

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет химии и высоких технологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Т.А. Хагуров

2023г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Б1.О.15 ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Направление подготовки/специальность 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) / специализация Промышленная безопасность и охрана труда

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Программу составили:

А.А.Каунова, доцент кафедры  
аналитической химии, к.х.н.



Д.А.Чупрынина, доцент кафедры  
аналитической химии, к.х.н.



Рабочая программа дисциплины ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 7 «13» апреля 2023 г.  
Заведующий кафедрой аналитической химии Темердашев З.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 «17» апреля 2023 г.  
Председатель УМК факультета химии и высоких технологий Беспалов А.В.



Рецензенты:

Петров Н.Н., генеральный директор ООО «Интеллектуальные композиционные решения», к.х.н.  
Доценко В.В., заведующий кафедрой органической химии и технологий

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

### 1.2 Задачи дисциплины

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Б1.О.15 Основы аналитической химии» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен. Данный курс сочетает в себе большой объем необходимого для специалистов в области техносферной безопасности теоретического материала и лабораторный практикум, являющийся основой дальнейшей экспериментально-исследовательской деятельности. Для успешного усвоения данной дисциплины студентам необходимо предварительно изучить следующие дисциплины: «Основы неорганической химии», «Физика» и «Высшая математика». Изучение дисциплины «Основы аналитической химии» дает основу для изучения последующих курсов: «Токсикологическая химия», «Экологический мониторинг», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Экологическая экспертиза и сертификация», «Физико-химия природных процессов», «Химия воды и водоподготовка» и выполнения выпускной квалификационной работы.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b> Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач	
ИПК-1.1. Использует знания химии для описания, анализа, теоретического и экспериментального моделирования химических систем, явлений и процессов при решении профессиональных задач	знает этапы количественного химического анализа; теоретические основы химических и физико-химических методов анализа, методы разделения, концентрирования веществ, обработки результатов анализа
	умеет выбирать метод исследования, методику проведения эксперимента в соответствии с поставленными задачами, планировать химический эксперимент, анализировать и интерпретировать полученные экспериментальные результаты, проводить статистическую обработку результатов, оценивать эффективность экспериментальных методов
	владеет техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью, приемами измерения аналитического сигнала; навыками работы на приборах и интерпретации экспериментальных данных

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
<b>Контактная работа, в том числе:</b>					
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>70,3</b>		<b>70,3</b>		
Занятия лекционного типа	34		34		
Лабораторные занятия	34		34		
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работа (КСР)	2		2		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3		0,3		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	38		38		
Подготовка к текущему контролю	15,7		15,7		
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	20		20		
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>70,3</b>	<b>70,3</b>		
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во 2 семестре (1 курсе) (*очная форма обучения*)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение	1	1			
2.	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.	4	2		2	
3.	Титриметрический метод анализа.	7	1		4	
4.	Кислотно-основное равновесие. Кислотно-основное титрование	15	4		5	
5.	Окислительно-восстановительные реакции. Редокс-титрование.	13	4		5	
6.	Реакции комплексообразования. Комплексонометрическое титрование.	12	3		5	
7.	Общая характеристика физико-химических методов анализа	5	3		2	
8.	Спектральные методы анализа.	16	5		5	
9.	Электрохимические методы анализа.	16	5		5	
10.	Хроматография	16	5		5	
11.	Отбор проб. Подготовка проб к анализу.	1	1			
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	106	34		38	
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	35,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Введение	Аналитическая химия как наука, ее структура. Значение аналитической химии в геологии. Классификация методов анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа.	РКР*
2.	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.	Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Закон действующих масс. Константы равновесия: термодинамические, реальные, условные.	РКР
3.	Титриметрический метод анализа.	Титриметрический метод анализа. Классификация титриметрических методов анализа. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.	РКР

