

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Контрольный  
экземпляр



**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор, профессор

И.Н. Мороз

01.07.2022

Рег. № УД-1.684/2223 /уч.

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

**1-79 01 08 «Фармация»**

Учебная программа разработана на основе типовой учебной программы для специальности 1-79 01 08 «Фармация», утвержденной 28.06.2022, регистрационный № FD-4.687/мен; учебного плана по специальности 1-79 01 08 «Фармация», утвержденного 18.05.2022, регистрационный № 1.49-1-8/2223.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

Р.И.Лукашов, заведующий кафедрой фармацевтической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат фармацевтических наук, доцент;

В.Н.Беляцкий, доцент кафедры фармацевтической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат химических наук, доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой фармацевтической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»  
(протокол № 11 от 14.05.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет»  
(протокол № 6 от 29.06.2022)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Аналитическая химия» – учебная дисциплина химического модуля, содержащая систематизированные научные знания о теоретических основах, принципах, методах и средствах получения экспериментальной информации о химическом составе и структуре вещества для идентификации и количественного определения фармацевтических субстанций, лекарственных препаратов и иных объектов.

Цель учебной дисциплины «Аналитическая химия» – формирование универсальных и базовых профессиональных компетенций для получения высокого уровня знаний, умений, навыков для проведения идентификации и количественного определения лекарственных средств и иных объектов.

Задачи учебной дисциплины «Аналитическая химия» состоят в формировании у студентов научных знаний о теоретических основах химических и инструментальных методов анализа для определения качественного и количественного состава объектов, пробоотбора и пробоподготовки, методах концентрирования и разделения; методологии проведения качественного и количественного анализа; статистической обработке результатов химического анализа; умений и навыков, необходимых для проведения идентификации и количественного определения различных объектов, в т.ч. при контроле качества лекарственных средств.

Знания, умения, навыки, полученные при изучении учебной дисциплины «Аналитическая химия», необходимы для успешного изучения следующих учебных дисциплин: «Фармацевтическая химия», «Фармакогнозия», «Токсикологическая химия», «Современные методы анализа и стандартизация лекарственных средств», «Биологическая химия», «Фармацевтическая экология».

Студент, освоивший содержание учебного материала учебной дисциплины «Аналитическая химия», должен обладать следующими базовыми профессиональными компетенциями:

БПК-1 Применять знания основных физических, химических и биологических закономерностей для контроля качества лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

В результате изучения учебной дисциплины «Аналитическая химия» студент должен

**знать:**

основные понятия аналитической химии, роль и значение методов аналитической химии в фармации;

основы пробоотбора, пробоподготовки и химического анализа проб;

основные методы концентрирования и разделения;

способы приготовления, стандартизации и хранения реактивов, в т.ч. титрованных растворов;

теоретические основы методов качественного и количественного анализа состава вещества;

устройство основных типов аналитического оборудования, применяемого

в инструментальных методах анализа;

способы статистической обработки и представления результатов химического анализа;

**уметь:**

обоснованно выбирать метод, способ и методику идентификации и количественного определения, проводить все необходимые расчеты;

использовать приемы и способы работы с химическими реактивами и лабораторной посудой, необходимые для проведения качественного и количественного анализа;

работать с основными типами аналитических приборов, используемых при проведении анализа;

проводить идентификацию и количественное определение веществ химическими и инструментальными методами анализа;

выполнять статистическую обработку результатов химического анализа;

**владеть:**

методиками пробоотбора и пробоподготовки, разделения и концентрирования веществ;

навыками работы с химической посудой, химическими реактивами, аналитическим оборудованием и другими приборами, используемыми при проведении качественного и количественного анализа;

методиками выполнения качественного и количественного анализа различных объектов;

навыками приготовления и стандартизации химических реактивов, в т.ч. титрованных растворов;

техникой выполнения анализа веществ с помощью химических и инструментальных методов.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент должен приобрести не только теоретические знания, практические умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

**Всего** на изучение учебной дисциплины отводится 408 академических часов.

Распределение аудиторных часов по видам занятий для очной дневной формы получения образования: 40 часов лекций (в том числе 13 часов управляемой самостоятельной работы (УСР)), 185 часов лабораторных занятий и 183 часа самостоятельной работы студента.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности в форме зачета (3 семестр) и экзамена (4 семестр).

Распределение аудиторных часов по видам занятий для заочной формы получения образования: 12 часов лекций, 36 часов лабораторных занятий и 360 часов самостоятельной работы студента.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с учебным планом по специальности зачета (4 семестр) и экзамена (5 семестр).

Формы получения образования – очная дневная /заочная.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО СЕМЕСТРАМ

(ОЧНАЯ ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Код, название специальности	Семестр	Количество часов учебных занятий						Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	из них			самостоятельных внеаудиторных	
				лекций	УСР	лабораторных занятий		
1-79 01 08 Фармация	3	210	115	20	6,5	95	95	Зачет
	4	198	110	20	6,5	90	88	Экзамен

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЮДЖЕТА УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО СЕМЕСТРАМ

(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Код, название специальности	Семестр	Количество часов учебных занятий					Форма промежуточной аттестации
		всего	аудиторных	из них		самостоятельных внеаудиторных	
				лекций	лабораторных занятий		
1-79 01 08 Фармация	3	70	12	6	6	58	-
	4	140	19	4	15	121	Зачет
	5	198	17	2	15	181	Экзамен

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**  
(ОЧНАЯ ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий	
	лекций	лабораторных
<b>1. Предмет и задачи аналитической химии</b>		<b>5</b>
<b>2. Химические методы идентификации неорганических веществ</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>3. Методы разделения и концентрирования</b>		
<b>4. Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>5. Аналитическая химия и хемометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>6. Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия</b>	<b>2</b>	<b>20</b>
6.1. Химическое равновесие в аналитической химии		5
6.2. Основные свойства растворителя, влияющие на кислотно-основные свойства вещества. Кислотно-основные буферные растворы	1	5
6.3. Расчёт рН водных растворов протолитов	1	10
<b>7. Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование</b>	<b>2</b>	<b>15</b>
7.1. Общая характеристика титриметрических методов анализа. Кислотно-основные индикаторы.	1	5
7.2. Основные типы кривых кислотно-основного титрования. Погрешности титрования		5
7.3. Кислотно-основное титрование в неводных средах Применение кислотно-основного титрования в фармацевтическом анализе	1	5
<b>8. Равновесия «осадок-раствор»</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>9. Гравиметрический метод анализа</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>10. Осадительное титрование</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>11. Равновесия комплексообразования. Органические реагенты в химическом анализе</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>12. Комплексометрическое титрование</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>13. Окислительно-восстановительные равновесия</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>14. Методы окислительно-восстановительного титрования</b>	<b>2</b>	<b>20</b>
14.1. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Йодометрическое титрование. Хлорйодометрическое титрование.		5
14.2. Йодатометрическое титрование. Нитритометрическое титрование. Дихроматометрическое титрование	1	5
14.3. Перманганатометрическое титрование. Броматометрическое титрование. Цериметрическое	1	10

титрование		
<b>15. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>16. Абсорбционные спектрометрические методы анализа</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
16.1. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Инфракрасная спектрометрия.	1	5
16.2. Молекулярная абсорбционная спектрометрия в ультрафиолетовой и видимой области.		5
<b>17. Эмиссионные спектрометрические методы анализа</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
17.1. Атомно-эмиссионная спектрометрия	2	5
17.2. Люминесцентная спектрометрия		
<b>18. Оптические методы, не связанные с поглощением или испусканием излучения</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
<b>19. Хроматографические методы анализа</b>	<b>6</b>	<b>20</b>
19.1. Общая характеристика и теоретические основы хроматографических методов анализа.	2	5
19.2. Газовая хроматография	2	5
19.3. Жидкостная хроматография	2	10
<b>20. Электрохимические методы анализа</b>	<b>4</b>	<b>15</b>
20.1. Общая характеристика и классификация электрохимических методов анализа. Кондуктометрия. Кулонометрия	2	5
20.2. Потенциометрический метод анализа. Вольтамперометрия	2	10
<b>21. Радиометрические методы анализа</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>Всего часов</b>	<b>40</b>	<b>185</b>

