

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Басий Раиса Васильевна  
Должность: Проректор по учебной работе  
Дата подписания: 12.02.2025 09:06:07  
Уникальный программный ключ:  
1f1f00dcee08ce5fee9b1af247120f3bdc9e28f8

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

«Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

«Утверждаю»  
Проректор по учебной работе  
доц. Басий Р.В.

« 12 » 2024 г.



**Рабочая программа дисциплины**

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

для студентов 2 курса медико-фармацевтического факультета

Направление подготовки	33.00.00 Фармация
Специальность	33.05.01 Фармация
Форма обучения:	очная

г. Донецк  
2024

**Разработчики рабочей программы:**

Игнатъева Виктория Владимировна

Зав. кафедрой фармацевтической  
медицинской химии, к.хим.н., доцент

Романова Людмила Алексеевна

Старший преподаватель кафедры  
фармацевтической и медицинской  
химии

Одарюк Виктория Валентиновна

Доцент кафедры фармацевтической и  
медицинской химии, к.хим.н.

Рабочая программа обсуждена на учебно-методическом заседании кафедры  
фармацевтической и медицинской химии

12 ноября 2024 г. Протокол № 4

Зав. кафедрой фармацевтической  
и медицинской химии  
к. хим.н., доцент

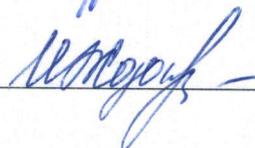
  
\_\_\_\_\_ В.В. Игнатъева

Рабочая программа рассмотрена на заседании профильной методической комиссии по фармации

22 ноября 2024г. Протокол № 2

Председатель комиссии, доц. \_\_\_\_\_ Ю.Е. Новицкая

Директор библиотеки

  
\_\_\_\_\_ И.В. Жданова

Рабочая программа в составе учебно-методического комплекса дисциплины утверждена в  
качестве компонента ОП в составе комплекта документов ОП на заседании ученого совета  
ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России

протокол № 10 от «24» 12 2024г.

## 1. Пояснительная записка

Рабочая программа учебной дисциплины «Аналитическая химия» разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 33.00.00 «Фармация» специальности 33.05.01 «Фармация».

### 2. Цель и задачи учебной дисциплины

#### Цель:

Формирование системы теоретических знаний аналитических свойств веществ, аналитических реакций и других форм взаимодействия между веществами в зависимости от их химического состава и условий протекания процесса; исследовательских умений, навыков, обладающих свойством широкого переноса, умений работать с химическим, физическим оборудованием, компьютеризованными приборами для последующего включения их в состав компетенций выпускника фармацевтического факультета.

#### Задачи:

1. Приобрести знания основных законов, теорий, уравнений аналитической химии и уметь их применять при выборе метода и схемы качественного и количественного анализов.
2. Самостоятельно выполнять качественный и количественный анализ различных объектов.
3. Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях.
4. Развить навыки работы с учебной и научной литературой, нормативными документами по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий.

### 3. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы.

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в базовую часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана подготовки специалистов.

#### 3.1. Перечень дисциплин и практик, освоение которых необходимо для изучения данного предмета:

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Аналитическая химия», относят базовые знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплины «Химия биогенных элементов»

##### Химия биогенных элементов

**Знания:** основные положения теории строения атома. Периодический закон Д.И. Менделеева и взаимосвязь свойств элемента с его положением в периодической системе. Теория химической связи, свойства химической связи. Термодинамические и кинетические закономерности протекания химических процессов, факторы, влияющие на смещение равновесия в химических системах. Основные свойства растворов. Способы выражения количественного состава растворов. Теория электролитической диссоциации, понятия электролитов и не электролитов. Кислотно-основные равновесия в растворах, механизмы действия буферных систем, коллигативные свойства растворов. Процессы, протекающие в растворах: гидролиз, окислительно-восстановительные реакции, комплексообразование. Основы электрохимии.

**Умения:** определение типа химической связи в соединениях, типа химической реакции, расчет pH растворов, характеристика химических свойств соединений s-, p- и d-элементов и их изменение в зависимости от положения в периодической системе и степени окисления.

#### 3.2. Перечень учебных дисциплин (последующих), обеспечиваемых данным предметом.

Дисциплина «Аналитическая химия» является теоретической и практической базой для дисциплин: «Фармакогнозия», «Общая фармацевтическая химия», «Специальная фармацевтическая химия», «Методы фармакопейного анализа», «Токсикологическая химия».



#### 4. Общая трудоемкость учебной дисциплины

Виды контактной и внеаудиторной работы	Всего часов
<b>Общий объем дисциплины</b>	9,0/324
Аудиторная работа	198
Лекций	54
Практические занятия	144
Самостоятельная работа обучающихся	90
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	
Экзамен	36

#### 5. Результаты обучения.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины  
аналитическая химия

Коды формируемых компетенций	Компетенции (содержание)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
<b>УК</b>	<b>Универсальные компетенции</b>		
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИД <sub>УК-1-1</sub> Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-основные законы аналитической химии;</li> <li>-основные положения теории ионных равновесий применительно к растворам сильных и слабых электролитов, гетерогенным системам, буферным растворам, растворам гидролизующихся солей, растворам комплексных соединений;</li> <li>-аналитические классификации катионов и анионов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-устанавливать причинно-следственные связи при объяснении химических процессов; прогнозировать результаты химических процессов, результаты эксперимента, опираясь на теоретические положения;</li> <li>-классифицировать, систематизировать,</li> </ul>

			дифференцировать химические объекты, системы, методы; обобщать, интерпретировать результаты по заданным или отбираемым критериям, результатам эксперимента
<b>ОПК</b>	<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1</b>	Способен использовать основные биологические, физико-химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	ИДопк-1-2 Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-методы приемы и способы количественного химического анализа (гравиметрия, титриметрия);</li> <li>-методы приемы и способы количественного физико-химического анализа (оптические, электрохимические, хроматографические методы)</li> <li>-методы математической статистики применительно к оценке правильности и воспроизводимости результатов количественного анализа.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-владеть техникой выполнения основных аналитических операций при качественном и количественном анализе вещества;</li> <li>-проводить качественный и количественный анализ вещества в пределах использования основных приемов и методов;</li> <li>готовить титрованные растворы, устанавливать титр и молярную концентрацию раствора, готовить растворы с заданной концентрацией растворённых веществ;</li> <li>-владеть техникой взвешивания, осаждения, титрования;</li> <li>-работать с основными типами приборов, используемых в анализе (аналитические весы, рефрактометры, фотоэлектроколориметры, поляриметры, потенциометры и др.) и измерять физико-</li> </ul>

			химические параметры растворов: масса, плотность, показатель преломления, pH, оптическая плотность -представлять результаты экспериментальной работы в виде таблиц, графиков
--	--	--	---

## 6. В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

### Знать:

- основные законы аналитической химии;
- основные положения теории ионных равновесий применительно к растворам сильных и слабых электролитов, гетерогенным системам, буферным растворам, растворам гидролизующихся солей, растворам комплексных соединений;
- аналитические классификации катионов и анионов;
- методы обнаружения неорганических и некоторых органических катионов и анионов;
- методы и способы проведения качественного анализа;
- методы приемы и способы количественного химического анализа (гравиметрия, титриметрия);
- методы приемы и способы количественного физико-химического анализа (оптические, электрохимические, хроматографические методы)
- методы математической статистики применительно к оценке правильности и воспроизводимости результатов количественного анализа.

### Уметь:

- устанавливать причинно-следственные связи при объяснении химических процессов; прогнозировать результаты химических процессов, результаты эксперимента, опираясь на теоретические положения;
- классифицировать, систематизировать, дифференцировать химические факты, явления, объекты, системы, методы; обобщать, интерпретировать результаты по заданным или отбираемым критериям, результатам эксперимента;
- формулировать выводы из наблюдений и результатов опыта, расчета;
- представлять результаты экспериментальной работы в виде таблиц, графиков;
- выбирать способы, приемы, алгоритмы решения расчетных задач;
- владеть техникой выполнения основных аналитических операций при качественном и количественном анализе вещества;
- проводить качественный и количественный анализ вещества в пределах использования основных приемов и методов;
- готовить титрованные растворы, устанавливать титр и молярную концентрацию раствора, готовить растворы с заданной концентрацией растворённых веществ;
- владеть техникой взвешивания, осаждения, титрования;
- работать с основными типами приборов, используемых в анализе (аналитические весы, рефрактометры, фотоэлектроколориметры, поляриметры, потенциометры и др.) и измерять физико-химические параметры растворов: масса, плотность, показатель преломления, pH, оптическая плотность и др.
- выполнять итоговые расчеты в количественном анализе с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.

