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	Концентрирование ионов тяжелых металлов из вод.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Концентрирование ионов тяжелых металлов из вод методом экстракции».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Контр. раб. по теме «Экстракция». Тестирование.	Подготовка к контрольной работе и экстракции	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №3.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль IV. Сорбция как метод разделения и концентрирования</b>			
1	Разделение элементов методом распределительной бумажной хроматографии.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Разделение элементов методом распределительной бумажной хроматографии».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	Разделение красителей методом тонкослойной хроматографии	Подготовка конспекта лабораторной работы «Разделение красителей методом тонкослойной хроматографии»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	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 8 и 9 данного документа.
4	Решение задач по теме «Сорбционные методы разделения и концентрирования».	Решение задач.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №4.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 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 электролитов. Расчет pH буферных растворов.	Проработка теоретического материала по теме «Гомогенное равновесие»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	Приготовление и стандартизация раствора HCl. Определение NaOH. Решение задач.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Приготовление и стандартизация раствора HCl. Определение NaOH».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	Теоретические основы определения двухкомпонентных систем	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение NaOH и	См. разделы 8 и 9 данного

	методом кислотно-основного титрования. Определение NaOH и Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> при совместном присутствии. Решение задач.	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> при совместном присутствии».	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 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №5.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного 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 8 и 9 данного документа.
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> .	Подготовка конспекта лабораторной работы «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> ».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	Перманганатометрическое и дихроматометрическое определение Fe (II). Решение задач.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Перманганатометрическое и дихроматометрическое определение Fe (II)».	См. разделы 8 и 9 данного 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 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №6.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного 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 8 и 9 данного документа.
2	Комплексометрия. Приготовление рабочих растворов. Определение общей жесткости воды.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение общей жесткости воды».	См. разделы 8 и 9 данного 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 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №7.	Оформление результатов лабораторных работ. Подготовка к коллоквиуму.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль VIII. Равновесие в системе «раствор – осадок». Осадительное титрование.</b>			
1	Гетерогенное равновесие. Расчет	Проверка методов решения задач.	См. разделы

	условий растворения и образования осадков. Решение задач. Контрольное тестирование на тему: «Равновесие осадок-раствор.		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 8 и 9 данного документа.
3	Определение содержания серебра методом Фольгарда.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение содержания серебра методом Фольгарда».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №8.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль IX. Гравиметрический метод анализа.</b>			
1	Расчеты в гравиметрии. Решение задач.	Решение задач	См. разделы 8 и 9 данного документа.
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.).	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение различных вод».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	Определение железа в железоаммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах гравиметрическим методом (получение осаждаемой формы, фильтрование, промывание).	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение железа в железоаммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Определение железа в железоаммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах гравиметрическим методом (прокаливание, расчет содержания).	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение железа в железоаммонийных квасцах или серы в растворимых сульфатах»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №9.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>IV СЕМЕСТР</b>			
<b>Модуль I. Метод атомно-эмиссионной спектроскопии.</b>			
1	Решение задач на тему «Метод атомно-эмиссионной спектроскопии»	Проверка методов решения задач.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	Реакции окрашивания пламени: Li, Na, K, Ca, Sr, Ba. Решение задач на чувствительность.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Реакции окрашивания пламени: Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Cu, $\text{VO}_2^-$ ».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	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 8 и 9 данного документа.