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**  
**(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Наименование раздела (темы)	Количество часов аудиторных занятий		Самостоятельная работа
	лекций	лабораторных	
<b>1. Предмет и задачи аналитической химии</b>			<b>11</b>
<b>2. Химические методы идентификации неорганических веществ</b>		<b>3</b>	<b>11</b>
<b>3. Методы разделения и концентрирования</b>			<b>11</b>
<b>4. Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе</b>	<b>2</b>		<b>11</b>
<b>5. Аналитическая химия и хеометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа</b>		<b>3</b>	<b>11</b>
<b>6. Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>33</b>
6.1. Химическое равновесие в аналитической химии		1	11
6.2. Основные свойства растворителя, влияющие на кислотно-основные свойства вещества. Кислотно-основные буферные растворы	2	1	11
6.3. Расчёт рН водных растворов протолитов		1	11
<b>7. Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>33</b>
7.1. Общая характеристика титриметрических методов анализа		1	11
7.2. Кислотно-основные индикаторы. Основные типы кривых кислотно-основного титрования. Погрешности титрования	2	1	11
7.3. Кислотно-основное титрование в неводных средах Применение кислотно-основного титрования в фармацевтическом анализе		1	11
<b>8. Равновесия «осадок-раствор»</b>			<b>11</b>
<b>9. Гравиметрический метод анализа</b>	-	<b>3</b>	<b>11</b>
<b>10. Осадительное титрование</b>			<b>11</b>
<b>11. Равновесия комплексообразования. Органические реагенты в химическом анализе</b>	-	<b>3</b>	<b>11</b>
<b>12. Комплексометрическое титрование</b>			<b>11</b>
<b>13. Окислительно-восстановительные равновесия</b>		<b>1</b>	<b>11</b>
<b>14. Методы окислительно-восстановительного титрования</b>	-	<b>2</b>	<b>33</b>



14.1. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Йодометрическое титрование. Хлорйодометрическое титрование.		1	11
14.2. Йодатометрическое титрование. Нитритометрическое титрование. Дихроматометрическое титрование	-	1	11
14.3. Перманганатометрическое титрование. Броматометрическое титрование. Цериметрическое титрование		1	11
<b>15. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала</b>	-	1	11
<b>16. Абсорбционные спектрометрические методы анализа</b>	1	2	22
16.1. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Инфракрасная спектрометрия.	1	1	11
16.2. Молекулярная абсорбционная спектрометрия в ультрафиолетовой и видимой области.		1	11
<b>17. Эмиссионные спектрометрические методы анализа</b>	1	2	22
17.1. Атомно-эмиссионная спектрометрия	1	1	11
17.2. Люминесцентная спектрометрия		1	11
<b>18. Оптические методы, не связанные с поглощением или испусканием излучения</b>	-	1	11
<b>19. Хроматографические методы анализа</b>	2	6	33
19.1. Общая характеристика и теоретические основы хроматографических методов анализа.	2	3	11
19.2. Газовая хроматография			11
19.3. Жидкостная хроматография		3	11
<b>20. Электрохимические методы анализа</b>	2	3	28
20.1. Общая характеристика и классификация электрохимических методов анализа. Кондуктометрия. Кулонометрия	2	1	14
20.2. Потенциометрический метод анализа. Вольтамперометрия. Потенциометрическое определение pH		2	14
<b>21. Радиометрические методы анализа</b>	-	-	13
<b>Всего часов</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>360</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. Предмет и задачи аналитической химии

Аналитическая химия как наука о методах анализа вещества, ее место в системе наук. Аналитическая служба.

Основные понятия аналитической химии: принцип, метод и методика анализа. Виды анализа. Основные этапы анализа. Факторы, определяющие постановку аналитической задачи: уровень содержания компонента, требуемая точность, экспрессность анализа, стоимость.

Методы аналитической химии: методы пробоотбора, методы разложения проб, методы разделения и концентрирования, методы обнаружения и количественного определения (химические, инструментальные, биологические).

Химические сенсоры, биосенсоры. Миниатюризированные аналитические системы.

Краткий исторический очерк развития аналитической химии. Применение методов аналитической химии в фармации.

### 2. Химические методы идентификации неорганических веществ

Правила работы и техники безопасности в химической лаборатории. Основные принципы качественного химического анализа. Аналитический эффект и аналитическая реакция. Классификация аналитических реакций и реагентов, используемых в качественном анализе (групповые, селективные, специфические). Важнейшие характеристики аналитической реакции (избирательность, предел обнаружения, предел определения, селективность, чувствительность). Дробный и систематический анализ. Аналитические группы катионов и анионов. Кислотно-основная классификация катионов. Классификация анионов по растворимости солей бария и серебра и окислительно-восстановительным свойствам. Общая характеристика и анализ анионов и катионов. Характерные реакции обнаружения катионов I–VI групп и анионов I–III групп. Особенности качественного анализа неорганических и органических веществ. Предварительные испытания при обнаружении анионов. Систематический анализ смесей галогенид-анионов и серосодержащих анионов. Способы устранения мешающего влияния ионов: разделение, маскирование. Использование качественного анализа в фармации.

### 3. Методы разделения и концентрирования

Общая характеристика и классификация методов разделения и концентрирования. Количественные характеристики эффективности разделения и концентрирования (коэффициент разделения, коэффициент концентрирования). Основные понятия, используемые в методе жидкость-жидкостной экстракции (экстрагент, экстракт, реэкстракция, реэкстракт, реэкстрагент, экстракционный реагент, рафинат). Количественные характеристики экстракционного равновесия (константа экстракции, константа распределения, коэффициент распределения, степень однократной экстракции, степень многократной экстракции). Экстракционные системы, экстрагенты и

экстрагирующиеся соединения. Влияние различных факторов на процесс экстракции. Способы осуществления экстракции. Применение экстракции в аналитической химии.

#### **4. Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе**

Проба. Виды проб (генеральная, средняя представительная, лабораторная, анализируемая). Отбор проб газов, жидкостей и твердых веществ, усреднение пробы. Причины погрешностей при отборе проб. Разложение пробы. «Сухие» и «мокрые» способы разложения пробы. Разложение пробы путём растворения (без протекания химической реакции и с протеканием химических реакций), сплавления и термического разложения. Нежелательные процессы, происходящие при разложении пробы.

#### **5. Аналитическая химия и хемометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа**

Правила работы с округленными величинами. Понятие о значащих цифрах. Приближенные вычисления и значащие цифры. Понятие «неопределённость измерения» и «погрешность измерения». Правильность и воспроизводимость результатов анализа. Виды погрешностей: грубые, случайные, систематические. Причины появления систематических погрешностей. Оценка правильности результатов анализа (использование стандартных образцов, анализ другими методами, метод добавок, метод введено-найдено).

Основные понятия математической статистики, используемые в аналитической химии. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа. Обнаружение грубых погрешностей (промахов). Основные характеристики аналитической методики: предел обнаружения, предел определения, границы определяемых содержаний, чувствительность, воспроизводимость, правильность. Воспроизводимость (сходимость, повторяемость) и правильность результатов анализа. Сравнение воспроизводимости, средних значений результатов анализа, проверка правильности.

#### **6. Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия**

##### **6.1. Химическое равновесие в аналитической химии**

Общая характеристика химического равновесия. Константа химического равновесия. Виды констант химического равновесия, используемые в аналитической химии (термодинамические, реальные и условные концентрационные, общие, ступенчатые). Отклонения от идеальности в растворах сильных электролитов. Активность и коэффициент активности ионов (среднеионный, индивидуальный). Уравнения, используемые для расчета коэффициентов активности. Ионная сила раствора. Зависимость активности сильного электролита от ионной силы раствора. Причины изменения активности при изменении ионной силы. Общие принципы расчёта состава равновесных систем. Общая и равновесная концентрации, молярная доля формы вещества. Уравнения материального баланса и электронейтральности.

Понятие о способах графического описания равновесий.