## 7. Рабочая программа учебной дисциплины

### 7.1. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах) и матрица компетенций

Наименование модуля (раздела) и тем	Аудиторные занятия		Всего часов на аудиторную работу	Самостоятельная работа студента	Экзамен	Итого часов	Формируемые компетенции и индикаторы достижения компетенций	Используемые образовательные технологии способы и методы обучения	Формы текущего и рубежного контроля учебной деятельности
	Лекции	Практические занятия							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Модуль 1. Теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ.</b>									
<b>Тема 1.1.</b> Аналитическая химия и химический анализ. Основные понятия, принципы, методы качественного анализа. Качественный анализ катионов 1-6-ой аналитических групп. Анализ катионов при совместном присутствии.	8	24	32	18		50	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ПЛ, ПЗ, ЗС, МГ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 1.2.</b> Качественный анализ анионов. Анализ анионов при совместном присутствии. Анализ смеси неизвестного состава (сухих солей)	2	15	17	9		26	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 1.3.</b> Теория растворов электролитов, закон действия масс.	2	6	8	3		11	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС.	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 1.4.</b> Равновесия в буферных растворах и растворах гидролизующихся солей. Окислительно-восстановительные равновесия.	4	6	10	3		13	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС, УФ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 1.5.</b> Равновесия в растворах комплексных соединений и гетерогенных системах. Контрольная работа.	4	9	13	6		19	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС, УФ	Т, Пр, ЗС

<b>Тема 1.6.</b> Итоговое занятие «Теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ».		3	3	9		12	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )		ИМК
<b>Модуль 2. Количественный анализ.</b>									
<b>Тема 2.1.</b> Гравиметрический анализ. Классификация методов, расчеты в гравиметрии. Методы осаждения, отгонки, выделения.	2	9	11	3		14	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ПЛ, ПЗ, ЗС, МГ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.2.</b> Титриметрический анализ. Основные положения метода. Кислотно-основное титрование. Титрование в неводной среде.	4	15	19	4		23	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.3.</b> Комплексиметрическое и осадительное титрование	4	6	10	4		14	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.4.</b> Окислительно-восстановительное титрование.	4	12	16	4		20	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС, УФ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.5.</b> Статистическая обработка результатов химического эксперимента.	2	6	8	3		11	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС, УФ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.6.</b> Методы, основанные на поглощении электромагнитного излучения (абсорбционные методы).	4	6	10	3		13	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС, УФ, МГ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.7.</b> Рефрактометрия. Поляриметрия.	2	3	5	3		8	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС, УФ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.8.</b> Методы, основанные на излучении света (флуориметрия).	2	3	5	3		8	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС, УФ	
<b>Тема 2.9.</b> Классификация хроматографических методов анализа. Плоскостная хроматография. Колоночная хроматография	4	6	10	3		13	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС, УФ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.10.</b> Классификация электрохимических методов анализа. Прямая и косвенная потенциометрия.	2	3	5	3		8	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ПЛ, ПЗ, ЗС	Т, Пр, ЗС

<b>Тема 2.11.</b> Кондуктометрия и кулонометрия. Кондуктометрическое и кулонометрическое титрование.	2	3	5	3		8	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ПЛ, ПЗ, ЗС, МГ	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.12.</b> Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование.	2	6	8	3		11	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )	ЛВ, ПЗ, ЗС	Т, Пр, ЗС
<b>Тема 2.13.</b> Итоговое занятие «Количественный анализ».		3	3	3		6	УК-1 (ИД <sub>УК-1-1</sub> ), ОПК-1 (ИД <sub>ОПК-1-2</sub> )		ИМК
<b>Экзамен</b>						<b>36</b>	<b>36</b>		
<b>Всего за дисциплину</b>	<b>54</b>	<b>144</b>	<b>198</b>	<b>90</b>		<b>36</b>	<b>324</b>		

**\*В данной таблице использованы следующие сокращения:**

<b>ЛВ</b>	лекция-визуализация	<b>Т</b>	тестирование
<b>ПЛ</b>	проблемная лекция	<b>Пр</b>	оценка освоения практических навыков (умений)
<b>ПЗ</b>	практическое занятие	<b>ЗС</b>	решение ситуационных задач
<b>УФ</b>	учебный видеофильм	<b>ИМК</b>	итоговый модульный контроль
<b>МГ</b>	метод малых групп		

## 7.2. Содержание рабочей программы учебной дисциплины.

### Модуль 1. Теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ.

#### Тема 1.1. Аналитическая химия и химический анализ. Основные понятия, принципы, методы качественного анализа. Качественный анализ катионов 1-6-ой аналитических групп. Анализ катионов при совместном присутствии.

Аналитические свойства веществ и аналитические эффекты химических реакций. Реакции, которые используются в аналитической химии, требования к ним (чувствительность, специфичность, селективность, скорость и полнота хода, и др.). Периодический закон Д.И.Менделеева - основа изучения химико-аналитических свойств веществ. Связь между строением атомов, ионов, и их аналитическими свойствами. Закономерные изменения химико-аналитических свойств ионов и соединений и зависимость их от положения элементов в периодической системе Д.И.Менделеева. Типы классификаций ионов. Кислотно-основная классификация катионов. Подготовка образцов к анализу. Химические и физические свойства веществ, которые анализируются. Техника и приемы работы при выполнении качественного анализа. Представление о сульфидной и аммиачно-фосфатной классификации.

Качественные реакции катионов I-ой аналитической группы  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ . Анализ смеси катионов I-ой аналитической группы. Качественные реакции катионов II-ой аналитической группы  $Ag^+$ ,  $Hg_2^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ . Анализ смеси катионов II-ой аналитической группы.

Групповые реагенты, которые используют в анализе катионов. Реакции тождественности на аммоний, калий, натрий. Особенности техники, условия проведения этих реакций. Анализ смеси катионов -ой аналитической группы. Групповые реагенты, которые используют в анализе катионов II-ой аналитической группы. Реакции тождественности на серебро, ртуть, свинец. Особенности техники, условия проведения этих реакций.

Качественные реакции катионов III-ой аналитической группы  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ . Анализ смеси катионов III-ой аналитической группы. Групповые реагенты, которые используют в анализе катионов III-ой аналитической группы. Реакции тождественности на барий, стронций, кальций. Особенности техники, условия проведения этих реакций. Анализ смеси катионов III-ой аналитической группы.

Качественные реакции катионов IV-ой аналитической группы  $Al^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $Sn^{4+}$ ,  $As^{3+}$ ,  $As^{5+}$ . Анализ смеси катионов IV-ой аналитической группы. Качественные реакции катионов V-ой аналитической группы  $Mg^{2+}$ ,  $Sb^{3+}$ ,  $Sb^{5+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ . Анализ смеси катионов V-ой аналитической группы. Групповые реагенты, которые используют в анализе катионов IV-ой аналитической группы. Реакции тождественности на алюминий, цинк, хром, олово, мышьяк. Особенности техники, условия проведения этих реакций. Анализ смеси катионов IV-ой аналитической группы.

Качественные реакции катионов VI-ой аналитической группы  $Cu^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ . Анализ смеси катионов VI-ой аналитической группы. Групповые реагенты, которые используют в анализе катионов VI-ой аналитической группы. Реакции тождественности на медь, ртуть, кобальт, никель. Особенности техники, условия проведения этих реакций.

Анализ смесей катионов I-VI-ой аналитических групп за кислотно-основной классификацией. Групповые реагенты, которые используют в анализе катионов I-VI-ой аналитических групп. Особенности техники, условия проведения этих реакций. Анализ смеси катионов I-VI-ой аналитических групп.

## **Тема 1.2. Качественный анализ анионов. Анализ анионов при совместном присутствии. Анализ смеси неизвестного состава (сухих солей).**

Качественный анализ анионов. Качественные реакции анионов I-й аналитической группы. Анализ смесей анионов I-ой аналитической группы.

Классификация анионов по способности к образованию малорастворимых соединений, по окислительно-восстановительными свойствами. Групповые реагенты на анионы: соли бария, серебра, и др. Характерные реакции анионов: сульфат-, сульфит-, сульфид-, тиосульфат-, фосфат-, тетраборат-, карбонат-, арсенит-, арсенат-, хлорид-, бромид-, йодид-, йодат-, бромат-, цианид-, тиоцианат-, нитрат-, нитрит-, оксалат-, цитрат-, бензоат-, салицилат-, тартрат-. Анализ смесей анионов. Предварительные испытания пробы. Дробный и систематический ход анализа смесей анионов. Анализ смесей анионов I-ой аналитической группы.

Качественные реакции анионов II–III-ой аналитических групп и анионов органических кислот. Анализ смеси анионов II–III-ой аналитических групп.