4.	Кислотно-основное равновесие. Кислотно-основное титрование	Современные представления о кислотах и основаниях. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Константы кислотности и основности. Константа автопротолиза. Амфолиты. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований. Кислотно-основное титрование. Индикаторы кислотно-основного титрования. рТ индикаторов, интервал перехода окраски. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Область практического применения методов кислотно-основного титрования.	РКР ЛР
5.	Окислительно-восстановительные реакции. Редокс-титрование	Окислительно-восстановительные реакции и их классификация. Понятие о редокс-потенциале. Стандартный редокс-потенциал. Константа равновесия редокс-процессов. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикаторы редокс-титрования. Перманганатометрия. Дихроматометрия.	РКР ЛР
6.	Реакции комплексообразования. Комплексонометрическое титрование.	Комплексные соединения. Факторы, влияющие на прочность комплексных соединений. Комплексоны, на примере ЭДТА. Комплексонометрическое титрование. Металлохромные индикаторы. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Основные приемы комплексонометрического титрования. Применение метода.	РКР ЛР
7.	Общая характеристика физико-химических методов анализа	Основные методы физико-химических методов анализа. Аналитический сигнал. Основные приемы перехода от величины аналитического сигнала к концентрации. Метрологические характеристики метода.	РКР
8.	Спектральные методы анализа.	Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой области. Инфракрасная спектроскопия. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Эмиссионный спектральный анализ. Рентгенофлуоресцентный анализ. Схемы приборов. Применение методов.	РКР ЛР
9.	Электрохимические методы анализа.	Классификация электрохимических методов анализа. Потенциометрия. Теоретические основы метода потенциометрии: двойной электрический слой, возникновение потенциала на границе электрод-раствор. Электроды в потенциометрии. Потенциометрическое титрование. Полярография. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Инверсионная вольтамперометрия. Применение методов.	РКР ЛР
10.	Хроматография	Хроматография, классификация хроматографических методов анализа. Аппаратура и техника выполнения хроматографического анализа. Анализ и методы расчета хроматограмм. Теория теоретических тарелок. Газовая хроматография. Жидкостная колоночная хроматография. Тонкослойная (плоскостная) хроматография.	РКР ЛР
11.	Отбор проб. Подготовка проб к анализу.	Способы отбора проб. Отбор проб газов, жидкостей, твердых веществ. Потери и загрязнения при пробоотборе. Хранение пробы. Подготовка проб к анализу: высушивание, разложение проб. Перевод пробы в раствор	РКР

\*Примечание: РКР – рейтинговая контрольная работа, ЛР – лабораторная работа

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	Взвешивание. Приготовление растворов.	ЛР
2	Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. Стандартизация растворов. Математическая обработка результатов эксперимента.	ЛР
3	Определение жесткости воды методом кислотно-основного титрования.	ЛР
4	Стандартизация раствора перманганата калия. Определение содержания железа(II) методом окислительно-восстановительного титрования.	ЛР
5	Определение общей жесткости воды методом комплексонометрического титрования.	ЛР
6	Спектрофотометрическое определение нитрит-ионов в природных водах. Спектрофотометрическое определение перманганат-иона	ЛР
7	Определение рН растворов. Потенциометрическое определение нитрат-ионов в природных водах.	ЛР
8	Определение катионов тяжелых металлов методом бумажной хроматографии. Разделение катионов тяжелых металлов методом ионообменной хроматографии.	ЛР

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Выполнение курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного материала, подготовка к зачету	1. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания/ сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2018. 89 с. 2. Учебники и задачки из списка основной литературы
2	Подготовка к лабораторной работе	Учебное пособие «Аналитическая химия» / Д.А.Чупрынина, Л.И. Пиль. – М-во образования и науки Рос.Федерации, Кубанский гос.ун-т. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. - 108с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные работы, проблемное обучение, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (разбора конкретных ситуаций, экскурсии в специализированные лаборатории УНПК «Аналит», решение проблемных ситуаций в составе малых групп) в сочетании с внеаудиторной работой.

Предусмотрены контактные часы, в рамках которых преподаватель, с одной стороны, оказывает индивидуальные консультации по ходу выполнения самостоятельных заданий, а с другой стороны, осуществляет контроль и оценивает результаты этих индивидуальных заданий. Для фиксации творческого продвижения используется рейтинговая система оценки знаний студентов по результатам проверки рейтинговых контрольных работ, применяется обсуждение результатов работы студенческих исследовательских групп. Некоторые разделы теоретического курса рассматриваются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### **1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Основы аналитической химии».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для контрольных рейтинговых работ и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену и зачету.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Примерный перечень вопросов по теории метода анализа, используемого в лабораторном практикуме, и особенностям выполняемой лабораторной работы:**

