

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 11.06.2023  
Уникальный программный ключ:  
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2cddb840af0

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Пермская государственная фармацевтическая академия»**  
**Министерства здравоохранения Российской Федерации**

Кафедра аналитической химии  
*(наименование кафедры)*

УТВЕРЖДЕНА  
решением кафедры  
Протокол № 10  
от «20» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП.08 Аналитическая химия  
*(индекс, наименование дисциплины), в соответствии с учебным планом)*

33.02.01 Фармация  
*(код, наименование направления подготовки (специальности))*

Фармацевт  
*(квалификация)*

Очная  
*(форма(ы) обучения)*

1 год и 10 месяцев  
*(нормативный срок обучения)*

Год набора - 2024

Пермь, 2023 г.

**Автор(ы)–составитель(и):**

Кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии Непогодина Е.А..

Заведующий кафедрой аналитической химии, профессор, доктор фармацевтических наук Вихарева Е.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Содержание и структура дисциплины.....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине.....	9
5. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины .....	21
6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине .....	21
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы .....	21

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИМЕРНОЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

## 1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Учебная дисциплина «Аналитическая химия» является обязательной частью общепрофессионального цикла примерной основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 33.02.01 Фармация.

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ПК 2.3. Владеть обязательными видами внутриаптечного контроля лекарственных средств;

ПК 2.5. Соблюдать правила санитарно-гигиенического режима, охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности, порядок действия при чрезвычайных ситуациях; формируется данной дисциплиной частично.

## 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Умения:

- проводить качественный и количественный анализ химических веществ, в том числе лекарственных средств;

- соблюдать правила санитарно-гигиенического режима, охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности, порядок действия при чрезвычайных ситуациях

Знания:

- теоретические основы аналитической химии;

- методы качественного и количественного анализа неорганических и органических веществ, в том числе физико-химические;

- требования по охране труда, меры пожарной безопасности, порядок действий при чрезвычайных ситуациях

## 2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина ОП.08 «Аналитическая химия» относится к профессиональному циклу программы подготовки специалистов среднего звена, изучается во 2 семестре первого курса и составляет 52 часа.

Количество академических часов в контакте с преподавателем – 44 ч, из них: практических занятий – 26 ч, лекций, уроков – 18 ч, самостоятельная работа – 8 ч.

Промежуточная аттестация проводится в виде диф.зачета.

### 3. Содержание и структура дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем (разделов),	Объем дисциплины (модуля), час.			Форма текущего контроля успеваемости <sup>1</sup> , промежуточной аттестации	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СР
			Л	ПЗ		
Раздел 1	Введение в аналитическую химию	1			1	
Тема 1.1	Введение	1	1			С
Тема 1.2	Растворы. Химическое равновесие. ЗДМ. Кислотно-основное равновесие. Равновесие в гетерогенной системе раствор – осадок	1	1			С
Раздел 2	Качественный анализ	2			2	С
Тема 2.1	Методы качественного анализа	2	2			С
Тема 2.2	Анализ катионов	4		4		С
Тема 2.3	Анализ анионов	4		4		С
Раздел 3	Количественный анализ	3			3	К
Тема 3.1	Титриметрические методы анализа	2	2			С
Тема 3.2	Кислотно-основное титрование	6	2	4		С, КР
Тема 3.3	Окислительно-восстановительное титрование	8	4	4		С, КР
Тема 3.4	Осадительное титрование	8	4	4		С, КР
Тема 3.5	Инструментальные методы анализа	8	2	4	2	С, КР
Промежуточная аттестация		2				Дифференцированный зачет
<b>Всего:</b>		<b>52</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>8</b>	

Примечание:

1 – формы текущего контроля успеваемости: тест (Т), контрольная работа (КР), собеседование (С), учебно-исследовательская работа (УИР).

## **3.2.Содержание дисциплины**

### **Раздел 1. Введение в аналитическую химию**

**Тема 1.1.** Введение. Аналитическая химия, ее значение и задачи. Развитие аналитической химии, вклад русских ученых в развитие аналитической химии. Связь аналитической химии с другими дисциплинами. Объекты аналитического анализа. Методы химического анализа. Основные характеристики методов. Требования, предъявляемые к анализу веществ. Современные достижения аналитической химии как науки.