Анионы органических кислот. Групповые реагенты на анионы: соли бария, серебра, и др. Характерные реакции анионов: сульфат-, сульфит-, сульфид-, тиосульфат-, фосфат-, тетраборат-, карбонат-, арсенит-, арсенат-, хлорид-, бромид-, йодид-, йодат-, бромат-, цианид-, тиоцианат-, нитрат-, нитрит-, оксалат-, цитрат-, бензоат-, салицилат-, тартрат-. Анализ смесей анионов. Предварительные испытания пробы. Дробный, систематический ход анализа анионов. Дробный и систематический ход анализа смесей анионов II–III-ой аналитических групп.

Анализ смеси неизвестного состава (сухих солей)

Общие этапы анализа соединения неизвестного состава. Предыдущие наблюдения и исследования смеси сухих солей. Средства увеличения чувствительности и снижения предела определения аналитических реакций. Мешающие влияние ионов. Маскировка и выделение ионов в качественном анализе. Маскирующие комплексообразующие: тиомочевина, гидроксилламин, винная, лимонная и аскорбиновая кислоты, комплексоны и др. Средства повышения селективности реакций. Анализ смесей катионов и анионов. Предварительные испытания пробы. Дробный и систематический ход анализа смесей катионов. Дробный, систематический ход анализа анионов. Анализ смесей катионов с использованием реакций осаждения, экстракции, хроматографических методов. Анализ смесей веществ неизвестного состава. Особенности техники, условия проведения этих реакций. Реакции испытания на чистоту и допустимые пределы примесей. Особенности техники и условий их проведения.

## **Тема 1.3. Теория растворов электролитов, закон действия масс.**

Растворы, как среда для проведения аналитических реакций. Вода, как растворитель. Теория растворов, ионные реакции в растворах, их значение в аналитической химии. Сильные и слабые электролиты. Основные положения теории сильных электролитов. Общая и активная концентрация ионов, коэффициент активности, связь между ними. Ионная сила раствора, ее зависимость от разных факторов. Закон действующих масс (ЗДМ), его приложения в аналитической химии. Применение ЗДМ к равновесию ионизации воды. Ионное произведение воды. Шкала pH водных растворов. Характеристика силы слабых электролитов. Константа кислотности,  $pK_a$ . Константа основности,  $pK_b$ . Расчет pH и pOH растворов сильных, слабых кислот и оснований, многопротонных кислот и оснований. Использование констант ионизации в аналитической химии. Кислотно-основные реакции, которые используются в аналитической химии, - нейтрализации, гидролизу. Характеристика силы слабых электролитов.

**Тема 1.4. Равновесия в буферных растворах и растворах гидролизующихся солей. Окислительно-восстановительные равновесия в аналитической химии.**

Протолитические равновесия в буферных системах. Буферные системы, их характеристики, механизм действия. Расчет pH в буферных растворах. Буферная емкость. Применение в анализе.

Степень, константа гидролиза. Расчет pH растворов солей, которые поддаются гидролизу. Использование процесса гидролиза в анализе.

Окислительно-восстановительные системы. Потенциалы редокс-пар. Факторы, влияющие на протекание редокс-реакций.

**Тема 1.5. Равновесия в растворах комплексных соединений и гетерогенных системах.** Строение комплексных соединений. Константа стойкости. Условны константы комплексных соединений. Расчет ионного равновесия в растворах. Типы комплексных соединений, которые используются в аналитической химии, требования к ним (стойкость, растворимость, расцветка, и др.). Комплексные соединения металлов с неорганическими и органическими лигандами. Основные типы соединений с органическими реагентами, которые применяются в анализе: внутренне комплексные соединения (хелаты), ионные ассоциаты. Стойкость хелатных соединений. Важнейшие органические реагенты, которые применяются в анализе: 1-нитрозо-2-нафтол, диметилглиоксим (диацетилдиоксим), ализарин, дитизон, 8-гидроксихинолин, антипирин, дифенилкарбазид, купрон, купферон, магнетон, комплексоны и др. Использование комплексных соединений с органическими и неорганическими лигандами в анализе.

Растворимость соединений в воде. Равновесия между раствором и твердой фазой. Ионное произведение, произведение растворимости, произведение активности. Условия образования осадка. Влияние избытка осадителя на полноту осаждения ионов. Мелкое осаждение. Расчет полноты осаждения. Перевод одних малорастворимых соединений в других. Расчет растворимости осадков из произведения растворимости. Влияние разных веществ на растворимость осадка (посторонних электролитов в растворе; сильных кислот и основ, комплексообразующих реагентов). Использование ЗДМ для выбора условий проведения аналитических реакций с образованием или растворением осадка. Применение реакций осаждения-растворения в аналитической химии.

**Тема 1.6. Итоговое занятие. «Теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ».**

## **Модуль 2. Количественный анализ.**

**Тема 2.1. Гравиметрический анализ. Классификация методов, расчеты в гравиметрии. Методы осаждения, отгонки, выделения.**

Классификация методов количественного анализа, количественный химический и инструментальный анализ. Классификация методов гравиметрического анализа (методы отгонки, методы осаждения, выделения). Осадки, их свойства. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации ионов, которые осаждаются и осадителя, солевого состава, pH и температура раствора). Условия получения кристаллических и аморфных осадков. Старение осадка. Причины загрязнения осадка: адсорбция, окклюзия, изоморфизм. Позитивное и негативное значение явления соосаждения в анализе. Роль коллоидных растворов в химическом анализе. Коагуляция и пептизация. Разделение элементов с использованием реакций осаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Гравиметрический фактор. Расчет результатов анализа. Использование гравиметрических методов в анализе.

Определение массовой доли солей магния, железа (III), методом осаждения. Техника выполнения метода осаждения (химическая посуда и оборудование, расчет

навески, взвешивание, растворение, выбор реагента осадителя, осаждения, старения осадков, фильтрования, промывания, высушивания, прожарки). Требования к осадкам в гравиметрическом анализе. Осажденная и гравиметрическая формы вещества, которые определяются. Выбор реагента осадителя (важнейшие органические и неорганические осадители), условия осаждения. Требования к осадителю, осажденной и гравиметрической формам.

Гравиметрический метод анализа, метод отгонки. Определение влаги в препаратах. Возможности метода отгонки. Техника выполнения прямой и непрямой отгонки. Определение влаги в лекарственных препаратах. Расчет результатов анализа. Определение влажности в веществах: хлориде бария, каолине, препарате анальгин и др.

## **Тема 2.2. Титриметрический анализ. Основные положения метода. Кислотно-основное титрование. Титрование в неводной среде.**

Классификация титриметрических методов анализа. Требования к реакциям в титриметрическом анализе. Химическая посуда. Проверка вместимости мерной посуды. Ошибки измерения объемов жидкости. Техника проведения титриметрического анализа. Средства титриметрических определений (отдельных навесок, аликвотных проб). Приемы титрования (прямое, обратное, заместительное). Способы выражения концентраций растворов: молярная, молярная концентрация эквивалента, массовая доля, титр.

Первичные и вторичные стандартные растворы. Способы их приготовления, стандартизации, хранения. Стандартные вещества, требования к ним. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Фиксирование конечной точки титрования. Индикаторы, их классификация. Расчеты в титриметрии. Сущность метода и его возможности. Индикаторы. Кривые титрования

Сущность метода. Возможности метода кислотно-основного титрования. Алкалометрия. Титранты, их приготовление и стандартизация. Стандартные вещества. Определение конечной точки титрования. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Теории индикаторов (ионная, ионно-хромофорная). Интервал перехода окрашивания индикатора. Показатель титрования индикатора. Выбор индикатора по продуктам реакции. Расчет, построение, анализ кривых титрования (сильных, слабых кислот и оснований). Влияние силы кислот и оснований, характер кривых титрования. Зависимость прыжка на кривых титрования от величин констант ионизации кислот и оснований, их концентрации. Выбор индикатора по кривым титрования. Индикаторные ошибки титрования (водородная, гидроксидная и др.) причины их появления, средства уменьшения, расчет.

Титрование смесей веществ с фиксацией двух точек эквивалентности. Определение массовой частицы кислот, оснований и солей, которые гидролизуют, в смесях. Особенности титрования многоосновных кислот и многокислотных оснований. Титрование фосфорной и угольной кислот; гидрокарбоната натрия и карбоната натрия в смеси. Расчет pH в точках эквивалентности для каждой степени при титровании растворов многоосновных кислот и многокислотных оснований. Расчет pH растворов смесей кислот или оснований.

Анализ кривых титрования. Константа титрования, показатель константы титрования. Обоснование возможности титрования по степеням многоосновных кислот и многокислотных оснований и дифференцированного титрования смесей кислот или оснований.

Кислотно-основное титрование в неводной среде. Определение слабых органических кислот, оснований и солей. Сущность метода. Возможности метода неводного кислотно-основного титрования. Титранты, их приготовление и стандартизация. Стандартные вещества. Способы определения конечной точки титрования.