4	Идентификация бронз и латуней с помощью стилоскопа СЛ-13. Количественное определение Mn в латуни.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Идентификация бронз и латуней с помощью стилоскопа СЛ-13»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Определение калия в лекарственных средствах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение калия в лекарственных средствах».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
6	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №1.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль II. Метод атомно-абсорбционной спектроскопии.</b>			
1	Решение задач на тему «Метод атомно-абсорбционной спектроскопии»	Проверка методов решения задач.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	Атомно-абсорбционный метод определения меди в алюминиевых сплавах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Атомно-абсорбционный метод определения меди в алюминиевых сплавах»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	Атомно-абсорбционное определение свинца в почвах	Подготовка конспекта лабораторной работы «Атомно-абсорбционное определение свинца в почвах»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Атомно-абсорбционное определение цинка в воде методом добавок.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Атомно-абсорбционное определение цинка в воде методом добавок».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Определение тяжелых металлов в пищевых продуктах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение тяжелых металлов в пищевых продуктах».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
6	Оформление и сдача лабораторных работ. Коллоквиум №2.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль III. Методы молекулярной спектроскопии.</b>			
1	Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката или $Fe^{3+}$ с $SCN^-$ .	Подготовка конспекта лабораторной работы «Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката или $Fe^{3+}$ с $SCN^-$ »	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	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 8 и 9 данного документа.
3	Реакции обнаружения ионов $Mg^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $Cu^{2+}$ , $UO_2^{2+}$ люминесцентным методом.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Реакции обнаружения ионов $Mg^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $Cu^{2+}$ , $UO_2^{2+}$ люминесцентным методом»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Турбидиметрическое определение $SO_4^{2-}$ в водах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Турбидиметрическое определение $SO_4^{2-}$ в водах»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Определение концентрации этило-	Подготовка конспекта лаборатор-	См. разделы

	вого спирта в экстрактах и сахаров в растворах методом рефрактометрии.	ной работы «Определение концентрации этилового спирта в экстрактах и сахаров в растворах методом рефрактометрии»	8 и 9 данного документа.
6	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №3.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль IV. Потенциометрические методы анализа.</b>			
1	Решение задач на тему «Потенциометрические методы анализа».	Проверка методов решения задач.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	Ионометрия. Настройка рН-метра. Определение $[H^+]$ и рН в растворах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение $[H^+]$ и рН в растворах»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	Определение $NO_3^-$ в пищевых продуктах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение $NO_3^-$ в пищевых продуктах»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Определение $F^-$ в зубных пастах.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение $F^-$ в зубных пастах №.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Определение $Fe^{2+}$ в присутствии $Fe^{3+}$ методом потенциометрического титрования.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение $Fe^{2+}$ в присутствии $Fe^{3+}$ методом потенциометрического титрования»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
6	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №4.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль V. Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия.</b>			
1	Решение задач на тему «Вольтамперометрия, кондуктометрия, кулонометрия».	Проверка методов решения задач.	
2	Вольтамперометрическое определение малых концентраций тяжелых металлов.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Вольтамперометрическое определение малых концентраций тяжелых металлов»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	Кондуктометрическое определение содержания NaCl.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Кондуктометрическое определение содержания NaCl»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Электрогравиметрический анализ. Определение Cu в сплавах. Кулонометрическое определение металлов в водах.	Подготовка конспектов лабораторных работ «Электрогравиметрический анализ. Определение Cu в сплавах» и «Кулонометрическое определение металлов в водах.»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Оформление и сдача работ. Коллоквиум №5.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль VI. Методы плоскостной и жидкостной хроматографии.</b>			
1	Решение задач на тему «Методы плоскостной и жидкостной хроматографии».	Проверка методов решения задач.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	Определение содержания меди и железа в пищевых продуктах ме-	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение содержа-	См. разделы 8 и 9 данного

	тодом распределительной бумажной хроматографии.	ния меди и железа в пищевых продуктах методом распределительной бумажной хроматографии»	документа.
3	Определение пестицидов методом ТСХ.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение пестицидов методом ТСХ».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Анализ водопроводной воды на содержание $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ и $\text{SO}_4^{2-}$ методом жидкостной ионной хроматографии.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Анализ водопроводной воды на содержание $\text{Cl}^-$ , $\text{NO}_3^-$ и $\text{SO}_4^{2-}$ методом жидкостной ионной хроматографии»	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Разделение меди и железа на катионите КУ-2.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Разделение меди и железа на катионите КУ-2».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
6	Прием работ по плоскостной и жидкостной хроматографии. Коллоквиум №б.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль VII. Методы газовой хроматографии.</b>			
1	Решение задач на тему «Методы газовой хроматографии»	Проверка методов решения задач.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
2	Определение компонентного состава жирных масел методом ГЖХ.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение компонентного состава жирных масел методом ГЖХ».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
3	Определение компонентного состава этанола и алкогольных напитков методом ГЖХ.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение компонентного состава этанола и алкогольных напитков методом ГЖХ».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
4	Определение компонентного состава эфирных масел методом ГЖХ.	Подготовка конспекта лабораторной работы «Определение компонентного состава эфирных масел методом ГЖХ».	См. разделы 8 и 9 данного документа.
5	Прием работ по хроматографии. Коллоквиум №7.	Подготовка к коллоквиуму. Оформление результатов лабораторных работ.	См. разделы 8 и 9 данного документа.
<b>Модуль 8. Анализ реальных объектов.</b>			
1	Выполнение курсовой работы	Выполнение курсовой работы	См. разделы 8 и 9 данного документа.