**Тема 1.2.** Растворы. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Кислотно-основное равновесие. Равновесие в гетерогенной системе раствор – осадок. Способы выражения состава раствора. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константа химического равновесия, способы ее выражения. Общие понятия о растворах. Слабые, сильные электролиты. Смещение химического равновесия. Расчет равновесных концентраций. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели. Растворимость. Равновесие в гетерогенной системе раствор-осадок. Произведение растворимости (ПР). Условия образования и растворения осадков. Дробное осаждение и разделение. Равновесие в растворах кислот и оснований. Влияние рН раствора на диссоциацию кислот и оснований. Факторы, влияющие на растворимость труднорастворимых электролитов.

### **Раздел 2. Качественный анализ**

**Тема 2.1.** Методы качественного анализа. Реакции, используемые в качественном анализе. Реакции разделения и обнаружения. Селективность и специфичность аналитических реакций. Условия выполнения реакций. Чувствительность. Факторы, влияющие на чувствительность. Реактивы: частные, специфические. Классификация ионов. Методы качественного анализа. Дробный и систематический анализ.

**Тема 2.2.** Анализ катионов. Общая характеристика. Свойства катионов натрия, калия, аммония, серебра, свинца (II), бария, кальция, алюминия, цинка, железа (II, III), магния, меди (II) Реактивы. Условия осаждения ионов. Окислительно-восстановительные реакции и использование их при открытии катионов. Значение и применение гидролиза и амфотерности при открытии и отделении катионов. Реакции комплексообразования. Применение их соединений в медицине.

**Тема 2.3.** Анализ анионов. Общая характеристика анионов. Анионы окислители, восстановители, индифферентные. Предварительные испытания на присутствие анионов-окислителей и восстановителей. Качественные реакции на анионы сульфат-ион, сульфит-ион, тиосульфат-ион, фосфат-ион, карбонат-ион, гидрокарбонат-ион, оксалат-ион, борат-ион, хлорид-ион, бромид-ион, иодид-ион, нитрат-ион, нитрит-ион. Применение в медицине.

### **Раздел 3. Количественный анализ**

**Тема 3.1.** Титриметрические методы анализа Основные сведения о титриметрическом анализе, его особенности и преимущества. Требования к реакциям. Точка эквивалентности и способы ее фиксации. Индикаторы. Классификация методов.

Способы выражения концентрации рабочего раствора. Растворы с молярной концентрацией эквивалента, молярные растворы. Титр и титрованные растворы.

Исходные вещества. Требования к исходным веществам. Понятие о поправочном коэффициенте. Стандарт-титр (фиксаналы). Прямое, обратное титрование и титрование заместителя. Вычисления в титриметрическом методе. Измерительная посуда: мерные колбы, пипетки, бюретки и другие.

**Тема 3.2.** Кислотно-основное титрование. Основное уравнение метода. Рабочие растворы. Стандартные растворы. Индикаторы. Ацидиметрия и алкалиметрия. Порядок и техника титрования. Расчеты. Использование метода при анализе лекарственных веществ.

**Тема 3.3.** Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. Окислительные свойства перманганата калия в зависимости от реакции среды. Вычисление эквивалента перманганата калия в зависимости от среды раствора. Приготовление раствора перманганата калия. Исходные вещества в методе перманганатометрии. Приготовление раствора щавелевой кислоты. Определение молярной концентрации эквивалента и титра раствора перманганата калия по раствору щавелевой кислоты. Использование метода для анализа лекарственных веществ.

Йодометрия. Химические реакции, лежащие в основе йодометрического метода. Приготовление рабочих растворов йода и тиосульфата натрия, дихромата калия. Условия хранения титрованных растворов в методе йодометрии. Крахмал как индикатор в йодометрии, его приготовление. Использование метода йодометрии в анализе лекарственных веществ.

**Тема 3.4.** Осадительное титрование. Метод нитритометрии. Рабочий раствор. Стандартный раствор. Фиксирование точки эквивалентности с помощью внешнего и внутренних индикаторов. Условия титрования. Примеры нитритометрического определения. Использование метода для анализа лекарственных веществ.