Индикаторы метода кислотно-основного титрования в неводной среде. Выбор индикатора по продуктам реакции. Расчет, построение, анализ кривых титрования (сильных, слабых кислот и оснований). Влияние силы кислот и оснований, характер кривых титрования. Зависимость прыжка на кривых титрования от величин констант ионизации кислот и оснований, их концентрации.

### **Тема 2.3. Комплексиметрическое и осадительное титрование.**

Комплексиметрические методы анализа. Меркуриметрия, комплексонометрия, прямое и обратное комплексонометрическое титрование. Сущность комплексиметрического титрования. Требования к реакциям в комплексонометрии. Классификация по типу титрантов.

Комплексонометрия (трилонометрия). Сущность метода. Требования к реакциям в комплексонометрии. Комплексоны и их свойства. Динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА). Состав и свойства комплексонов. Металлохромные индикаторы (эриохром черный Т, мурексид и др.). Механизм их действия, требования, к индикаторам. Кривые титрования. Титранты, их приготовление и стандартизация. Условия применения комплексонометрического титрования: прямого, обратного, титрование заместителей. Лабораторные работы. Определение солей кальция, магния, цинка, жесткости воды. Меркуриметрия. Сущность метода. Титрант, его приготовление и стандартизация. Индикаторы, применение метода в анализе.

Осадительное титрование. Аргентометрия, меркуриметрия. Определение массовой частицы галогенидов в препарате осадительным титрованием. Сущность и классификация методов. Требования к реакциям в осадительном титровании. Построение и анализ кривых титрования. Индикаторы осадительного титрования: осадительные, адсорбционные, комплексообразующие.

Аргентометрия. Классификация методов. Сущность метода Мора, титрант, его приготовление и стандартизация. Индикатор, его действие. Условия титрования, применения метода, в анализе. Сущность метода Фаянса-Ходакова. Адсорбционные индикаторы, механизм их действия. Условия титрования. Использование метода в анализе.

Тиоцианатометрия (роданометрия). Сущность метода Фольгарда. Титранты, их приготовление и стандартизация. Прямое, обратное титрование. Индикатор метода. Условия титрования. Применение метода в анализе.

Меркуриметрия. Сущность метода, титрант, его приготовление и стандартизация. Индикаторы, условия титрования, применения метода, в анализе. Определение галогенидов.

### **Тема 2.4. Окислительно-восстановительное титрование**

Окислительно-восстановительное титрование. Применение методов для определения содержания восстановителей и окислителей. Окислительно-восстановительное титрование. Оксидиметрия. Сущность метода. Требования к реакциям в окислительно-восстановительном титровании. Классификация редокс-методов по типу титранта. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования: редокс-индикаторы, специфические (крахмал), необратимые (метилловый оранжевый, метилловый красный). Интервал перехода окрашивания редокс-индикаторов. Расчет, построение и анализ кривых титрования. Факторы, которые влияют на величину прыжка титрования: рН среды, электродвижущая сила реакции, наличие комплексообразователей, и др. Примеры использования окислительно-восстановительного титрования в аналитической практике.

Йодометрия. Стандартизация раствора йода. Сущность определения окислителей и восстановителей; титранты, их приготовление, стандартизация и хранения,

индикаторы метода, определения конечной точки титрования. Условия йодиметрических определений, источники ошибок, и средства их устранения. Применение в анализе. Определение соединений мышьяка (III), натрия тиосульфата, аскорбиновой кислоты, меди (II), йода, активного хлора и др.

Перманганатометрия, сущность метода, титрант, его приготовление и стандартизация. Определение конечной точки титрования. Условия перманганатометрических определений, применения в анализе. Определение солей железа (II), нитритов, оксалатов, пероксида.

Бromo- и броматометрия. Сущность методов, титранты, их приготовление и стандартизация. Индикаторы. Применение в анализе. Определение ароматических аминов, фенола, его производных, натрия салицилата, соединений мышьяка (III), и др.

Йодхлорметрия. Сущность метода, титранты, его приготовление и стандартизация. Индикаторы. Применение метода в анализе.

Дихроматометрия. Сущность метода, титрант, его приготовление. Условия определения солей железа (II) с использованием индикатора дифениламина. Применение в анализе.

Нитритометрия. Сущность метода, титрант, его приготовление, стандартизация и хранение. Внешние и внутренние индикаторы в нитритометрии. Условия нитритометрических определений. Использование метода в анализе. Определение стрептоцида, новокаина и других лекарственных веществ в препаратах.

Цериметрия. Сущность метода, титрант, его приготовление и стандартизация. Определение конечной точки титрования. Применение метода в анализе.

### **Тема 2.5. Статистическая обработка результатов химического эксперимента.**

Виды погрешностей в химическом анализе. Правильность химического анализа. Однородность выборки. Основные статистические характеристики результатов анализа (среднее значение результатов измерений, стандартное отклонение, доверительный интервал результатов анализа, и др.). Систематические погрешности методики анализа. Статистическая обработка результатов анализа: среднее выборки, дисперсия, стандартное отклонение, стандартное отклонение среднего результата, доверительный интервал, относительная погрешность среднего результата.

Методы выявления грубых ошибок (промахов), которые используются в математической статистике, Q-критерий. Сравнение двух методик по воспроизводимости.

### **Тема 2.6. Методы, основанные на поглощении электромагнитного излучения (абсорбционные методы).**

Молекулярная абсорбционная спектрофотометрия - сущность и основные понятия (пропускание, оптическая плотность, молярный и удельный коэффициенты поглощения, связь, между коэффициентами поглощения).

Законы светопоглощения: закон Бугера-Ламберта, закон Бера, объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера. Требования относительно подчинения основному закону светопоглощения. Причины отклонения от основного закона светопоглощения. Правило адитивности оптической плотности.

Фотометрические реакции, требования, к ним, и к фотометрическим реагентам.

Выбор оптимальных условий проведения фотометрических определений.

Оптические методы анализа. Колориметрия, фотоколориметрия и спектрофотометрия. Определение концентрации анализируемого раствора.

Методы колориметрии:

- метод стандартных серий;
- метод сравнения окрашивания;
- метод разведения.

Методы фотоколориметрии:

- метод сравнения оптических плотностей стандартного и раствора, которые определяют;
- метод градуировочного графика;
- метод определения по среднему значению молярного и удельного коэффициентов поглощения;
- метод добавок.

Методы фотометрического титрования. Понятие о дифференциальной и двухволновой спектрофотометрии. Основные типы приборов, которые применяются в фотометрическом анализе. Применение оптических методов в анализе химических соединений и лекарственных веществ.

Атомно-абсорбционная фотометрия пламя (спектрометрия). Сущность метода. Источники излучения. Способы определения концентраций. Применение метода в анализе лекарственных средств. Атомно-абсорбционная спектрометрия в электротермическом варианте.

### **Тема 2.7. Рефрактометрия. Поляриметрия.**

Сущность рефрактометрического метода анализа. Закон преломления Снеллиуса.

Понятие показателя преломления (абсолютный и относительный показатели преломления). Факторы, которые влияют на величину показателя преломления. Рефрактометрический фактор, способ нахождения (математическое выражение). На чем основано применение рефрактометрии в количественном анализе. Основные рефрактометрические методики анализа: метод калибровочного графика, расчетный метод, метод линейной интерполяции, с использованием рефрактометрических таблиц.

Определение концентрации одного компонента в двух- и многокомпонентных растворах. Диапазон изменений значений показателя преломления, при котором можно проводить количественные определения. Преимущества и недостатки метода, предела применения рефрактометрии.

Поляриметрия. Сущность метода. Способы расчета концентраций. Применение в анализе лекарственных средств.

### **Тема 2.8. Методы, основанные на излучении света (эмиссионные методы).**

Эмиссионный спектральный анализ. Сущность и принцип метода. Пределы применения. Способы определения концентраций. Применение в анализе лекарственных средств.

Природа люминесцентного излучения, его характеристики. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Классификация методов. Флуоресцентный анализ. Титрование с люминесцентными индикаторами. Приборы для люминесцентного анализа. Экстракционно-люминесцентный анализ. Применение люминесцентных методов в анализе химических соединений и лекарственных веществ. Перспективы развития люминесцентных методов анализа.

### **Тема 2.9. Классификация хроматографических методов анализа. Плоскостная хроматография. Колоночная хроматография.**

Теоретические основы хроматографических методов, их классификация. Адсорбционная хроматография. Основы метода. Условия и возможности метода. Применение в анализе. Распределительная хроматография. Понятие кинетической теории и теории теоретических тарелок в хроматографии, количественном анализе. Способы хроматографического разделения. Колоночная, тонкослойная, бумажная хроматография, гель-хроматография, ионная хроматография. Использование этих методов в анализе химических соединений и лекарственных веществ.