## **6.2. Основные свойства растворителя, влияющие на кислотно-основные свойства вещества. Кислотно-основные буферные растворы**

Важнейшие теории кислот и оснований: теория Аррениуса, протолитическая теория Бренстеда-Лоури, теория Льюиса. Количественное описание силы кислот и оснований (константа кислотности, константа основности, константа кислотности сопряженной кислоты, их показатели). Водородный показатель. Влияние растворителя на кислотно-основные свойства растворённого вещества. Протонные и апротонные растворители. Классификация растворителей по кислотно-основным свойствам и полярности. Автопротолиз растворителя. Константа автопротолиза. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителя. Сильные и слабые кислоты и

Понятие о буферных системах. Кислотно-основные буферные растворы, общая характеристика, принцип действия. Расчёт рН буферного раствора. Уравнение Гендерсона-Хассельбаха. Буферная ёмкость. Факторы, влияющие на буферную ёмкость. Рабочая область буферного раствора. Критерии выбора буферного раствора. Использование буферных систем в анализе. основания.

## **6.3. Расчёт рН водных растворов протолитов**

Расчёт водородного показателя (рН) водных растворов сильных и слабых кислот, смесей нескольких кислот, растворов сильных и слабых оснований, амфолитов и смесей нескольких оснований, многопротонных протолитов. Расчёт состава равновесных смесей протолитов при заданном значении рН.

## **7. Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование**

### **7.1. Общая характеристика титриметрических методов анализа Кислотно-основные индикаторы**

Основные понятия, связанные с титриметрическими методами анализа: титрование, титрант, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования, степень оттитрованности. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии. Классификация титриметрических методов анализа и способов титрования. Титранты и стандартные вещества в титриметрических методах анализа, требования к ним. Понятие об индикаторах, их классификация.

Расчёты, связанные с титрованием. Вывод расчетных формул, используемых в титриметрии. Способы описания количественного состава растворов в титриметрии. Расчёты в титриметрических методах анализа, связанные с приготовлением растворов титрантов и титрованием.

Характеристика мерной посуды, используемой для точного и приблизительного измерения объёма жидкости. Очистка мерной посуды и подготовка её к работе. Правила работы с мерной посудой. Проверка вместимости мерной посуды.

Принцип кислотно-основного титрования. Ацидиметрия и алкалиметрия. Приготовление и стандартизация растворов титрантов кислотно-основного титрования. Первичные и вторичные стандартные растворы. Кислотно-основные индикаторы, их классификация. Интервал перехода окраски

кислотно-основных индикаторов и его связь с величиной  $pK_a$  индикатора. Причины изменения окраски кислотно-основных индикаторов. Примеры кислотно-основных индикаторов, протеолитические равновесия в их растворах (метилоранжевый, фенолфталеин и др.).

## **7.2. Основные типы кривых кислотно-основного титрования. Погрешности титрования**

Понятие о кривые титрования. Степень оттитрованности. Кривые титрования сильной кислоты сильным основанием и сильного основания сильной кислотой. Кривые титрования слабой кислоты сильным основанием и слабого основания сильной кислотой. Факторы, влияющие на величину скачка кислотно-основного титрования. Погрешности титрования. Систематические и случайные индикаторные погрешности кислотно-основного титрования. Титрование многоосновных кислот и многокислотных оснований, смесей кислот или оснований. Анализ смеси гидроксида и карбоната щелочного металла, смеси карбоната и гидрокарбоната щелочного металла. Применение кислотно-основного титрования в фармацевтическом анализе.

## **7.3. Кислотно-основное титрование в неводных средах Применение кислотно-основного титрования в фармацевтическом анализе**

Ограничения применения кислотно-основного титрования в водных средах. Сущность метода кислотно-основного титрования в неводных средах. Критерии выбора растворителя для кислотно-основного титрования. Константа титрования. Растворители, титранты, стандартные вещества и индикаторы, используемые в неводном титровании. Критерии выбора растворителя. Практическое применение кислотно-основного неводного титрования в фармацевтическом анализе для определения слабых кислот и оснований.

Способы титриметрического определения солей аммония. Определение азота в органических соединениях методом Кьельдаля. Определение борной кислоты.

## **8. Равновесия «осадок-раствор»**

Равновесие в системе «осадок – раствор». Произведение растворимости (термодинамическое, реальное концентрационное, условное концентрационное). Использование произведения растворимости для определения возможности выпадения осадка. Растворимость. Связь ионной и молекулярной растворимости вещества с произведением растворимости. Расчет молекулярной растворимости комплексных соединений и слабых кислот. Влияние различных факторов (природа растворяемого вещества и растворителя, температура, ионная сила, присутствие общего (одноименного) иона, побочные реакции – протолитические реакции и реакции комплексообразования) на растворимость малорастворимых электролитов. Общие принципы растворения осадков малорастворимых электролитов.

## **9. Гравиметрический метод анализа**

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки. Виды гравиметрических определений. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования, предъявляемые к ним. Основные этапы методики гравиметрического определения методом осаждения. Понятие о механизме

образования осадка. Образование первичных центров кристаллизации. Относительное пересыщение и его влияние на характер образующегося осадка. Коллоидная стадия образования малорастворимого соединения. Аморфные и кристаллические осадки, условия образования. Метод «возникающих реагентов». Основные процессы, приводящие к загрязнению осадка, их причины и способы устранения. Техника взвешивания на аналитических и прецизионных весах. Применение гравиметрии в фармацевтическом анализе. Методы прямой и косвенной отгонки. Методы выделения в гравиметрии.

### **10. Осадительное титрование**

Общая характеристика и классификация методов осадительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Кривая осадительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования.

Меркурометрическое титрование: принцип метода, условия проведения титрования, титранты, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение меркурометрического титрования в фармацевтическом анализе.

Аргентометрическое титрование. Сущность метода. Титранты аргентометрического титрования, способы приготовления, стандартизация. Обнаружение конечной точки аргентометрического титрования: методы Мора, Фольгарда и Фаянса. Условия применения и выбор адсорбционных индикаторов. Определяемые вещества. Практическое применение аргентометрического титрования в фармацевтическом анализе.

### **11. Равновесия комплексообразования. Органические реагенты в химическом анализе**

Основные понятия, связанные с комплексными соединениями: комплексная частица, комплексообразователь, лиганд, координационное число, дентатность лиганда. Классификация комплексных соединений. Хелаты, внутрикомплексные и внешнесферные соединения. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона. Константы равновесия, используемые для характеристики комплексных соединений: константы образования, константы диссоциации (общие, ступенчатые, термодинамические, реальные и условные концентрационные). Кинетическая устойчивость комплексных соединений.

Влияние различных факторов (природа комплексообразователя и лигандов, температура, ионная сила, побочные реакции) на процесс комплексообразования и устойчивость комплексных соединений. Ряд Ирвинга-Уильямса. Влияние концентрации реагирующих веществ на комплексообразование. Расчёт молярных долей свободных ионов металла и комплексов в равновесной смеси. Функция закомплексованности. Среднее лигандное число.

Понятие об органических реагентах. Органические реагенты как хелатообразующие лиганды. Органические реагенты, принимающие участие в процессах, не связанных с комплексообразованием. Применение органических реагентов в аналитической химии. Функционально-аналитическая группировка. Факторы, влияющие на реакционную способность органических реагентов. Классификация органических реагентов по типу донорных атомов. Важнейшие

органические реагенты, применяемые в химическом анализе. Возможности использования комплексных соединений в фармацевтическом анализе.

## **12. Комплексометрическое титрование**

Общая характеристика и классификация методов комплексометрического титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Кривая комплексометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования.

Меркуриметрическое титрование: принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартные вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение меркуриметрического титрования в фармацевтическом анализе.

Общая характеристика комплексометрического титрования. Характеристика свойств этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и ее взаимодействие с катионами металлов. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов. Способы обнаружения конечной точки титрования в комплексометрии. Металлоиндикаторы: общая характеристика, классификация, взаимодействие с ионами металлов, интервал перехода окраски металлохромных индикаторов, индикаторные погрешности. Примеры металлохромных индикаторов. Кривая комплексометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования. Титранты и способы комплексометрического титрования. Определяемые вещества. Применение комплексометрического титрования в фармацевтическом анализе.

## **13. Окислительно-восстановительные равновесия**

Общая характеристика окислительно-восстановительных равновесий. Количественная оценка окислительно-восстановительной способности веществ. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал полуреакции, формальный потенциал. Электродвижущая сила реакции. Формальный электродный потенциал. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Влияние различных факторов (температура, посторонние ионы, рН, побочные реакции) на протекание окислительно-восстановительных реакций. Использование окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии и фармацевтическом анализе.