1. Что такое первичные стандартные вещества? Какие требования к ним предъявляются?
2. Назовите основные способы приготовления стандартных растворов.
3. Какие растворы называются вторичными стандартными? Каким образом устанавливают их точную концентрацию?
4. Дайте определение следующим понятиям: титр раствора; эквивалент вещества; фактор эквивалентности; молярная концентрация; молярная концентрация эквивалента; массовая доля. Приведите формулы, связывающие эти понятия.
5. В чем заключается суть метода кислотно-основного титрования? Какие реакции лежат в основе этого метода? Требования к реакциям в методе кислотно-основного титрования.
6. Какие вещества можно применять в методе кислотно-основного титрования в качестве титранта? Требования.
7. С помощью каких стандартных веществ можно стандартизировать кислоты, основания?
8. Как определить на практике момент окончания титрования? Указать его на кривой титрования.
9. Индикаторы в методе кислотно-основного титрования: требования, особенности строения, от чего зависит изменение окраски и как это можно объяснить? Примеры
10. Как выбрать индикатор для конкретного титрования?
11. Представить вид кривых титрования сильных и слабых кислот и оснований. Указать точку эквивалентности.
12. По какому закону проводится расчет результатов титрования? Объяснить на примере лабораторной работы.
13. На чем основан метод молекулярной спектроскопии в видимой и УФ областях спектра.
14. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением в видимой и УФ областях спектра.
15. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Молярный коэффициент светопоглощения
16. Спектр поглощения и основные формы его представления.
17. Дайте определение оптической плотности, пропускания.
18. Схема ФЭКа. Детекторы. Способы монохроматизации излучения. Каков принцип подбора светофильтров при проведении фотометрических измерений?
19. Основные отличия спектрофотометров от фотоэлектроколориметров.
20. Способы перехода от аналитического сигнала к концентрации в методе молекулярной спектроскопии в видимой и УФ областях спектра.
21. На чем основаны электрохимические методы анализа.
22. Сущность метода потенциометрии.
23. Чем отличаются электроды сравнения от измерительных электродов?
24. Опишите принцип работы хлорсеребряного электрода.
25. Принцип действия металлических электродов.
26. Ионселективные электроды? Стекланный электрод. Определение рН.
27. Способы перехода от аналитического сигнала к концентрации в методе потенциометрии.
28. Потенциометрическое титрование. В каких координатах можно построить кривую потенциометрического титрования?

## Примеры рейтинговых контрольных работ по дисциплине

### Рейтинговая контрольная работа №1

по теме «*Кисотно-основное равновесие и кислотно-основное титрование*»

#### ТИПОВОЙ ВАРИАНТ

1. Сформулируйте закон действующих масс для равновесных систем. Запишите константы равновесия для следующих процессов: диссоциации муравьиной кислоты  $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCOO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ ; комплексообразования  $\text{Ag}^+ + 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \leftrightarrow \text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_3^{5-}$ ; (3 балла).
2. Укажите основные положения протолитической теории Брэнстеда-Лоури. Рассчитайте рН раствора, в котором содержится 0,1 М  $\text{HCOOH}$  и 0,25 М  $\text{HCOONa}$  ( $K_a\text{HCOOH} = 1,8 \cdot 10^{-4}$ ) (5 баллов)
3. Определите фактор эквивалентности и молярную массу эквивалента кислоты в реакции:  $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$  (2 балла)
4. Что такое первичные стандартные растворы? Какие требования к ним предъявляются? Назовите основные способы приготовления стандартных растворов. В мерной колбе на 500,0 мл растворили 1,4356 г щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Определите молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента и титр полученного раствора (5 баллов).

### Рейтинговая контрольная работа №2

по теме «*Окислительно-восстановительное и комплексонометрическое титрование*»

#### ТИПОВОЙ ВАРИАНТ

1. Расставить коэффициенты и определить молярную массу эквивалента окислителя в уравнении окислительно-восстановительной реакции:  
$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{I}^- + \text{H}^+ = \text{Cr}^{3+} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
 (5 баллов)
2. Перманганатометрия; уравнения, лежащие в основе использования перманганата калия в качестве окислителя. Приготовление, хранение и стандартизация раствора  $\text{KMnO}_4$ . Причины изменения титра раствора  $\text{KMnO}_4$ . Применение метода. Рассчитать массу железа в 1 л раствора, если на титрование 20,00 мл его затрачено 15,70 мл 0,1004 М раствора  $\text{KMnO}_4$  ( $f=1/5$ ). (5 баллов)
3. Металлохромные индикаторы. Механизм их действия, требования к индикаторам. Приведите примеры металлохромных индикаторов. (5 баллов)

### Рейтинговая контрольная работа №3

по теме «*Физико-химические методы анализа*»