Бумажная и тонкослойная хроматография. Показатель  $R_f$ . Техника и условия проведения. Определение качественного и количественного состава смесей неорганических или органических веществ методом бумажной или тонкослойной хроматографии.

Газовая хроматография. Аппаратура, детекторные системы, методы количественной интерпретации хроматограмм. Особенности аппаратного оформления и детектирования. Использование в анализе химических соединений и лекарственных веществ.

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Особенности аппаратного оформления и детектирования. Возможности метода, применения, в анализе.

Перспективы развития хроматографических методов анализа. Определение состава смесей углеводов, спиртов, примесей в эфире, хлороформе методом газовой хроматографии.

Ионообменная хроматография. Ионнообменное равновесие, константа ионного обмена. Иониты, их классификация и свойства. Теоретические основы ионообменной хроматографии. Реакции ионного обмена, которые перебегают на катионитах и анионитах. Ионнообменное равновесие. Константа ионного обмена.

Теоретические основы ионообменной хроматографии. Кинетика ионного обмена. Обменная емкость. Подготовка ионитов и хроматографических колонок к работе. Применение ионообменной хроматографии в контроле качества лекарственных средств.

#### **Тема 2.10. Классификация электрохимических методов анализа. Прямая и косвенная потенциометрия.**

Теоретические основы электрохимических методов анализа. Классификация методов. Потенциометрия. Теоретические основы метода. Аппаратура. Электроды сравнения и индикаторные, их выбор. Ионселективные электроды. Прямое потенциометрическое определение концентраций ионов в растворе. Прямое потенциометрическое определение рН растворов. Электродные электрохимические процессы.

Потенциометрическое титрование. Его сущность. Возможности метода. Преимущества потенциометрического титрования перед химическими титриметрическими методами. Кривые потенциометрического титрования (интегральная, дифференциальная и по методу Грана). Принцип их построения и определения точки эквивалентности.

Пример применения потенциометрического титрования при количественном определении веществ, которые имеют кислотно-основные свойства. Перспективы развития метода. Определение концентраций кислот, оснований, железа (II), смесей кислот, основ и солей, методом потенциометрического титрования.

#### **Тема 2.11. Кондуктометрия и кулонометрия. Кондуктометрическое и кулонометрическое титрование.**

Теоретические основы метода. Аппаратура. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Типы кривых кондуктометрического титрования. Высокочастотное титрование. Использование метода в анализе. Перспективы развития кондуктометрии.

Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Прямой кулонометрический анализ и кулонометрическое титрование. Определение конечной точки титрования. Кулонометрия при постоянном токе, при постоянном потенциале. Аппаратура. Применение в анализе. Перспективы развития метода.

#### **Тема 2.12. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование.**

Теоретические основы методов. Электроды, которые используются. Полярографическая волна и ее характеристика. Факторы, которые влияют на потенциал полуволны. Условия проведения полярографического анализа. Качественный

полярографический анализ. Уравнение Ильковича. Количественный полярографический анализ. Особенности полярографии органических соединений. Аппаратура. Модифицированные вольтамперометрические методы.

Амперометрическое титрование. Типы кривые амперометрического титрования. Аппаратура. Применение вольтамперометрических методов в анализе химических соединений и лекарственных веществ. Перспективы развития вольтамперометрических методов анализа.

## **Тема 2.13. Итоговое занятие «Количественный анализ».**

### **7.3. Перечень практических навыков (умений), которые необходимо освоить студенту в процессе изучения учебной дисциплины.**

#### **Уметь:**

- готовить растворы заданной концентрации и буферные растворы;
- собирать простейшие установки для проведения лабораторных исследований
- пользоваться химическим оборудованием, компьютеризированными приборами;
- табулировать экспериментальные данные, графически представлять их, интерполировать, экстраполировать для нахождения искомым величин;
- проводить элементарную статистическую обработку экспериментальных данных в химических экспериментах;
- строить кривые титрования и устанавливать на их основе объемы титранта, затрачиваемые на каждый компонент смеси;
- проводить разделение катионов и анионов химическими и хроматографическими методами;
- проводить лабораторные опыты, объяснять суть конкретных реакций и их аналитические эффекты, оформлять отчетную документацию по экспериментальным данным;
- идентифицировать предложенные соединения на основе результатов качественных реакций, а также данных УФ- и ИК-спектроскопии;

#### **Владеть:**

- методами статистической обработки экспериментальных результатов химических исследований;
- базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы;
- техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности;
- методами колориметрии, поляриметрии, спектрофотометрии и рефрактометрии;
- техникой химических экспериментов, проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой и простейшими приборами;
- техникой экспериментального определения pH растворов при помощи индикаторов и приборов;
- простейшими операциями при выполнении качественного и количественного анализа;
- техникой работы на физических приборах, используемых для качественного и количественного анализа (фотоколориметр, спектрофотометр, pH-метр, рефрактометр, поляриметр);
- важнейшими навыками по постановке и проведению качественных реакций с органическими соединениями;
- навыками по проведению систематического анализа неизвестного соединения.

## **8. Рекомендуемые образовательные технологии.**

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: проблемная лекция, лекция визуализация, практические занятия, решение ситуационных задач, решение расчетных

задач, интерактивные занятия (метод малых групп), учебные видеофильмы, самостоятельная работа студентов.

**9. Оценочные средства для контроля уровня сформированности компетенций (текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины).**

**9.1. Виды аттестации:  
текущий контроль**

осуществляется в форме решения тестовых заданий, ситуационных и расчетных задач, контроля освоения практических навыков (умений).

**промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен по дисциплине)** осуществляется в форме решения тестовых заданий, ситуационных и расчетных задач.

**9.2. Показатели и критерии оценки результатов освоения дисциплины.**

Оценка результатов освоения дисциплины проводится в соответствии с утверждённым «Положением об оценивании учебной деятельности студентов ФГБОУ ВО ДонГМУ им. М. Горького».

**9.3. Критерии оценки работы студента на практических занятиях (освоения практических навыков и умений).**

Оценивание каждого вида учебной деятельности студентов осуществляется стандартизовано в соответствии с принятой в ФГБОУ ВО ДонГМУ им. М. Горького шкалой.

**9.4. Образцы оценочных средств для текущего контроля учебной деятельности.**

**Примеры тестовых заданий  
Модуль1.**

**1. ПО КИСЛОТНО-ОСНОВНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ КАТИОНЫ  $Mg^{2+}$ ,  $Sb^{3+}$ ,  $Sb^{5+}$ ,  $Bi^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$  ОТНОСЯТСЯ К \_\_\_ ГРУППЕ**

- А. II
- Б. III
- В. \*V
- Г. VI

**2. ВЕЛИЧИНА pH МАКСИМАЛЬНА В 0,1 М РАСТВОРЕ**

- А. Серной кислоты
- Б. \*Ацетата калия
- В. Сероводорода
- Г. Фосфата натрия

**3 ПРИ СОВМЕСТНОМ СОДЕРЖАНИИ В ПРОБЕ НАТРИЯ ГИДРОКАРБОНАТ И НАТРИЯ ХЛОРИД ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАТРИЯ ГИДРОКАРБОНАТА СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ**

- А. \*Кислотно-основное титрование
- Б. Перманганатометрию
- В. Иодометрию
- Г. Трилонометрию

Во всех тестах правильный ответ отмечен звездочкой.

Помимо тестов, при текущем и рубежном контроле используются ситуационные задания.

### Образцы ситуационных заданий

#### Ситуационное задание 1

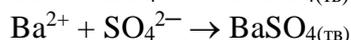
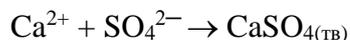
В контрольно-аналитической лаборатории специалист проводит исследование раствора, который содержит катионы III-аналитической группы.

#### Вопросы:

1. Какой реагент необходимо прибавить к раствору для осаждения этой группы катионов?
2. Какими качественными реакциями можно обнаружить катионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Ba}^{2+}$  ?

#### Эталоны ответов:

1. Согласно кислотно-основной классификации к III аналитической группе относятся  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ . Групповым реагентом является раствор 1 моль/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в присутствии этилового спирта, который обеспечивает осаждение катионов в виде сульфатов, а этанол снижает растворимость сульфата кальция.



#### 2. Качественные реакции катионов бария и кальция:

А) При внесении в пламя горелки летучих солей бария пламя окрашивается в желто-зеленый цвет, а солей кальция - в кирпично-красный цвет.