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

### 7.1. 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 и концентрирования**

1. Дробный и систематический ход анализа.
2. Разделение катионов на группы кислотно-основной классификацией.
3. Разделение анионов по растворимости солей  $Ba^{2+}$  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:  $AgNO_3$ ,  $KCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $KMnO_4$ ,  $KI$ ,  $BaCl_2$ ,  $NaOH$ ,  $NH_4OH$ . Использование их для разделения катионов и анионов.
8. Как раздельно обнаружить в смеси  $Ba^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ;  $Ag^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ ;  $Co^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ;  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ;  $Fe^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ;  $Br^-$ ,  $Cl^-$ .
9. Задачи

#### **Модуль 3. Экстракция как метод разделения и концентрирования**

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 разделения. Связь между степенью извлечения и коэффициентом распределения.
4. Примеры экстрагируемых систем. Экстракционное обнаружение  $Fe^{3+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Sb(V)$ .
5. Задачи.

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

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 Н-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  $Al_2O_3$  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:  
 $HClO_4$ ,  $NH_3$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HS^-$ ,  $H_2CO_3$ ,  $NH_4^+$ ,  $S^{2-}$ ,  $HCOO^-$ ,  $CH_3COOH$ ,  $H_2PO_4^-$ ?
4. Что такое амфолит? Укажите, какие из приведенных соединений являются амфолитами:  $NH_4^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $HF_2^-$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $CO(NH_2)_2$ .
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 рН слабых и сильных электролитов.
10. Расчет рН 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 аммиаку 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  $\text{NaCl}$ ,  $\text{AgNO}_3$ , комплексона III как титрантов.
7. Условия и примеры аргентометрических определений.
8. Задачи.

### Модуль 9. Гравиметрический метод анализа.

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. Образование осадка (общая схема). Кристаллические и аморфные осадки, условия их образования.
7. Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм). Способы очистки.
8. Какие соединения можно предложить в качестве осаждаемой и гравиметрической форм при определении: S, Mg, Fe, Ni, Cl,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ?
9. Расчеты в гравиметрическом методе анализа.
10. Классификация гравиметрических методов определения.
11. Старение осадка.
12. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Гравиметрическая форма, способы получения.
13. Сущность метода «возникающих реагентов», его преимущества перед классическим методом осаждения.
14. Термогравиметрический анализ.
15. Важнейшие органические и неорганические осадители, требования к ним.
16. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение).
17. Погрешности в гравиметрическом анализе.
18. Предложите гравиметрические методы определения составных частей следующих веществ:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaCl}_2$ .
19. Задачи.

## IV СЕМЕСТР

### Модуль 1. 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 атомизаторов в атомно-эмиссионном методе анализа?
  11. Задачи.

### **Модуль 2. 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 3. 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 фотоэлектроколориметра. 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 4. 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 6. 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 капаящий? 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 6. Методы плоскостной и жидкостной хроматографии.**

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. Что такое градиентное элюирование, какое оно дает преимущество?
8. Сущность бумажной хроматографии.
9. Сущность тонкослойной хроматографии.