#### ТИПОВОЙ ВАРИАНТ

1. На чем основан метод молекулярной спектроскопии в видимой и УФ областях спектра. Спектр поглощения и основные формы его представления. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Дайте определение оптической плотности, пропускания. Схема ФЭКа, основные узлы прибора. Каков принцип подбора светофильтров при проведении фотометрических измерений? Способы перехода от аналитического сигнала к концентрации в методе молекулярной спектроскопии в видимой и УФ областях спектра. (5 баллов)
2. Хроматограмма. Какой основной параметр используются для идентификации веществ в хроматографии? Назовите основные параметры, используемые для количественных измерений в хроматографии. Обработка результатов хроматографического анализа. (5 баллов)
3. Потенциометрическое титрование. В каких координатах можно построить кривую потенциометрического титрования и как определить объем в точке эквивалентности? Применение метода и его преимущества. (5 баллов)

**Критерии оценки рейтинговых контрольных работ:** 15-12 баллов - «отлично», 11,5-8,5 – «хорошо», 8-5 – «удовлетворительно», меньше 5 - «неудовлетворительно»

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

**Вопросы к зачету:**

1. Константы химического равновесия, выраженные через концентрации, активности компонентов равновесной системы, связь между ними. Зависимость константы химического равновесия от температуры, принцип Ле Шателье.
2. Жидкие растворы. Способы выражения состава раствора (массовая доля, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента). Эквивалент, фактор эквивалентности.
3. Отклонения растворов от идеальности, причины. Понятие об активности, коэффициенте активности, мольной доли.
4. Электролитическая диссоциация. Диссоциация слабых электролитов. Константа диссоциации, связь со степенью диссоциации (закон разбавления Оствальда). Диссоциация воды. Водородный показатель.
5. Расчет pH растворов сильных и слабых кислот и оснований.
6. Буферные растворы, примеры, расчет pH, объяснение буферного действия, буферная емкость. Буферные растворы в живых организмах.
7. Основные положения протолитической теории Бренстеда-Лоури, сопряженные пары кислот и оснований, применение к реакциям в водном растворе.
8. Строение комплексных соединений. Константы устойчивости. Хелатные соединения.
9. Окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными и формальными потенциалами. Направление окислительно-восстановительной реакции.
10. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа.
11. Метрологические основы химического анализа. Систематические и случайные погрешности. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Статистическая обработка результатов измерений.
12. Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования. Выбор индикатора.
13. Комплексометрическое титрование. Металлоиндикаторы.
14. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. Иодометрия.
15. Сущность потенциометрического метода анализа. Привести уравнение Нернста для окислительно-восстановительной пары и пояснить смысл входящих в него величин.
16. Измерительные электроды и электроды сравнения. Чем отличаются измерительные электроды от электродов сравнения; приведите примеры.
17. Сущность метода прямой потенциометрии. Способы перехода от аналитического сигнала к концентрации.
18. Потенциометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования. Какие электроды применяют в качестве измерительных и электродов сравнения в методах кислотно-основного и окислительно-восстановительного титрования.
19. Классификация ионообменных электродов. Стеклоэлектроды.

20. Металлические электроды первого и второго рода. Приведите примеры. Напишите уравнения реакций, протекающих на хлорсеребряном и серебряном электродах и уравнения Нернста, описывающие потенциалы этих электродов.
21. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в ультрафиолетовой и видимой областях спектра. Закон Бугера – Ламберта – Бера.
22. Причины отклонения от закона Бугера – Ламберта – Бера.
23. Принципиальная схема фотоэлектроколориметра и спектрофотометра. Основные отличия характеристик фотоэлектроколориметра от спектрофотометра в видимой и ультрафиолетовой областях спектра.
24. Основные приемы перехода от аналитического сигнала к концентрации в методе прямой спектрофотометрии.
25. Общая характеристика метода спектрофотометрии.

#### **Критерии оценивания по зачету:**

«зачтено»: студент владеет теоретическими и практическими знаниями по данному разделу, выполнил все лабораторные работы, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять изученный материал, иллюстрируя его примерами.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент не выполнил все лабораторные работы по дисциплине, затрудняется привести примеры, провести расчеты, довольно ограниченный объем знаний программного изученного материала.