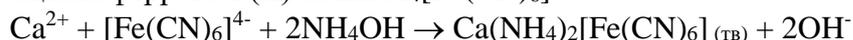
Б) Качественной реакцией на катион бария является его взаимодействие с хроматом калия:  $\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaCrO}_{4(\text{тв})}$

Образуется желтый кристаллический осадок хромата бария. Реакцию ведут в присутствии уксусной кислоты.

В) При взаимодействии с гипсовой водой  $\text{CaSO}_4$  образуется белый осадок сульфата бария:  $\text{Ba}^{2+} + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_{4(\text{тв})} + \text{Ca}^{2+}$

Г) Качественной реакцией на катион кальция является его взаимодействие с оксалатом аммония (в отсутствие солей бария) – образуется белый кристаллический осадок  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ :  $\text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow \text{CaC}_2\text{O}_{4(\text{тв})}$

Реакция с гексацианоферратом (II) калия  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ :



Образуется белый кристаллический осадок смешанной кальций-аммонийной соли.

#### Ситуационное задание 2

В контрольно-аналитической лаборатории специалист проводит количественное определения калия бромида в растворе. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> раствора было затрачено 34,00 см<sup>3</sup> 0,1050 М  $\text{AgNO}_3$

#### Вопросы:

1. Каким методом титрования воспользовался специалист для анализа?
2. Какое соединение используют для стандартизации растворов нитрата серебра?
3. Какая масса бромида калия содержалась в 250 мл анализируемого раствора?

#### Эталоны ответов:

1. Осадительное титрование, аргентометрия
2. Натрия хлорид или калия хлорид

$$3. \quad C(\text{KBr}) = \frac{C(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)}{V(\text{KBr})} = \frac{34,00 \cdot 0,1050}{25,00} = 0,1428 (\text{моль/л})$$

$$4. \quad m(\text{KBr}) = \frac{C(\text{KBr}) \cdot V_k(\text{KBr}) \cdot M(\text{KBr})}{1000} = \frac{0.1428 \cdot 250 \cdot 119}{1000} = 4.2483(\text{ г})$$

{ $V_k(\text{KBr})$  – весь объем приготовленного раствора бромида калия, 250 мл}

## 9.5. Образцы оценочных средств для промежуточной аттестации (экзамена).

### Примеры тестовых заданий

#### Тест 1

ПРИ ФОТОМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ ЖЕЛЕЗА В КАЧЕСТВЕ РЕАГЕНТА ИСПОЛЬЗУЮТ:

- А. \*Сульфосалициловую кислоту
- Б. Оксалатную кислоту
- В. п-Аминобензойную кислоту
- Г. Фенилуксусную кислоту

#### Тест 2

ПРИ КОЛИЧЕСТВЕННОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ КАЛЬЦИЯ ХЛОРИДА МЕТОДОМ КОМПЛЕКСОМЕТРИИ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА ИСПОЛЬЗУЮТ

- А. \*Хромовый тёмно-синий
- Б. Кристаллический фиолетовый
- В. Метилловый оранжевый
- Г. Тимоловый синий

#### Тест 3

БЕСЦВЕТНОЕ ПЛАМЯ ГОРЕЛКИ В ФИОЛЕТОВЫЙ ЦВЕТ ОКРАШИВАЮТ КАТИОНЫ

- А. \*Калия
- Б. Натрия
- В. Кальция
- Г. Бария

Во всех тестах правильный ответ отмечен звездочкой.

Помимо тестов, на экзамене используются ситуационные задания.

### Образцы ситуационных заданий

#### Ситуационная задача 1

Специалист проводит количественное определение ионов  $\text{Fe}^{3+}$  фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. Стандартный раствор с концентрацией  $2,00 \text{ мг/дм}^3$  имел оптическую плотность  $0,285$ ; раствор с концентрацией  $4,00 \text{ мг/дм}^3$  –  $0,56$ . Оптическая плотность исследуемого раствора равна  $0,45$ . Толщина кюветы составляла  $2 \text{ см}$ .

#### Вопросы:

1. Рассчитайте концентрацию  $\text{Fe}^{3+}$  в исследуемом растворе.
2. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения окрашенных растворов

#### Эталоны решения:

1. Определение концентрации  $\text{Fe}^{3+}$  проводили методом сравнения оптической плотности стандартного и исследуемого растворов. Воспользуемся формулой:

$$C_x = (A_x \cdot C_0) / A_0$$

где  $A_x$  и  $A_0$  – оптическая плотность исследуемого и стандартного растворов соответственно;

$C_0$  – концентрация стандартного раствора;

$$C_{x1} = 2 \cdot 0,45 / 0,285 = 3,16 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{x2} = 4 \cdot 0,45 / 0,56 = 3,21 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{x \text{ сред.}} = (C_{x1} + C_{x2}) / 2;$$

$$C_{x \text{ сред.}} = (3,16 + 3,21) / 2 = 3,18 \text{ мг/дм}^3;$$

Рассчитаем концентрацию  $\text{Fe}^{3+}$  в моль/дм<sup>3</sup>:

$$M(\text{Fe}) = 55,84 \text{ г/моль, тогда } C(\text{Fe}^{3+}) = 3,18 \cdot 10^{-3} / 55,84 = 0,000057 \text{ моль/дм}^3.$$

2. Согласно основному закону светопоглощения оптическая плотность раствора равна:

$$A = \varepsilon \cdot L \cdot C, \text{ тогда } \varepsilon = A / (L \cdot C).$$

$$\varepsilon = 0,45 / (0,000057 \cdot 2) = 3947 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$$

## Ситуационная задача 2

Концентрация раствора циановодородной (синильной) кислоты равна 0,7%.

### Вопросы:

1. Вычислить  $[\text{H}^+]$ , pH этого раствора

### Эталон решения:

Синильная кислота – слабый электролит, поэтому в водных растворах она диссоциирует не полностью согласно уравнению:  $\text{HCN} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{CN}^-$

Выражение для константы диссоциации:

$$K_a = [\text{H}^+] \cdot [\text{CN}^-] / [\text{HCN}]; K_a = 5,0 \cdot 10^{-10} \quad (1)$$

Обозначим  $[\text{H}^+] = X$ , тогда из уравнения диссоциации кислоты следует, что  $[\text{H}^+] = [\text{CN}^-] = X$ . Равновесная концентрация молекул равна начальной концентрации кислоты (C) за вычетом концентрации диссоциированной части (X).  $[\text{HCN}] = C - X$ .

Подставим указанные значения в формулу для константы диссоциации (1), получаем уравнение (2)

$$K_a = X^2 / (C - X) \quad (2)$$

Т.к. HCN – слабый электролит, можно предположить, что  $X \ll C$ . При этом величиной X в знаменателе уравнения (2) можно пренебречь, и оно принимает упрощенный вид (3):

$$K_a = X^2 / C \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует:

$$[\text{H}^+] = X = \sqrt{K_a \cdot C}, \quad (4)$$

где C – молярная концентрация электролита.

Переводим процентную концентрацию раствора HCN ( $\omega$ ) в молярную (C) с помощью формулы:

$$C = 1000 \cdot \omega \cdot \rho / M \cdot 100 = 10 \cdot 0,7 \cdot 1 / 27,02 = 2,59 \cdot 10^{-1} \text{ моль/дм}^3,$$

где M – молярная масса HCN;

$\rho$  – плотность раствора HCN.

Вследствие малой концентрации раствора HCN (0,7%) принимаем  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ .

По формуле (4) рассчитаем  $[\text{H}^+]$ :

$$[\text{H}^+] = X = \sqrt{2,59 \cdot 10^{-1} \cdot 5,0 \cdot 10^{-10}} = 1,14 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3.$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg (1,14 \cdot 10^{-5}) = 4,94$$

### Ситуационная задача 3

Специалисту в контрольно-аналитической лаборатории необходимо провести количественное определение оксида свинца, применив титриметрический метод.