## **14. Методы окислительно-восстановительного титрования**

**14.1. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Йодометрическое титрование. Хлорйодометрическое титрование**

Общая характеристика и классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям. Кривая окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования. Способы обнаружения конечной точки окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы, принцип действия, интервал перехода окраски индикаторов. Примеры окислительно-восстановительных индикаторов.

Систематические индикаторные погрешности.

**Йодометрическое титрование:** принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартного вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение способов йодометрического титрования в фармацевтическом анализе. Определение воды методом Карла Фишера. Определение активного хлора.

**Хлорйодометрическое титрование:** принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартные вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение хлорйодометрического титрования. Определение йодного числа.

#### **14.2. Йодатометрическое титрование. Нитритометрическое титрование. Дихроматометрическое титрование**

**Йодатометрическое титрование:** принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартные вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение йодатометрического титрования.

**Нитритометрическое титрование:** принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартные вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение нитритометрического титрования. Определение первичных ароматических аминов.

**Дихроматометрическое титрование:** принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартные вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение дихроматометрического титрования. «Химическое потребление кислорода».

#### **14.3. Перманганатометрическое титрование. Броматометрическое титрование. Цериметрическое титрование**

**Перманганатометрическое титрование:** принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартные вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение перманганатометрического титрования.

**Броматометрическое титрование:** принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартные вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение броматометрического титрования. Определение фенолов.

**Цериметрическое титрование:** принцип метода, условия проведения титрования, титранты, стандартные вещества, обнаружение конечной точки титрования, определяемые вещества. Практическое применение цериметрического титрования.

Принцип выбора кислот для создания среды в методах окислительно-восстановительного титрования.



## **15. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала**

Общая характеристика и классификация инструментальных методов анализа. Понятие об аналитическом сигнале. Эталонные и безэталонные методы количественного анализа. Стандартные вещества и стандартные образцы. Способы расчёта концентрации вещества по величине аналитического сигнала (метод градуировочного графика, метод стандартов, метод добавок).

Классификация спектрометрических методов анализа. Природа и свойства электромагнитного излучения. Использование основного закона поглощения электромагнитного излучения в аналитической химии. Отклонение от основного закона светопоглощения. Пропускание и оптическая плотность. Молярный и удельный коэффициенты поглощения. Закон аддитивности оптических плотностей. Отклонения от основного закона светопоглощения.

## **16. Абсорбционные спектрометрические методы анализа**

### **16.1. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Инфракрасная спектрометрия**

Абсорбционные спектрометрические методы анализа, основные понятия и классификация. Принцип метода. Атомно-абсорбционная спектрометрия: процессы, приводящие к возникновению аналитического сигнала, атомные спектры поглощения. Устройство и принцип работы атомно-абсорбционных спектрометров. Возможности, достоинства и недостатки метода. Факторы, влияющие на точность и воспроизводимость. Спектральные и физико-химические помехи и методы их устранения. Практическое применение в фармацевтическом анализе. Метод холодного пара, метод генерации гидридов.

Инфракрасная спектрометрия: процессы, приводящие к возникновению аналитического сигнала, общая характеристика ИК-спектров. Принцип метода. Классификация и устройство ИК-спектрометров. ИК-спектрометрия с Фурье преобразованием. Спектрометрия в ближней ИК-области. Практическое применение.

Понятие о ядерном магнитном резонансе, протонном магнитном резонансе, электронном парамагнитном резонансе.

### **16.2. Молекулярная абсорбционная спектрометрия в ультрафиолетовой и видимой области**

Молекулярная абсорбционная спектрометрия в ультрафиолетовой и видимой области: процессы, приводящие к возникновению аналитического сигнала, молекулярные спектры поглощения. Принцип метода.

Измерение аналитического сигнала, классификация и устройство приборов для измерения светопоглощения в УФ и видимой области спектра. Практическое применение метода. Методы определения концентрации.

Основные приёмы, используемые в спектрофотометрическом анализе: прямая, разностная, производная и многоволновая спектрофотометрия, фотометрические реакции, экстракционная фотометрия, фотометрическое титрование. Примеры практического применения. Колориметрия и фотоэлектроколориметрия.

## **17. Эмиссионные спектрометрические методы анализа**

### **17.1. Атомно-эмиссионная спектрометрия**

Атомно-эмиссионная спектрометрия: процессы, приводящие к возникновению аналитического сигнала, атомные спектры испускания. Принцип метода. Устройство атомно-эмиссионных спектрометров. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Возможности, достоинства и недостатки метода. Спектральные и физико-химические помехи и методы их устранения. Практическое применение в фармацевтическом анализе.

### **17.2. Люминесцентная спектрометрия**

Люминесцентные методы анализа. Классификация, основные характеристики и закономерности люминесценции. Закон Стокса-Ломеля. Закон Вавилова. Правило Каши. Правило Левшина. Закон Ломакина-Шайбе. Флуоресценция и фосфоресценция. Диаграмма Яблонского. Эффект Шпольского. Уравнение Штерна-Фольмера. Влияние различных факторов на интенсивность флуоресценции растворов. Устройство и принцип работы приборов, применяемых для измерения флуоресценции. Основные приёмы, используемые в люминесцентных методах анализа. Тушение флуоресценции. Основные приемы, используемые в люминесцентных методах анализа. Люминесцентные индикаторы.

Понятие о рентгено-флуоресцентной спектрометрии. Рентгеновская дифракция.

## **18. Оптические методы, не связанные с поглощением или испусканием излучения**

Определение показателя преломления (рефрактометрия), определение оптической активности вещества (поляриметрия), круговой дихроизм. Турбидиметрия и нефелометрия. Процессы, приводящие к возникновению аналитического сигнала. Устройство и принцип работы приборов. Факторы, влияющие на показатель преломления, оптическое вращение. Практическое применение в фармацевтическом анализе.

Спектрометрия комбинационного рассеяния света. Гигантское комбинационное рассеяние света. Перспективы практического применения.

## **19. Хроматографические методы анализа**

### **19.1. Общая характеристика и теоретические основы хроматографических методов анализа**

Принцип, положенный в основу метода, и классификация хроматографических методов анализа. Параметры удерживания и разделения в хроматографии. Основные характеристики внешней хроматограммы. Способы получения хроматограмм. Параметры хроматографического пика. Приемы количественного определения в хроматографии (методы внутреннего стандарта, внешнего стандарта, внутренней нормализации, метод градуировки). Теории хроматографического разделения (теория теоретических тарелок и кинетическая теория (уравнение Ван-Деемтера)). Историческое развитие хроматографических методов анализа.

## 19.2. Газовая хроматография

Общая характеристика и классификация метода газовой хроматографии. Устройство и принцип работы газового хроматографа. Ввод пробы. Особенности газотвёрдофазной и газожидкостной хроматографии. Характеристика подвижных фаз, неподвижных фаз и носителей. Детекторы газовой хроматографии. Индексы удерживания Ковача. Методы количественной обработки хроматограмм. Практическое применение газовой хроматографии в фармакопейном анализе.

Комбинированные (гибридные) методы анализа: хромато-масс-спектрометрия. Основные понятия, масс-спектр вещества. Устройство и принцип работы масс-спектрометра. Интерфейс как связующее звено между масс-спектрометром и хроматографом. Газовая хроматография-масс-спектрометрия. Система ввода пробы. Блоки ионизации, разделения и детектирования. Способы ионизации органических веществ. Интерпретация масс-спектров. Режимы мониторинга отдельных ионов. Хроматограмма по полному ионному току. Масс-анализаторы. Квадрупольные масс-спектрометры. Применение хромато-масс-спектрометрии в фармацевтическом анализе.

Сверхкритическая флюидная хроматография (СФХ). Сходства и различия с газовой хроматографией и ВЭЖХ. Понятие о сверхкритическом (флюидном) состоянии вещества (с примерами веществ). Применение СФХ.

## 19.3. Жидкостная хроматография

Общая характеристика и классификация методов жидкостной хроматографии. Планарная (плоскостная): бумажная и тонкослойная хроматография: характеристика подвижных и неподвижных фаз, методика получения плоскостной хроматограммы. Способы получения хроматограмм. Качественный и количественный анализ плоскостной хроматограммы. Разрешение хроматографических зон. Практическое применение бумажной и тонкослойной хроматографии. Денситометрия и видеоденситометрия.