#### **Вопросы к экзамену:**

1. Аналитическая химия как наука. Методы анализа. Методика анализа. Основные стадии химического анализа.
2. Химическое равновесие в гомогенных системах. Закон действующих масс. Константа равновесия: термодинамическая, реальная и условная. Активность. Коэффициент активности. Мольная доля иона.
3. Титриметрические методы анализа. Требования к реакциям в титриметрии. Первичные и вторичные стандарты. Примеры. Стандартизация. Способы титрования: прямое, обратное и заместительное.
4. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Основные ее положения.
5. Понятие о буферных растворах. Механизм буферного действия. Буферная емкость. Примеры буферных систем.
6. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования кислот и оснований. Факторы, влияющие на скачок. Практическое применение кислотно-основного титрования.
7. Индикаторы, применяемые в методе. Интервал перехода кислотно-основного индикатора.
8. Какая реакция называется окислительно-восстановительной? Что такое окислитель и восстановитель?
9. Дайте определение стандартному окислительно-восстановительному потенциалу. Укажите его взаимосвязь с концентрациями окислительно-восстановительной сопряженной пары.
10. Константа окислительно-восстановительного равновесия.
11. Что такое гальванический элемент? Устройство гальванического элемента, примеры.
12. Стандартный водородный электрод.
13. Кривые редокс титрования. Индикаторы, применяемые в редокс титровании.
14. Перманганатометрия. Приготовление и стандартизация рабочего раствора. Практическое использование.
15. Иодометрия. Приготовление и стандартизация рабочих растворов. Индикатор в методе иодометрии, особенности его использования. Применение метода.

16. Комплексообразование. Понятие о комплексообразователе, лиганде и донорно-акцепторном механизме образования химической связи.
17. Факторы, влияющие на устойчивость комплексного соединения.
18. Константа устойчивости комплексных соединений: термодинамическая, реальная и условная.
19. Комплексометрия. ЭДТА. Особенности взаимодействия металлов с ЭДТА.
20. Комплексометрическое титрование. Прямое, обратное, вытеснительное и косвенное титрование. Комплексометрическое определение кальция и магния. Определение жесткости.
21. Классификация физико-химических методов. Диапазон определяемых содержаний. Предел обнаружения. Аналитический сигнал. Способы перехода от аналитического сигнала к концентрации: градуировочный график, стандартной добавки, одного эталона.
22. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением УФ- и видимой области спектра.
23. Спектрофотометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Схема ФЭКа Качественный и количественный анализ.
24. Колебательная спектроскопия (ИК-спектроскопия). Характеристические (валентно симметричные и ассиметричные, деформационные) и скелетные колебания. Схема ИК-спектрометра. Качественный и количественный анализ.
25. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Резонансное излучение. Источники резонансного излучения (ЛПК и безэлектродная лампа). Схема прибора. Способы атомизации. Количественный анализ.
26. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Получение спектров испускания. Схема прибора. Процессы, протекающие в источнике возбуждения. Качественный и количественный анализ.
27. Метод фотометрии пламени. Для каких элементов целесообразно использовать этот метод.
28. Потенциометрия. Ионметрия. Электроды, используемые в потенциометрии. Количественный анализ в потенциометрии. Уравнение Нернста и Никольского.
29. Вольтамперометрия. Количественный анализ в полярографии, уравнение Ильковича. Полярограмма.
30. Инверсионная вольтамперометрия (ИВА). Основные этапы процесса анализа. Преимущества ИВА перед полярографией.
31. Хроматография. Классификация хроматографических методов. Сущность метода.
32. Газовая хроматография. Подвижная фаза. Хроматограмма. Характеристики хроматографирования. Качественный и количественный анализ.
33. Тонкослойная хроматография. Относительное перемещение пятна. Качественный и количественный анализ.
34. Жидкостная хроматография. Принцип подбора состава подвижной фазы. Достоинства и преимущества ВЭЖХ перед газовой.
35. Пробоподготовка. Основные этапы подготовки проб к испытаниям: высушивание, разложение проб. Кислотная минерализация и СВЧ-минерализация. Достоинства и недостатки.

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.

Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1. Учебная литература

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов в 2 т. Т. 1 / [Т. А. Большова и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. - 6-изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 391 с.
2. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов в 2 т. Т. 2 / [Н. В. Алов и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва: Академия, 2014. - 410 с.
3. Золотов Ю.А. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.А. Золотов. – Электрон.дан. – Москва: Издательство «Лаборатория знаний», 2016. – 266с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84079>