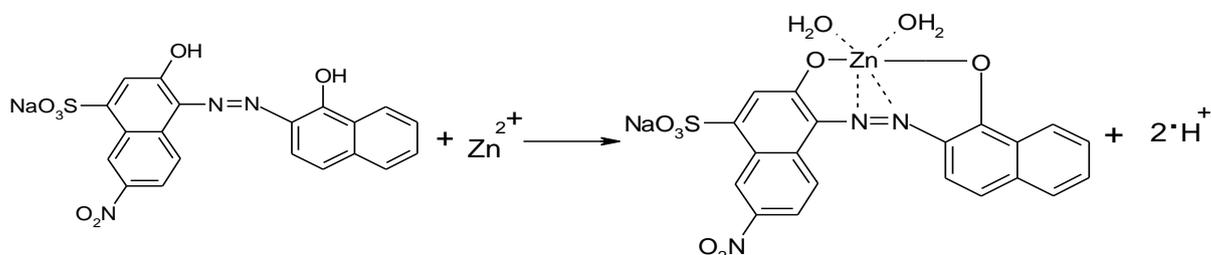
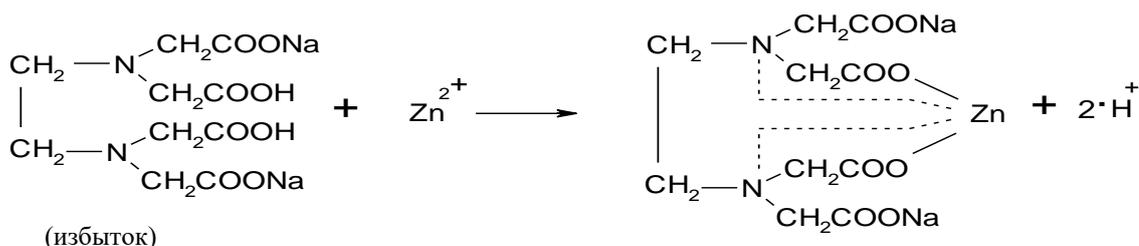
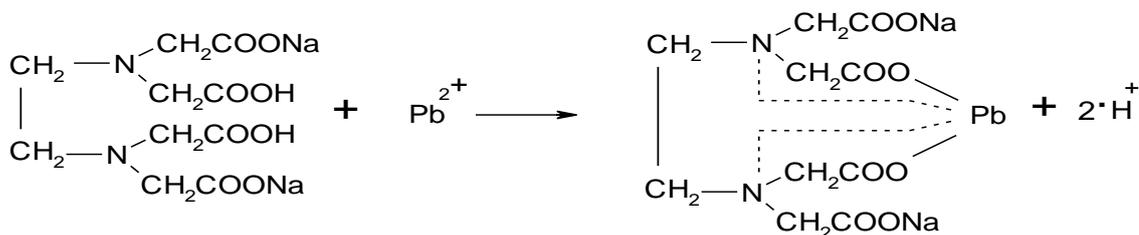
#### Вопросы:

1. Каким методом следует воспользоваться специалисту?
2. Приведите химические процессы, протекающие при данном количественном определении.

#### Эталон решения:

1. Для количественного определения оксида свинца титриметрическим методом следует воспользоваться комплексометрией (обратное титрование). В качестве рабочих растворов используют раствор трилона и раствор соли цинка.

2. Схема обратного комплексометрического определения оксида свинца:



Комплекс цинка с индикатором (красный)

## 10. Учебно-методическое обеспечение работы студентов.

### 10.1. Тематический план лекций

№ п/п	Тема лекции	Трудоемкость (акад. ч)
1	Аналитическая химия и химический анализ. Основные понятия, принципы, методы качественного анализа. Кислотно-основная классификация катионов.	2
2	Аналитические реакции катионов 1-2 аналитических групп. Групповые реагенты, условия их применения. Систематический ход анализа катионов разных аналитических групп.	2

3	Аналитические реакции катионов 3-4 аналитических групп. Групповые реагенты, условия их применения. Систематический ход анализа катионов разных аналитических групп.	2
4	Аналитические реакции катионов 5-6 аналитических групп. Групповые реагенты, условия их применения. Систематический ход анализа катионов разных аналитических групп.	2
5	Анионы и их классификация. Характерные реакции анионов 1-3 аналитической группы Систематический ход анализа анионов разных аналитических групп.	2
6	Теория растворов электролитов, сильные и слабые электролиты, основные положения теории сильных электролитов. Закон действующих масс.	2
7	Применение закона действующих масс к равновесиям в гомогенных системах. Равновесия в буферных растворах.	2
8	Окислительно-восстановительные равновесия а аналитической химии.	2
9	Равновесия в гетерогенных системах. Равновесия в растворах гидролизующихся солей.	2
10	Равновесия в растворах комплексных соединений.	2
11	Количественный анализ. Классификация методов. Гравиметрический анализ. Метод осаждения. Осажденная и гравиметрическая формы осадков.	2
12	Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. Способы выражения концентраций растворов.	2
13	Расчет, построение, анализ кривых титрования. Теории индикаторов.	2
14	Кислотно-основное титрование в неводной среде. Определение слабых органических оснований, солей, кислот.	2
15	Комплексиметрические методы анализа. Меркуриметрия, комплексонометрия.	2
16	Осадительное титрование. Аргентометрия. Меркурометрия.	2
17	Окислительно-восстановительное титрование. Классификация методов. Йодометрия. Прямая, обратная.	2
18	Перманганатометрия, нитритометрия, броматометрия, цериметрия.	2
19	Статистическая обработка результатов химического анализа	2
20	Инструментальные методы анализа. Методы, основанные на поглощении электромагнитного излучения (абсорбционные методы). Спектрофотометрия.	2
21	ИК-спектроскопия.	2
22	Рефрактометрия. Поляриметрия.	2
23	Методы, основанные на излучении света (эмиссионные методы). Флуориметрия.	2
24	Классификация хроматографических методов анализа. Тонкослойная хроматография. ВЭЖХ.	2
25	Электрохимические методы анализа, их классификация. Потенциометрический метод анализа.	2
26	Кондуктометрия, кулонометрия. Кондуктометрическое и кулонометрическое титрование. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование.	2
27	Химические и инструментальные методы анализа в фармакопейном анализе лекарственных средств	2
	Всего	<b>54</b>

## 10.2. Тематический план практических занятий

№ п/п	Тема занятия	Трудоем кость (акад. ч)
1	Аналитические свойства веществ и аналитические реакции. Методы систематического хода анализа катионов. Правила работы и техники безопасности в химической лаборатории.	3
2	Качественные реакции катионов I-ой аналитической группы $K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$ . Анализ смеси катионов I-ой аналитической группы.	3
3	Качественные реакции катионов II-ой аналитической группы $Ag^+$ , $Hg_2^{2+}$ , $Pb^{2+}$ . Анализ смеси катионов II-ой аналитической группы.	3
4	Качественные реакции катионов III-ой аналитической группы $Ba^{2+}$ , $Ca^{2+}$ , $Sr^{2+}$ . Анализ смеси катионов III-ой аналитической группы.	3
5	Качественные реакции катионов IV-ой аналитической группы $Al^{3+}$ , $Zn^{2+}$ , $Cr^{3+}$ , $Sn^{2+}$ , $Sn^{4+}$ , $As^{3+}$ , $As^{5+}$ . Анализ смеси катионов IV-ой аналитической группы.	3
6	Качественные реакции катионов V-ой аналитической группы $Mg^{2+}$ , $Sb^{3+}$ , $Sb^{5+}$ , $Bi^{3+}$ , $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Mn^{2+}$ . Анализ смеси катионов V-ой аналитической группы.	3
7	Качественные реакции катионов VI-ой аналитической группы $Cu^{2+}$ , $Hg^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Ni^{2+}$ . Анализ смеси катионов VI-ой аналитической группы.	3
8	Качественный анализ катионов I-VI-ой аналитических групп при совместном присутствии. <i>Тестовый контроль по темам 1-8.</i>	3
9	Качественные реакции анионов I-ой аналитической группы. Анализ смеси анионов I-ой аналитической группы.	3
10	Качественные реакции анионов II-ой аналитической группы. Анализ смеси анионов II-ой аналитической группы.	3
11	Качественные реакции анионов III-ей аналитической группы и анионов органических кислот. Анализ смеси анионов III-ей аналитической группы.	3
12	Анализ смеси неизвестного состава (сухих солей), часть 1.	3
13	Анализ смеси неизвестного состава (сухих солей), часть 2.	3
14	Закон действия масс. Равновесия в водных растворах сильных электролитов. Решение расчетных задач.	3
15	Равновесия в водных растворах слабых электролитов. Решение расчетных задач.	3
16	Равновесия в растворах гидролизующихся солей. Решение расчетных задач.	3
17	Равновесия в буферных растворах. Решение расчетных задач.	3
18	Равновесия в гетерогенных системах. Решение расчетных задач.	3
19	Равновесия в растворах комплексных соединений. Решение расчетных задач.	3
20	<b><i>Коллоквиум по теме «Общие теоретические основы аналитической химии»</i></b>	3
21	<b>Итоговое занятие «Теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ».</b>	3
22	Гравиметрический анализ. Классификация методов. Посуда в гравиметрии.	3
23	Определение массовой доли веществ методом осаждения	3