10. Преимущества двухмерной хроматографии перед ТХС и простой одномерной бумажной хроматографией.
11. Способы идентификации пятен органических соединений в методе ТХС.
12. Как выполняют количественный анализ в методе ТХС.
13. Какие сорбенты и элюенты используются в обращено-фазовом варианте ВЭЖХ?
14. Подвижные и неподвижные фазы в нормально-фазовом варианте ВЭЖХ?
15. Что означают статический и динамический режим в хроматографии?
16. Основы лигандообменной хроматографии. Сорбенты. Элюенты.
17. В чем сущность механизма разделения в ион-парной хроматографии?
18. Детекторы жидкостной хроматографии.
19. Задачи.

### **Модуль 7. Методы газовой хроматографии**

1. Каковы наиболее часто используемые сорбенты в практике анализа методом газовой хроматографии?
2. Стационарные неподвижные фазы. Примеры неподвижных жидких фаз, иммобилизованные сорбенты.
3. Каково преимущество органических обменников по сравнению с неорганическими?
4. Сущность газо-адсорбционной хроматографии.
5. Сущность газо-жидкостной хроматографии.
6. Чем характеризуется эффективность хроматографической колонки?
7. Как получают наиболее качественные специфические сорбенты для газовой хроматографии?
8. Детекторы в газовой хроматографии.
9. Решение типовых расчетных задач.
10. Задачи.

### **Модуль 8. Анализ реальных объектов**

1. При производстве бумаги, красителей, лекарственных препаратов, синтетических смол и при переработке нефти в сточные воды попадает значительное количество фенолов. Назовите: а) методы определения фенолов на разных этапах прохождения стоков (до очистки, после очистки, в сточной воде); б) можно ли автоматизировать анализ?
2. По каким основным характеристикам определяют качество воды? Перечислите методы их определения.
3. Укажите наиболее рациональные методы (по чувствительности, селективности, правильности и экспрессности) определения органических веществ в воздухе и воде.
4. Перечислите основные методы определения азота и фосфора в почвах. Какими методами определяют кислотность почв?
5. Назовите методы идентификации пигментов хлорофилла, выделенных из листьев растений путем экстракции диэтиловым эфиром.
6. Методы контроля качества металлов и сплавов.
7. Способы подготовки пробы пищевых и сельскохозяйственных объектов.
8. 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.

7.3. 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. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### а) Основная

1. Основы аналитической химии [Текст]. В двух книгах. Учебник для ВУЗов Под ред. акад. РАН Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2012, 2010, 2004 – 359 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия [Текст]. Книга 1 и 2. М.: Дрофа, 2009. – 368, 384.
3. Аналитическая химия. Физико-химические и физические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Мовчан [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. – 236 с. – 978-5-7882-1454-2. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61958.html> (дата обращения: 04.04.2022)
4. Валова (Копылова) В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум / (Копылова) В.Д. Валова, Е.И. Паршина. – Электрон. текстовые данные. – М.: Дашков и К, 2015. – 199 с. – 978-5-394-01301-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10905.html> (дата обращения: 04.04.2022)

### б) Дополнительная

1. Основы аналитической химии. Химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Мовчан [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. – 195 с. – 978-5-7882-1216-6. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61991.html> (дата обращения: 04.04.2022)
2. Лакиза Н.В. Анализ пищевых продуктов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Лакиза, Л.К. Неудачина. – Электрон. текстовые данные. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 188 с. – 978-5-7996-1568-0. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69578.html> (дата обращения: 04.04.2022)

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

- 1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 04.04.2022). – 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: 04.04.2022)
- 3). 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: 04.04.2022).
- 4) 6. ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> (дата обращения: 04.04.2022).

### **11. 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 более 40% 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 ситуации;
- 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.

## **12. 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 и 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. Дистиллятор А-10.
6. Колориметры фотоэлектрические КФК-3, Leki SS1207.
7. Спектрофотометры СФ-56.
8. атомно-абсорбционный спектрометр contrAA-700 (Analytik Jena AG, Германия)
9. Атомно-абсорбционный спектрометр AAS-IN
10. Полярограф ABC-1.1
11. Хромато-масс-спектрометр МАЭСТРО GX 7820 (Agilent Technologies, США)
12. Центрифуги.
13. Набор лабораторной посуды.

#### 14. Необходимые реактивы.