Метод броматометрии. Титрованный раствор. Стандартный раствор. Химические реакции, лежащие в основе метода, применение метода. Условия титрования. Способы фиксации точки эквивалентности. Использование метода для анализа лекарственных веществ.

**Тема 3.5.** Инструментальные методы анализа. Классификация методов. Обзор оптических, хроматографических и электрохимических методов. Рефрактометрия. Расчеты.

#### 4.1. Формы и материалы текущего контроля.

##### 4.1. Формы и материалы текущего контроля.

4.1.1. В ходе реализации дисциплины «Аналитическая химия» используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся: коллоквиум, собеседование, контрольная работа.

##### 4.1.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

Примеры билетов КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ:

Билет №1

1. Дайте определение коэффициента активности иона ( $f_i$ ) и активности иона ( $a_i$ ), приведите расчетные формулы.
2. Приведите качественные реакции на катион и анион соли  $BaSO_4$ .

Билет № 2

1. Дайте определение фактора эквивалентности, эквивалента, молярной массы эквивалента. Напишите уравнения, формулы расчета.
2. Количественный химический анализ соединения

Соединение: Хлорид кальция

Количественное определение соединения комплексонометрическим методом (определение метода, на каких свойствах вещества основан метод, титрант метода, вариант титрования, индикация конечной точки титрования, написать уравнение реакции, формулы расчета массы и массовой доли вещества в анализируемом образце).

Билет № 3

Навеску 2,0000 г раствора пероксида водорода поместили в мерную колбу объемом 200,00 см<sup>3</sup> и довели водой до метки. На титрование 10,00 см<sup>3</sup> этого раствора израсходовали 15,00

см<sup>3</sup> 0,1 моль/дм<sup>3</sup> раствора перманганата калия с  $K_p = 1,0050$ . Рассчитайте массовую долю (%) пероксида водорода в растворе. Обоснуйте хранение пероксида водорода и перманганата калия.

Шкала оценивания:

**дифференцированная оценка:**

- оценка «отлично» — выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;
- оценка «хорошо» — выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.
- оценка «удовлетворительно» — выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.
- оценка «неудовлетворительно» — выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Пример билета на КОЛЛОКВИУМ:

Билет №1

I. Проведите качественный, количественный химический анализ соединения

Соединение: ацетат натрия.

1. Качественный химический анализ соединения

- 1.1. Качественный анализ катиона соединения (привести уравнения реакций обнаружения с указанием способа выполнения, условий проведения и аналитического сигнала).
- 1.2. Качественный анализ аниона соединения (привести уравнения реакций обнаружения с указанием способа выполнения, условий проведения и аналитического сигнала ОВР уравнивать ионно-электронным методом).

2. Количественный химический анализ соединения

Количественное определение соединения методом нейтрализации (определение метода, на каких свойствах вещества основан метод, титрант метода, вариант титрования, индикация конечной точки титрования, написать уравнение реакции, формулы расчета массы и массовой доли вещества в анализируемом образце).

II. Решить задачу

Рассчитать массовую долю оксида ртути в образце, если к навеске массой 0,1020 г добавили 20 см<sup>3</sup> воды и 1 г йодида калия, выделившийся гидроксид калия оттитровали в присутствии метилового оранжевого 9,23 см<sup>3</sup> раствора хлороводородной кислоты с концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> и коэффициентом поправки 0,9800.

Шкала оценивания:

**недифференцированная оценка:**

- оценка «зачтено» выставляется в случае верных ответов на большую часть вопросов (>60%);



- оценка «не зачтено» выставляется в случае отсутствия ответов или наличия верных ответов на меньшинство вопросов (<60%).

Примеры вопросов для СОБЕСЕДОВАНИЯ:

1. Сильные и слабые электролиты. Способы выражения концентрации. Основные положения теории слабых и сильных электролитов. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора.
2. Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель – рН.
- 3.
4. Индикаторы комплексометрического титрования, их характеристика (специфические, металлохромные и рН-индикаторы).
5. Методы кислотно-основного титрования: классификация, основное уравнение методов, требования к реакциям.
6. Ацидиметрия: обоснование и основное уравнение метода. Варианты титрования, возможности метода, достоинства и недостатки.