4. Чупрынина, Д.А. Аналитическая химия: учеб. пособие / Д.А.Чупрынина, Л.И. Пиль. – М-во образования и науки Рос.Федерации, Кубанский гос.ун-т. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. - 108с.
5. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль: учебное пособие для студентов вузов в 2кн. Кн.1 Объекты окружающей среды. Методы отбора и подготовки проб. Методы разделения и концентрирования / под ред.Т.Н. Шеховцовой. – Моск. Гос. ун-т им. М.В. Ломоносова; Кубанский гос.ун-т. –Краснодар: Арт-Офис, 2007. – 348 с.
6. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль: учебное пособие для студентов вузов в 2кн. Кн.2 Методы анализа объектов окружающей среды / под ред.Т.Н. Шеховцовой. – Моск. Гос. ун-т им. М.В. Ломоносова; Кубанский гос.ун-т. –Краснодар: Арт-Офис, 2007. – 380 с.
7. Бурылин, М.Ю. Атомно-абсорбционный анализ с атомизацией в пламени: теоретические основы метода и оборудование: учебное пособие / М-во образования и науки Рос.Федерации, Кубанский гос.ун-т. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2010. - 95 с.
8. Бурылин, М.Ю. Атомно-абсорбционный анализ с атомизацией в пламени: схема анализа и условия определения элементов: учебное пособие / М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос.ун-т. –Краснодар: Кубанский государственный университет, 2010. - 107 с.
9. Цюпко, Т.Г., Потенциометрические методы в анализе объектов окружающей среды / Т.Г. Цюпко, О.Б. Воронова, Н.А. Николаева, В.В. Коншин. - М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос.ун-т. – Краснодар: Кубанский государственный университет, 2014.
10. Власова, Е.Г. Аналитическая химия: химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебник / Е.Г. Власова, А.Ф. Жуков, И.Ф. Колосова, К.А. Комарова; под ред. Петрухина О.М., Кузнецовой Л.Б. – Электрон.дан. – Москва: Издательство «Лаборатория знаний», 2017. – 467с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97407>

## 5.2. Периодическая литература

«Журнал аналитической химии», «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», «Аналитика и контроль», «Инженерная экология», «Использование и охрана природных ресурсов в России», «Экологические ведомости», «Экологические нормы. Правила. Информация»

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>)
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

#### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

#### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

##### **КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

### ***Работа с конспектом лекций***

Просмотреть конспект необходимо сразу после занятий, отметить материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

### ***Выполнение лабораторных работ***

Перед посещением лаборатории необходимо изучить теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомиться с руководством по соответствующей работе и подготовить протокол проведения работы, в который заносится:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории.

Для подготовки к защите отчета по лабораторной работе следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе.

### ***Подготовка к контрольным работам***

Контрольная работа выполняется в форме письменного ответа на вопрос задания или решения задачи. Содержание подготовленного студентом ответа на поставленный вопрос должно показать знание автором теории вопроса. Практические задания, выносимые на контрольную работу, составлены на основе упражнений и задач, выполнявшихся в течение семестра. Рекомендуется вернуться к этим упражнениям и уточнить их выполнение при подготовке к контрольной работе. Следует обратить внимание на то, что выполняемое задание должно быть подкреплено объяснением того или иного предлагаемого решения. При наличии вопросов, перед контрольной работой необходимо проконсультироваться с преподавателем.

### ***Методические рекомендации к сдаче зачета***

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине или ее части, выполнения практических, контрольных, реферативных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должен оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на практических занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных семинаров. Студенты, у которых количество пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины.

### **Подготовка к промежуточной аттестации**

К промежуточной аттестации студент допускается при условии выполнения учебного плана:

- посещение лекций;
- выполнение и оформление лабораторных работ;
- выполнение индивидуальных заданий для самостоятельной работы;
- отчёт и защита лабораторных занятий.

Вопросы для подготовки к промежуточной аттестации составляются в соответствии с содержанием дисциплины «Химия», имеются в рабочей программе и выдаются студентам не позднее, чем за месяц до окончания семестра. Промежуточная аттестация сдаётся по билетам, утвержденным и подписанным заведующим кафедрой. При подготовке к промежуточной аттестации обязательно не только повторять лекции, но и изучать материал по учебникам в соответствии с указаниями, сделанными преподавателем на лекциях. Помимо того, следует внимательно изучить и оформленные лабораторные работы.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

### **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер/ноутбук	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 415С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер, доска Оборудование: аналитические весы, вытяжка, лабораторная посуда, реактивы и приборы, позволяющими проводить исследования химическими методами анализа	

Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 234С, 252С	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер, Оборудование: аналитические весы, вытяжка, лабораторная посуда, реактивы и приборы, позволяющими проводить исследования физико-химическими методами, предназначенные для проведения лабораторного практикума: колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК-2 МП или спектрофотометр LEKI SS1207; рН-метр-иономер «Эксперт-001»;	
-----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 431С, 401С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	