24	Определение массовой доли влаги в препаратах методом отгонки.	3
25	Титриметрический анализ. Основные положения метода. Посуда. Первичные и вторичные стандартные растворы	3
26	Приготовление растворов 0,1 М NaOH и 0,1М HCl. Расчеты в титриметрии.	3
27	Стандартизация титрантов по стандартным веществам и по растворам с известной концентрацией. Стандартизация раствора NaOH.	3
28	Титрование смесей веществ с фиксацией 2-х точек эквивалентности.	3
29	Кислотно-основное титрование в неводной среде. Определение слабых органических оснований и солей.	3
30	Комплексиметрические методы анализа. Меркуриметрия, комплексонометрия, прямое и обратное титрование.	3
31	Осадительное титрование. Аргентометрия, меркурометрия.	3
32	Перманганатометрия. Дихроматометрия.	3
33	Йодометрия, прямое и обратное титрование.	3
34	Нитритометрия. Нитритометрическое определение новокаина.	3
35	Броматометрия.	3
36	Статистическая обработка результатов анализа.	3
37	<b>Коллоквиум по теме «Количественный химический анализ».</b>	3
38	Инструментальные методы анализа. Оптические методы анализа. Фотометрия.	3
39	Спектрофотометрия.	3
40	Рефрактометрия. Поляриметрия.	3
41	Флуориметрия.	
42	Хроматографические методы. Бумажная и тонкослойная хроматография.	3
43	Разделение компонентов смеси и их идентификация методом газовой и жидкостной хроматографии.	3
44	Электрохимические методы анализа. Прямая потенциометрия.	3
45	Прямая кулонометрия и прямая кондуктометрия. Кулонометрическое титрование. Кондуктометрическое титрование.	3
46	Вольтамперометрия. Полярография. Амперометрическое титрование.	3
47	<b>Коллоквиум по теме «Инструментальные методы анализа».</b>	3
48	Итоговое занятие «Количественный химический анализ».	3
	Всего	<b>144</b>

### 10.3. План самостоятельной работы студентов

п/п	Наименование темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость (акад час)
	<b>Модуль 1. Теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ.</b> <b>Тема 1.1.</b> Аналитическая химия и химический анализ. Основные понятия, принципы, методы качественного анализа. Качественный анализ катионов 1-6-ой аналитических групп. Анализ катионов при совместном присутствии.	Подготовка к практич. занятиям	18
	<b>Тема 1.2.</b> Качественный анализ анионов. Анализ анионов при совместном присутствии. Анализ смеси неизвестного состава (сухих солей)	Подготовка к практич. занятиям	9

	<b>Тема 1.3.</b> Теория растворов электролитов, закон действия масс.	Подготовка к практич. занятиям	3
	<b>Тема 1.4.</b> Равновесия в буферных растворах и растворах гидролизующихся солей. Окислительно-восстановительные равновесия.	Подготовка к практич. занятиям	3
	<b>Тема 1.5.</b> Равновесия в растворах комплексных соединений и гетерогенных системах.	Подготовка к практич. занятиям.	6
	<b>Тема 1.6.</b> Итоговое занятие «Теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ».	Подготовка к итоговому занятию	9
	<b>Всего по модулю 1</b>		48
	<b>Модуль 2. Количественный анализ</b>		
	<b>Тема 2.1.</b> Гравиметрический анализ. Классификация методов, расчеты в гравиметрии. Методы осаждения, отгонки, выделения.	Подготовка к практич. занятиям	3
	<b>Тема 2.2.</b> Титриметрический анализ. Основные положения метода. Кислотно-основное титрование. Титрование в неводной среде.	Подготовка к практич. занятиям	4
	<b>Тема 2.3.</b> Комплексиметрическое и осадительное титрование	Подготовка к практич. занятиям	4
0	<b>Тема 2.4.</b> Окислительно-восстановительное титрование.	Подготовка к практич. занятиям	4
1	<b>Тема 2.5.</b> Статистическая обработка результатов химического эксперимента.	Подготовка к практич. занятиям	3
3	<b>Тема 2.6.</b> Методы, основанные на поглощении электромагнитного излучения (абсорбционные методы).	Подготовка к практич. занятиям	3
4	<b>Тема 2.7.</b> Рефрактометрия. Поляриметрия.	Подготовка к практич. занятиям	3
5	<b>Тема 2.8.</b> Методы, основанные на излучении света (флуориметрия).	Подготовка к практич. занятиям	3
6	<b>Тема 2.9.</b> Классификация хроматографических методов анализа. Плоскостная хроматография. Колоночная хроматография	Подготовка к практич. занятиям	3
8	<b>Тема 2.10.</b> Классификация электрохимических методов анализа. Прямая и косвенная потенциометрия.	Подготовка к практич. занятиям	3
9	<b>Тема 2.11.</b> Кондуктометрия и кулонометрия. Кондуктометрическое и кулонометрическое титрование.	Подготовка к практич. занятиям	3
0	<b>Тема 2.12.</b> Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование.	Подготовка к практич. занятиям	3
1	<b>Тема 2.13.</b> Итоговое занятие «Количественный анализ».	Подготовка к итогов. занятию	3
	<b>Всего по модулю 2</b>		42
	<b>Всего</b>		90

#### 10.4. Методические указания для самостоятельной работы студентов.

Методические указания для студентов к самостоятельной подготовке к практическим занятиям по дисциплине «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ» Специальность 33.05.01 «Фармация» / [Одарюк В.В.] – ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России. – Донецк : [б. и.], 2024. – 339 с. – Текст : электронный // Информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России : [сайт]. – URL: <http://distance.dnmu.ru>. – Дата публикации: 14.11.2024. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

#### 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

##### а) основная литература:

1. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия : учебник / Ю. Я. Харитонов. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-7075-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970470756.html> (дата обращения: 21.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ / Харитонов Ю. Я. , Григорьева В. Ю. , Краснюк И. И. (мл.). - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 688 с. - ISBN 978-5-9704-6183-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970461839.html> (дата обращения: 21.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю. Я. Харитонов - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 656 с. - ISBN 978-5-9704-2941-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html> (дата обращения: 21.11.2024). - Режим доступа : по подписке.

##### б) дополнительная литература:

1. Моногарова, О. В. Аналитическая химия. Задачи и вопросы: учебное пособие / О. В. Моногарова, С. В. Мугинова, Д. Г. Филатова ; под редакцией Т. Н. Шеховцовой. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 112 с. - ISBN 978-5-9704-3572-4. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435724.html> (дата обращения: 21.11.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений : учебное пособие / Ю. Я. Харитонов, Д. Н. Джабаров – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 240 с. – ISBN 978-5-9704-3272-3. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html> (дата обращения: 21.11.2024). – Режим доступа: по подписке.

3. Глушкова, Е. М. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учебное пособие для студентов высших учебных заведений специальности "Фармация" / Е. М. Глушкова; ГОО ВПО ДОННМУ ИМ. М. ГОРЬКОГО, каф. фарм. и мед. химии. – Донецк, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-R) : цв. 12 см. – Текст : электронный.

4. Одарюк, В. В. Аналитическая химия : практикум / В. В. Одарюк, В. В. Игнатьева, Л. А. Романова ; Министерство здравоохранения РФ, ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России. - Донецк : Кириенко С. Г., 2023. - 227 с. - Рекомендовано Ученым советом ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России (Протокол № 7 от 11.10.2023). - Текст : непосредственный

##### в) программное обеспечение и Интернет–ресурсы

1. Электронный каталог WEB–ОРАС Библиотеки ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава РФ <http://katalog.dnmu.ru>
2. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

3. Научная электронная библиотека (НЭБ) eLibrary <http://elibrary.ru>

4. Информационно–образовательная среда ДонГМУ <http://distance.dnmu.ru>

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- учебные аудитории для занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий;
- учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещение для самостоятельной работы студентов;
- учебные доски, столы, стулья;
- тематические стенды;
- ноутбуки, мультимедийные проекторы;
- наборы ситуационных заданий, мультимедийных лекций-визуализаций, наборы тестовых заданий;
- специальное оборудование, предусмотренное для использования в профессиональной сфере: рН-метр, иономер, микроскоп МИКРОмед, прибор для определения температуры плавления, технические электронные весы, спектрофотометр СФ-26, спектрофотометр СФ-46, ИК-спектрофотометр SPECORD, жидкостный хроматограф, оборудование для тонкослойной хроматографии, кондуктометр, калориметр, фотоэлектроколориметры, аналитические весы, электрическая водяная баня; сушильный шкаф, шкаф вытяжной, магнитные мешалки, рефрактометры, поляриметры, печь муфельная, центрифуга, термометры, пластинки для тонкослойной хроматографии;
- химическая лабораторная посуда: пипетки, бюретки, пробирки, химические стаканы, штативы, предметные стекла, часовые стекла, капельницы, конические колбы, мерные колбы, мерные цилиндры, эксикаторы;
- наборы химических реактивов, фиксаналы;
- лекарственные субстанции, лекарственные препараты
- компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет», Wi-Fi обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду (ИОС) и электронно-библиотечную систему (ЭБС) в ФГБОУ ВО ДонГМУ Минздрава России.