Шкала оценивания:

**недифференцированная оценка:**

- оценка «зачтено» выставляется в случае выставляется обучающемуся при полном ответе на вопрос, правильном использовании терминологии, уверенных ответах на дополнительные вопросы; при полном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы; при неполном ответе на вопрос, наличии ошибок в терминологии, неуверенных ответах на дополнительные вопросы;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся при отсутствии ответа.

4.2. Формы и материалы промежуточной аттестации.

4.2.1. Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета.

4.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

Пример экзаменационного билета

Билет №1

I. Проведите качественный, количественный химический анализ соединения

Соединение: кальция бромид

1. Качественный химический анализ соединения

1.1. Качественный анализ катиона соединения (привести уравнения реакций обнаружения с указанием способа выполнения, условий проведения и аналитического сигнала).

1.2. Качественный анализ аниона соединения (привести уравнения реакций обнаружения с указанием способа выполнения, условий проведения и аналитического сигнала ОВР уравнивать ионно-электронным методом).

2. Количественный химический анализ соединения

Количественное определение соединения комплексометрическим методом (определение и обоснование метода, написать уравнение реакции определения, Вариант титрования, способы индикации конечной точки титрования, формулы расчета массы и массовой доли вещества в анализируемом образце).

3. Количественный инструментальный анализ соединения

Рефрактометрическое определение соединения в водном растворе (определение метода, его обоснование, установление нулевой точки рефрактометра, способы расчета концентрации).

II. Решить задачу

К 0,2500 г оксида кальция прибавлено  $35,00 \text{ см}^3$   $0,1500 \text{ моль/дм}^3$  раствора соляной кислоты. Избыток кислоты оттитрован  $8,50 \text{ см}^3$  раствора гидроксида натрия, титр которого  $0,008750 \text{ г/см}^3$ . Определить процентное содержание оксида кальция в навеске.

#### 4.2.3. Шкала оценивания.

##### **дифференцированная оценка:**

- оценка «отлично» – выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений;

- оценка «хорошо» – выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

- оценка «удовлетворительно» – выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

- оценка «неудовлетворительно» – выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

## **5. Методические указания по освоению дисциплины**

По каждому разделу дисциплины используются раздаточные материалы, методические рекомендации для обучающихся и методические указания для преподавателей.

## **6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине**

### 6.1. Основная литература:

1. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия : учебник / М. Ю. Харитонов. - Москва : ГЭОТАР - Медиа, 2020. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-5478-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970454787.html>. - Режим доступа : по подписке.

2. Бабков, А. В. Химия : учебник / А. В. Бабков, Т. И. Барабанова, В. А. Попков. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 352 с. : ил. - 352 с. - ISBN 978-5-9704-6149-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970461495.html>. - Режим доступа : по подписке.

### 6.1. Дополнительная литература:

1. Кучеренко, С. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / С. В. Кучеренко, В. В. Демьян, И. Ю. Жукова. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. — 98 с. — ISBN 978-5-7890-1809-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/118023.html>. — Режим доступа: для авторизир.

## **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Лабораторные занятия по качественному и количественному химическому анализу на кафедре проводятся в учебных аудиториях, в которых имеются в наличии необходимые реактивы и оборудование (химическая посуда, эксикаторы, центрифуги, сушильные шкафы, аналитические весы). Для проведения занятий по инструментальным методам анализа используются фотометры, рефрактометры, хроматографические колонки, хроматографические пластины, потенциометры. Практические занятия проводятся в виде семинаров, демонстрации экспериментов и использования наглядных пособий, решения задач, ответов на тестовые задания и написания контрольных работ. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам академии и кафедры, есть возможность работы с сайтами BookUp, Consultantplus. На лекциях и занятиях используется мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор). Имеются наборы таблиц/мультимедийных наглядных материалов по различным разделам дисциплины. Для освоения и закрепления отдельных вопросов разработаны тестовые задания по изучаемым темам.

Образовательные технологии – коммуникативные технологии (собеседование), неимитационные технологии (лекции, тестирование).