Общая характеристика и классификация колоночной жидкостной хроматографии. Классическая колоночная хроматография. Высокоэффективная (ВЭЖХ) и сверхвысокоэффективная жидкостная хроматография. Устройство и принцип работы жидкостного хроматографа. Элюирующая сила и элюотропные ряды. Нормально-фазовая и обращено-фазовая хроматография. Режимы элюирования. Детекторы в ВЭЖХ. Практическое применение ВЭЖХ в фармацевтическом анализе.

ВЭЖХ-масс-спектрометрия. Способы ионизации. Масс-спектрометры. Этапы проведения анализа. Интерфейс как связующее звено между масс-спектрометром и хроматографом. Применение в фармацевтическом анализе.

Эксклюзионная хроматография: механизм разделения, классификация, характеристика используемых твёрдых носителей и растворителей, практическое применение.

Ионообменная хроматография: ионообменное равновесие, характеристика подвижных и неподвижных фаз, практическое применение ионообменной хроматографии. Понятие об обменной ёмкости ионообменника. Понятие об ионной и ион-парной хроматографии. Ионный хроматограф: одно-

и двуколоночный вариант. Практическое применение. Понятие об электрофорезе и капиллярном электрофорезе.

## **20. Электрохимические методы анализа**

### **20.1. Общая характеристика и классификация электрохимических методов анализа. Кондуктометрия. Кулонометрия**

Общая характеристика и классификация электрохимических методов анализа. Характеристика электродов и принцип работы электрохимической ячейки.

Кондуктометрический метод анализа: теоретические основы и классификация. Кондуктометрическая ячейка для измерения электропроводности. Измерение аналитического сигнала. Факторы, влияющие на электропроводность. Закон Кольрауша. Практическое применение прямой кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование: принцип метода, типы кривых кондуктометрического титрования, практическое применение. Понятие о высокочастотной кондуктометрии.

Кулонометрический метод анализа: общая характеристика и классификация, виды кулонометров, измерение аналитического сигнала в прямой кулонометрии. Объединенный закон Фарадея для электролиза. Кулонометрическое титрование: принцип метода, измерение аналитического сигнала, практическое применение.

### **20.2. Потенциометрический метод анализа. Вольтамперометрия**

Потенциометрический метод анализа: теоретические основы и классификация, условия измерения аналитического сигнала. Принцип работы, классификация и основные характеристики ионоселективных электродов. Способы определения концентрации вещества в прямой потенциометрии. Потенциометрическое титрование: принцип метода, обнаружение конечной точки титрования с использованием кривой титрования, её производных, а также методом Грана, практическое применение.

Вольтамперометрический метод анализа, общая характеристика и классификация: полярография и собственно вольтамперометрия. Измерение аналитического сигнала. Условия, необходимые для вольтамперометрических измерений. Полярографическая кривая. Полярографическая волна. Потенциал полуволны. Диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Практическое применение вольтамперометрии. Современные методы вольтамперометрии. Амперометрическое титрование: принцип метода, условия проведения титрования, практическое применение. Амперометрическое титрование с двумя индикаторными электродами.

## **21. Радиометрические методы анализа.**

Основные понятия радиометрии. Способы регистрации радиоактивных излучений. Измерение радиоактивности естественных или искусственных элементов. Радиометрическое титрование. Методы, основанные на поглощении и отражении излучения. Активационный анализ.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»  
ХИМИЧЕСКОГО МОДУЛЯ**

**(ОЧНАЯ ДНЕВНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Самостоятельная работа студента	Формы контроля знаний
		лекций	УСР	лабораторных занятий			
<b>3 семестр</b>							
<b>1</b>	<b>Предмет и задачи аналитической химии</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>		<b>1</b>		
<b>2</b>	<b>Химические методы идентификации неорганических веществ</b>						
<b>1</b>	Предмет и задачи аналитической химии Л.р. Реакции обнаружения катионов I–III аналитических групп			5	5		Собеседование, электронные тесты, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>2</b>	Химические методы идентификации неорганических веществ. Методы разделения и концентрирования						Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с устной защитой
<b>3</b>	Л.р. Резкстракция брома. Реакции обнаружения катионов IV аналитической группы			5	5		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с устной защитой
<b>3</b>	<b>Методы разделения и концентрирования.</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>		<b>1</b>		
<b>4</b>	<b>Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе</b>						
<b>4</b>	Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе Л.р. Реакции обнаружения катионов V–VI аналитических групп						Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>5</b>	Аналитическая химия и хеометрика. Использование методов математической статистики для обработки	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи,

	результатов количественного анализа Л.р. Анализ неизвестного катиона						отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>6</b>	<b>Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>20</b>	<b>18</b>		
	Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия	2	0,5		1		
6.1	Химическое равновесие в аналитической химии Л.р. Реакции обнаружения анионов I аналитических групп			5	5		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
6.2	Основные свойства растворителя, влияющие на кислотнo-основные свойства вещества. Кислотно-основные буферные растворы Л.р. Реакции обнаружения анионов II–III аналитических групп			5	5		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
6.3	Расчёт pH водных растворов протолитов Л.р. Идентификация неизвестного аниона			5	5		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	Итоговое занятие по темам «Химическое равновесие. Протолитические равновесия» Л.р. Идентификация неизвестного неорганического вещества			5	3		Контрольная работа, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>7</b>	<b>Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>20</b>		
	Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование.	2	1		2		
7.1	Общая характеристика титриметрических методов анализа. Кислотно-основные индикаторы Л.р. Проверка вместимости мерной посуды. Приготовление и стандартизация растворов титрантов			5	5		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
7.2	Основные типы кривых кислотно-основного титрования. Погрешности титрования			5	5		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи,

	Л.р. Определение концентрации раствора щелочи					отчет по лабораторной работе с устной защитой
7.3	Кислотно-основное титрование в неводных средах Применение кислотно-основного титрования в фармацевтическом анализе Л.р. Анализ смеси смеси карбоната и гидрокарбоната щелочного металла	5	5		5	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	Равновесия «осадок-раствор». Гравиметрический метод анализа.	2	1		3	
8	Равновесия «осадок-раствор» Л.р. Определение хлорида аммония способом обратного титрования	5	5		5	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
9	Гравиметрический метод анализа Л.р. Определение сульфата магния в кристаллогидрате	5	5		5	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
10	<b>Осадительное титрование</b> Осадительное титрование Л.р. Аргентометрическое определение йодида калия	2	1	10	8	
	Итоговое занятие по темам «Кислотно-основное и осадительное титрование. Равновесия «осадок-раствор» Л.р. Определение борной кислоты в растворе	2	1	5	5	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
11	Равновесия комплексообразования. Органические реагенты в химическом анализе Л.р. Определение жесткости воды	2	0,5	5	5	Контрольная работа, отчет по лабораторной работе с устной защитой Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
12	Комплексометрическое титрование Л.р. Комплексометрическое определение хлорида кальция	2	0,5	5	5	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой

						с устной защитой
<b>13</b>	<b>Окислительно-восстановительные равновесия</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи
	Окислительно-восстановительные равновесия	2	0,5		2	
	Итоговое занятие по изученным темам					
	Л.р. Комплексонометрическое определение сульфата цинка и представление результатов химического анализа	-	-	5	5	Зачет, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	<b>Всего:</b>	<b>20</b>	<b>6,5</b>	<b>95</b>	<b>95</b>	

## 4 семестр

<b>14</b>	<b>Методы окислительно-восстановительного титрования</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	
	Методы окислительно-восстановительного титрования	2	0,5		1	
14.1	Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Йодометрическое титрование. Хлоридометрическое титрование			5	5	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	Л.р. Йодометрическое определение аскорбиновой кислоты и меди сульфата					
14.2	Йодатометрическое титрование. Нитритометрическое титрование. Дихроматометрическое титрование			5	5	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	Л.р. Нитритометрическое определение новокаина гидрохлорида					
14.3	Перманганатометрическое титрование. Броматометрическое титрование. Цериметрическое титрование			5	5	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	Л.р. Перманганатометрическое определение пероксида водорода					
	Итоговое занятие по темам «Окислительно-восстановительные равновесия и титрования»			5	3	Контрольная работа, отчет по лабораторной работе
	Л.р. Броматометрическое определение фенола (резорцина)					
<b>15</b>	<b>Общая характеристика инструментальных методов</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	Собеседование, электронные



	анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала Л.р. Фотометрическое определение железа (III)					тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>16</b>	<b>Абсорбционные спектрометрические методы анализа</b> Общая характеристика инструментальных методов анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала. Абсорбционные спектрометрические методы анализа	<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	
		<b>2</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	
<b>16.1</b>	Атомно-абсорбционная спектрометрия. Инфракрасная спектрометрия Л.р. Интерпретация ИК-спектров			<b>5</b>	<b>5</b>	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>16.2</b>	Молекулярная абсорбционная спектрометрия в ультрафиолетовой и видимой области Л.р. Фотометрическое определение цианкобаламина и нитрофураала			<b>5</b>	<b>5</b>	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>17</b>	<b>Эмиссионные спектрометрические методы анализа</b> Эмиссионные спектрометрические методы анализа	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	
		<b>2</b>	<b>0,5</b>		<b>2</b>	
<b>17.1</b>	Атомно-эмиссионная спектрометрия.					Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>17.2</b>	Люминесцентная спектрометрия Л.р. «Обнаружение солей хинина по характерной флуоресценции»			<b>5</b>	<b>5</b>	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>18</b>	Оптические методы, не связанные с поглощением или испусканием излучения Л.р. Рефрактометрическое определение концентрации веществ	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	Итоговое занятие по темам «Спектрометрические методы анализа»			<b>5</b>	<b>5</b>	Контрольная работа, отчет по лабораторной работе с устной защитой

	Л.р. Поляриметрическое изучение растворов сахаров								защитой
<b>19</b>	<b>Хроматографические методы анализа</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>22</b>				
19.1	Общая характеристика и теоретические основы хроматографических методов анализа Л.р. Идентификация катионов металлов методом бумажной хроматографии	2	0,5	5	5				Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
19.2	Газовая хроматография Л.р. Газохроматографический анализ органических веществ. Обработка хроматограмм	2	0,5	5	5				Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	Жидкостная хроматография	2	1		2				
19.3	Жидкостная хроматография: тонкослойная хроматография, колоночная и ВЭЖХ Л.р. Идентификация органических веществ методом тонкослойной хроматографии			5	5				Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
	Жидкостная хроматография: другие виды хроматографии Л.р. Разделение пигментов методом колоночной хроматографии			5	5				Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
<b>20</b>	<b>Электрохимические методы анализа</b>	<b>4</b>	<b>1,5</b>	<b>15</b>	<b>13</b>				
20.1	Общая характеристика и классификация электрохимических методов анализа. Кондуктометрия. Кулонометрия Л.р. Кондуктометрическое определение электропроводности	2	0,5	5	5				Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
20.2	Потенциометрический метод анализа. Вольтамперометрия Л.р. Потенциометрическое определение рН. Потенциометрическое титрование растворов кислот	2	1	5	5				Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
	Итоговое занятие по темам «Хроматографические и электрохимические методы анализа»			5	3				Контрольная работа
<b>21</b>	<b>Радиометрические методы анализа. Итоговое занятие по лабораторным работам</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>				Собеседование, электронные тесты, отчеты по всем

					вышеуказанным лабораторным работам с их устной защитой
<b>Всего:</b>	20	6,5	90	88	
<b>Всего часов</b>	40	10	185	183	

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»  
ХИМИЧЕСКОГО МОДУЛЯ**

**(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Формы контроля знаний
		лекций	Лабораторных занятий	
<b>3 семестр</b>				
	Предмет и задачи аналитической химии. Химические методы идентификации неорганических веществ. Методы разделения и концентрирования. Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе. Аналитическая химия и хеометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа.	2		
1	Предмет и задачи аналитической химии		3	Собеседование, электронные тесты, отчет по лабораторной работе с устной защитой
2	Химические методы идентификации неорганических веществ Л.р. Реакции обнаружения катионов I–III аналитических групп		3	
3	Методы разделения и концентрирования			Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
4	Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе			
5	Аналитическая химия и хеометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа			
	Л.р. Реакции обнаружения катионов IV–VI аналитических групп			
6	<b>Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия</b>	2		
7	<b>Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование</b>	2		
<b>4 семестр</b>				

16	Абсорбционные спектрометрические методы анализа	2		
17	Эмиссионные спектрометрические методы анализа	2		
19	Хроматографические методы анализа	2		
6.1	Химическое равновесие в аналитической химии			
6.2	Основные свойства растворителя, влияющие на кислотно-основные свойства вещества. Кислотно-основные буферные растворы	3		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
6.3	Расчёт pH водных растворов протолигов Л.р. Реакции обнаружения анионов I–III аналитических групп			
7.1	Общая характеристика титриметрических методов анализа. Кислотно-основные индикаторы			
7.2	Основные типы кривых кислотно-основного титрования.			
7.3	Погрешности титрования Кислотно-основное титрование в неводных средах Применение кислотно-основного титрования в фармацевтическом анализе Л.р. Проверка вместимости мерной посуды. Приготовление и стандартизация растворов титрантов. Определение концентрации раствора щелочи	3		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
8	Равновесия «осадок-раствор»			
9	Гравиметрический метод анализа			
10	Осадительное титрование Л.р. Идентификация неизвестного неорганического вещества. Аргентометрическое определение йодида калия	3		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
11	Равновесия комплексообразования. Органические реагенты в химическом анализе			
12	Комплексометрическое титрование Л.р. Комплексонометрическое определение хлорида кальция и сульфата цинка	3		Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с их устной защитой

13	<p>Окислительно-восстановительные равновесия</p> <p>Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Йодометрическое титрование. Хлорйодометрическое титрование.</p> <p>Йодатометрическое титрование. Нитритометрическое титрование.</p> <p>Дихроматометрическое титрование</p> <p>Перманганатометрическое титрование. Броматометрическое титрование. Цериметрическое титрование</p> <p>Л.р. Нитритометрическое определение новокаина гидрохлорида.</p> <p>Йодометрическое определение аскорбиновой кислоты</p>	-	3	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с устной защитой, контрольная работа, зачет
<b>5 семестр</b>				
15	<p>Общая характеристика инструментальных методов анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала</p> <p>Абсорбционные спектрометрические методы анализа</p> <p>Атомно-абсорбционная спектрометрия. Инфракрасная спектрометрия.</p> <p>Молекулярная абсорбционная спектрометрия в ультрафиолетовой и видимой области.</p> <p>Л.р. Фотометрическое определение цианкобаламина и нитрофураала</p>		3	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчеты по лабораторным работам с устной защитой
17	<p>Эмиссионные спектрометрические методы анализа Атомно-эмиссионная спектрометрия</p>			Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
18	<p>Люминесцентная спектрометрия</p> <p>Оптические методы, не связанные с поглощением или испусканием излучения</p> <p>Л.р. Поляриметрическое изучение сахаров</p>		3	
19	<p><b>Хроматографические методы анализа</b></p>		<b>6</b>	
19.1	<p>Общая характеристика и теоретические основы хроматографических методов анализа.</p>		3	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
19.2	<p>Газовая хроматография</p> <p>Л.р. Разделение пигментов методом колоночной хроматографии</p>		3	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой
19.3	<p>Жидкостная хроматография</p> <p>Л.р. Идентификация органических веществ методом тонкослойной хроматографии</p>		3	Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой

20	Электрохимические методы анализа	2	3
	Электрохимические методы анализа	2	
20.1	Общая характеристика и классификация электрохимических методов анализа. Кондуктометрия. Кулонометрия		
20.2	Потенциометрический метод анализа. Вольтамперометрия. Потенциометрическое определение рН Л.р. Потенциометрическое определение рН	3	3
	<b>Всего часов</b>	<b>12</b>	<b>36</b>

Собеседование, электронные тесты, ситуационные задачи, отчет по лабораторной работе с устной защитой, контрольная работа, экзамен

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ****ЛИТЕРАТУРА****Основная:**

1. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Инструментальные методы анализа : учеб. пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – Минск : Новое знание, 2021. – 360 с.
2. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учеб. пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – Минск : Новое знание; Москва: ИНФА-М, 2011. – 542 с.

**Дополнительная:**

3. Аналитическая химия : учебник / Н. И. Мовчан [и др.]. – М.: Инфра-М, 2016. – 394 с
4. Аналитическая химия для будущих провизоров. Часть 1. Учебное пособие / А. К. Жерносек, И. Е. Талуть; под ред. А. И. Жебентяева. – Витебск, ВГМУ, 2003. – 362 с.
5. Аналитическая химия. В 2 т. Т. 1 / Г. Кристиан; пер. с англ. : А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой; вступ. ст. Ю. А. Золотова. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 623 с.
6. Аналитическая химия. В 2 т. Т. 2 / Г. Кристиан; пер. с англ. : А. В. Гармаша [и др.]. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 504 с.
7. Аналитическая химия. Сборник задач : учеб.-метод. пособие / А. В. Юрения [и др.]. – Минск : БГМУ, 2017. – 192 с.
8. Беляцкий, В. Н. Основы методов атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии : учеб.-метод. пособие. – Минск : БГМУ, 2015. – 40 с.
9. Государственная фармакопея Республики Беларусь. (ГФ. РБ II): Разработана на основе Европейской фармакопеи. В 2 т. Т. 1 : Общие методы контроля качества лекарственных средств / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Молодечно: Типография «Победа», 2012. –1220 с.
10. Государственная фармакопея Республики Беларусь. (ГФ. РБ II): Разработана на основе Европейской фармакопеи. В 2 т. Т. 2 : Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении; под общ. ред. С. И. Марченко. – Молодечно: Типография «Победа», 2016 – 1368 с.
11. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : учеб. пособие / А. И. Жебентяев. – Минск: Новое знание; Москва: ИНФА-М, 2013. – 206 с.
12. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия в вопросах, задачах и тестовых заданиях : пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – Витебск : ВГМУ, 2019. – 183 с.
13. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Практикум : учеб. пособие. / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. - Минск : Новое знание;



Москва : Инфра-М, 2013. – 429 с.

14. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1989. - 454с.

15. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1 : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Т. А. Большова [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 384 с.

16. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2 : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Н. В. Алов [и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 416 с.

17. Харитонов, Ю. А. Аналитическая химия. Практикум : учебное пособие / Ю. А. Харитонов, В. Ю. Григорьева. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 296 с.

18. Харитонов, Ю. А. Примеры и задачи по аналитической химии / Ю. А. Харитонов, В. Ю. Григорьева. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 304 с.

19. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. Учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов. – 2-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2003. – 615 с.

20. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественных анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: Учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов. – 2-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2003. – 559 с.

#### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться обучающимися на:

- подготовку к лекциям, лабораторным занятиям;
- подготовку к контрольным работам, зачету и экзамену по учебной дисциплине;
- решение задач;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
- составление обзора научной литературы по заданной теме;
- оформление информационных и демонстрационных материалов (стенды, плакаты, графики, таблицы, газеты и пр.);
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;
- составление тестов студентами для организации взаимоконтроля.

#### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Основные формы организации управляемой самостоятельной работы:**

- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом;
- конспектирование первоисточников (разделов хрестоматий, сборников документов, монографий, учебных пособий);
- компьютерное тестирование.

**Контроль управляемой самостоятельной работы осуществляется в виде:**

- итогового занятия в форме устного собеседования, письменной работы, тестирования;
- обсуждения рефератов;
- проверки рефератов, письменных докладов, отчетов, рецептов;
- проверки конспектов первоисточников, монографий и статей;
- индивидуальной беседы.

**ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

**Устная форма:**

собеседования.

**Письменная форма:**

- тесты;
- контрольные работы;
- ситуационные задачи.

**Устно-письменная форма:**

- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- зачет;
- экзамен;

**Техническая форма:**

электронные тесты.

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ**

- Линейный (традиционный) метод (лекция, практические, лабораторные и семинарские занятия);
- активные (интерактивные) методы:
  - проблемно-ориентированное обучение PBL (Problem-Based Learning);
  - научно-ориентированное обучение RBL (Research-Based Learning).

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ**

1. Идентификация неорганического вещества, в состав которого могут входить ионы: катионы – калия, натрия, кальция, бария, магния, аммония, свинца, цинка, серебра, железа, висмута, меди, алюминия и анионы – хлориды, бромиды, йодиды, карбонаты и гидрокарбонаты, сульфаты.

2. Приготовление и стандартизация раствора кислоты хлористоводородной.
3. Определение концентрации раствора щелочи.
4. Проведение анализа смеси карбоната и гидрокарбоната щелочного металла.
5. Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА.
6. Комплексометрическое определение хлорида кальция.
7. Комплексометрическое определение сульфата цинка.
8. Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия.
9. Йодометрическое определение аскорбиновой кислоты.
10. Стандартизация раствора перманганата калия.
11. Перманганатометрическое определение пероксида водорода.
12. Приготовление и стандартизация раствора натрия нитрита.
13. Нитритометрическое определение новокаина гидрохлорида.
14. Фотометрическое определение цианкобаламина.
15. Спектрофотометрическое определение нитрофураля.
16. Рефрактометрическое определение концентрации сульфата магния.
17. Рефрактометрическое определение концентрации хлорида кальция.
18. Потенциометрическое титрование смеси кислот.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

1. Наборы химической посуды для выполнения идентификации веществ.
2. Наборы химической посуды для титрования.
3. Наборы лабораторной посуды.
4. Спектрофотометр.
5. Фотоэлектроколориметр.
6. Флуориметр.
7. Рефрактометр.
8. Поляриметр.
9. Набор для выполнения тонкослойной хроматографии.
10. Набор для выполнения бумажной хроматографии.
11. Комплекс для проведения колоночной хроматографии.
12. Газовый хроматограф.
13. Жидкостный хроматограф.
14. Иономер (рН-метр).
15. Водяные и песчаные бани.
16. Сушильный шкаф.
17. Муфельная печь.
18. Центрифуга.
19. Фильтровальная установка.
20. Баллон с газом-носителем.

21. Аквадистиллятор.
22. Деионизатор.
23. Кондуктометр.
24. Термометр.
25. Аналитические и прецизионные весы.
26. Мешалки-шейкеры.
27. Мультимедийный проектор, телевизор.
28. Компьютер.
29. Микроскопы.
30. Набор посуды для экстракции, экстракционные установки.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛЕКЦИЙ

### 3 семестр

1. Предмет и задачи аналитической химии. Химические методы идентификации неорганических веществ.
2. Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе. Методы разделение и концентрирования.
3. Аналитическая химия и хемометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа.
4. Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия.
5. Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование.
6. Равновесия «осадок-раствор». Гравиметрический метод анализа.
7. Осадительное титрование.
8. Равновесия комплексообразования. Органические реагенты в химическом анализе.
9. Комплексометрическое титрование.
10. Окислительно-восстановительные равновесия.

### 4 семестр

1. Методы окислительно-восстановительного титрования.
2. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала. Абсорбционные спектрометрические методы анализа.
3. Эмиссионные спектрометрические методы анализа.
4. Оптические методы, не связанные с поглощением или испусканием излучения.
5. Общая характеристика и теоретические основы хроматографических методов анализа.
6. Газовая хроматография.
7. Жидкостная хроматография.
8. Общая характеристика и классификация электрохимических методов анализа. Кондуктометрия. Кулонометрия.

9. Потенциометрический метод анализа. Вольтамперометрия.
10. Радиометрические методы анализа.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### 3 семестр

1. Предмет и задачи аналитической химии. Л.Р. «Реакции обнаружения катионов I–III аналитических групп».
2. Химические методы идентификации неорганических веществ. Методы разделения и концентрирования. Л.Р. «Реэкстракция брома. Реакции обнаружения катионов IV аналитической группы».
3. Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе. Л.Р. «Реакции обнаружения катионов V–VI аналитических групп».
4. Аналитическая химия и хемометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа. Л.Р. «Анализ неизвестного катиона».
5. Химическое равновесие в аналитической химии. Л.Р. «Реакции обнаружения анионов I аналитических групп».
6. Основные свойства растворителя, влияющие на кислотно-основные свойства вещества. Кислотно-основные буферные растворы. Л.Р. «Реакции обнаружения анионов II–III аналитических групп».
7. Расчёт pH водных растворов протолитов. Л.Р. «Идентификация неизвестного аниона».
8. Итоговое занятие по темам «Химическое равновесие. Протолитические равновесия». Л.Р. «Идентификация неизвестного неорганического вещества».
9. Общая характеристика титриметрических методов анализа. Кислотно-основные индикаторы. Л.Р. «Проверка вместимости мерной посуды. Приготовление и стандартизация растворов титрантов».
10. Основные типы кривых кислотно-основного титрования. Погрешности титрования. Л.Р. «Определение концентрации раствора щелочи».
11. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Применение кислотно-основного титрования в фармацевтическом анализе. Л.Р. «Анализ смеси смеси карбоната и гидрокарбоната щелочного металла».
12. Равновесия «осадок-раствор». Л.Р. «Определение хлорида аммония способом обратного титрования».
13. Гравиметрический метод анализа. Л.Р. «Определение сульфата магния в кристаллогидрате».
14. Осадительное титрование. Л.Р. «Аргентометрическое определение йодида калия».
15. Итоговое занятие по темам «Кислотно-основное и осадительное титрование. Равновесия «осадок-раствор». Л.Р. «Определение борной кислоты в растворе».
16. Равновесия комплексообразования. Органические реагенты в химическом анализе. Л.Р. «Определение жесткости воды».

17. Комплексометрическое титрование. Л.Р. «Комплексометрическое определение хлорида кальция».

18. Окислительно-восстановительные равновесия.

19. Итоговое занятие по изученным темам. Л. Р. «Комплексометрическое определение сульфата цинка и представление результатов химического анализа».

#### 4 семестр

20. Общая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования. Йодометрическое титрование. Хлорйодометрическое титрование. Л.Р. «Йодометрическое определение аскорбиновой кислоты и меди сульфата».

21. Йодатометрическое титрование. Нитритометрическое титрование. Дихроматометрическое титрование. Л.Р. «Нитритометрическое определение новокаина гидрохлорида».

22. Перманганатометрическое титрование. Броматометрическое титрование. Цериметрическое титрование. Л. Р. «Перманганатометрическое определение пероксида водорода».

23. Итоговое занятие по темам «Окислительно-восстановительные равновесия и титрования». Л.Р. «Броматометрическое определение фенола (резорцина)».

24. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала. Л.Р. «Фотометрическое определение железа (III)».

25. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Инфракрасная спектрометрия. Л.Р. «Интерпретация ИК-спектров».

26. Молекулярная абсорбционная спектрометрия в ультрафиолетовой и видимой области. Л.Р. «Фотометрическое определение цианокобаламина и нитрофураля».

27. Атомно-эмиссионная спектрометрия. Люминесцентная спектрометрия. Л.Р. «Обнаружение солей хинина по характерной флуоресценции».

28. Оптические методы, не связанные с поглощением или испусканием излучения. Л.Р. «Рефрактометрическое определение концентрации веществ».

29. Итоговое занятие по темам «Спектрометрические методы анализа». Л.Р. «Поляриметрическое изучение растворов сахаров».

30. Общая характеристика и теоретические основы хроматографических методов анализа. Л.Р. «Идентификация катионов металлов методом бумажной хроматографии».

31. Газовая хроматография. Л.Р. «Газохроматографический анализ органических веществ. Обработка хроматограмм».

32. Жидкостная хроматография: тонкослойная хроматография, колоночная и ВЭЖХ. Л.Р. «Идентификация органических веществ методом тонкослойной хроматографии».

33. Жидкостная хроматография: другие виды хроматографии. Л.Р.

«Разделение пигментов методом колоночной хроматографии».

34. Общая характеристика и классификация электрохимических методов анализа. Кондуктометрия. Кулонометрия. Л.Р. «Кондуктометрическое определение электропроводности».

35. Потенциометрический метод анализа. Вольтамперометрия. Л.Р. «Потенциометрическое определение рН. Потенциометрическое титрование растворов кислот».

36. Итоговое занятие по темам «Хроматографические и электрохимические методы анализа».

37. Радиометрические методы анализа. Итоговое занятие по лабораторным работам.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ЛЕКЦИЙ**

### **(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

#### **3 семестр**

1. Предмет и задачи аналитической химии. Химические методы идентификации неорганических веществ. Методы разделения и концентрирования. Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе. Аналитическая химия и хемометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа.

2. Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия.

3. Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование.

#### **4 семестр**

5 Эмиссионные спектрометрические методы анализа.

6 Хроматографические методы анализа.

#### **5 семестр**

7 Электрохимические методы анализа.

## **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

### **(ЗАОЧНАЯ ФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)**

#### **3 семестр**

Занятие 1. Предмет и задачи аналитической химии. Химические методы идентификации неорганических веществ. Л.Р. «Реакции обнаружения катионов I–III аналитических групп».

Занятие 2. Методы разделения и концентрирования. Пробоотбор и пробоподготовка в фармацевтическом анализе. Аналитическая химия и хемометрика. Использование методов математической статистики для обработки результатов количественного анализа. Л.Р. «Реакции обнаружения катионов IV–VI аналитических групп».

#### **4 семестр**

Занятие 3. Химическое равновесие в аналитической химии. Протолитические равновесия. Л.Р. «Реакции обнаружения анионов I–III

аналитических групп».

Занятие 4. Введение в титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование. Л.Р. «Проверка вместимости мерной посуды. Приготовление и стандартизация растворов титрантов. Определение концентрации раствора щелочи».

Занятие 5. Равновесия «осадок-раствор». Осадительное титрование. Гравиметрический метод анализа. Л.Р. «Идентификация неизвестного неорганического вещества. Аргентометрическое определение йодида калия».

Занятие 6. Равновесия комплексообразования. Органические реагенты в химическом анализе. Комплексометрическое титрование. Л.Р. «Комплексометрическое определение хлорида кальция и сульфата цинка».

Занятие 7. Окислительно-восстановительные равновесия. Методы окислительно-восстановительного титрования. Л.Р. «Нитритометрическое определение новокаина гидрохлорида. Иодометрическое определение аскорбиновой кислоты».

### 5 семестр

Занятие 8. Общая характеристика инструментальных методов анализа. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Методы расчета концентрации вещества по величине аналитического сигнала. Абсорбционные спектрометрические методы анализа. Л.Р. «Фотометрическое определение цианкобаламина и нитрофурала».

Занятие 9. Эмиссионные спектрометрические методы анализа. Оптические методы, не связанные с поглощением или испусканием излучения. Л.Р. «Поляриметрическое изучение растворов сахаров».

Занятие 10. Общая характеристика и теоретические основы хроматографических методов анализа. Газовая хроматография. Л.Р. «Разделение пигментов методом колоночной хроматографии».

Занятие 11. Жидкостная хроматография. Л.Р. «Идентификация органических веществ методом тонкослойной хроматографии».

Занятие 12. Электрохимические методы анализа. Л.Р. «Потенциометрическое определение рН».



## СОСТАВИТЕЛИ:

Заведующий кафедрой  
фармацевтической химии  
учреждения образования  
«Белорусский государственный  
медицинский университет»,  
кандидат фармацевтических наук,  
доцент

Р.И.Лукашов

Доцент кафедры  
фармацевтической химии  
учреждения образования  
«Белорусский государственный  
медицинский университет»,  
кандидат химических наук, доцент

В.Н.Беляцкий

Оформление учебной программы и сопровождающих документов  
соответствует установленным требованиям.

Декан фармацевтического  
факультета учреждения  
образования «Белорусский  
государственный  
медицинский университет»  
доктор биологических наук,  
профессор

30.06 2022

Н.С.Гурина

Методист учреждения  
образования  
«Белорусский  
государственный  
медицинский университет»

30.06 2022

С.А.Янкович

## Сведения о составителях учебной программы

Фамилия, имя, отчество	Лукашов Роман Игоревич
Должность, ученая степень, ученое звание	Заведующий кафедрой фармацевтической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат фармацевтических наук, доцент
☎ служебный	+375 17 279 42 18
<i>E-mail:</i>	r_lukashov@mail.ru
Фамилия, имя, отчество	Беляцкий Владимир Николаевич
Должность, ученая степень, ученое звание	Доцент кафедры фармацевтической химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», кандидат химических наук, доцент
☎ служебный	+375 17 279 42 17
<i>E-mail:</i>	vbelyatsky@mail.ru