

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"Сибирский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения  
Российской Федерации

Фармацевтический факультет

УТВЕРЖДЕНО  
Ученым советом  
Протокол №10 от 01.11.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки: Фармацевтическая и пищевая биотехнология

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.  
в академических часах: 108 ак.ч.

**Разработчики:**

Кандидат химических наук Дрыгунова Л.А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 № 736, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 430н; "Специалист по промышленной фармации в области контроля качества лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 431н; "Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ", утвержден приказом Минтруда России от 22.07.2020 № 441н; "Специалист по валидации (квалификации) фармацевтического производства", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 434н; "Специалист в области биотехнологий продуктов питания", утвержден приказом Минтруда России от 24.09.2019 № 633н.

## 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-7 Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы

ОПК-7.1 Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные

*Знать:*

ОПК-7.1/Зн1 Физико-химические, химические, характеристики испытываемых лекарственных средств

ОПК-7.1/Зн2 Технику лабораторных работ при испытаниях лекарственных средств

ОПК-7.1/Зн3 Принципы стандартизации и контроля качества лекарственных средств

ОПК-7.1/Зн4 Фармакопейные методы анализа, используемые для испытаний лекарственных средств

ОПК-7.1/Зн5 Принципы валидации аналитических методик

*Уметь:*

ОПК-7.1/Ум1 Производить испытания лекарственных средств с помощью химических и физико-химических методов в соответствии с фармакопейными требованиями, нормативной документацией и установленными процедурами

ОПК-7.1/Ум2 Эксплуатировать лабораторное оборудование и помещения в соответствии с установленными требованиями

ОПК-7.1/Ум3 Оформлять документацию по испытаниям лекарственных средств

ОПК-7.1/Ум4 Использовать методы математической статистики, применяемые при обработке результатов испытаний лекарственных средств

*Владеть:*

ОПК-7.1/Нв1 Подготовка лабораторного оборудования, материалов и объектов, приготовление растворов для испытаний лекарственных средств

ОПК-7.1/Нв2 Выполнение требуемых операций в соответствии с фармакопейными требованиями

ОПК-7.1/Нв3 Регистрация, обработка и интерпретация результатов проведенных испытаний лекарственных средств

ОПК-7.2 Проводит наблюдения и измерения, применяя математические, физические, физико-химические, биологические и микробиологические методы.

*Знать:*

ОПК-7.2/Зн1 Методики определения качества биотехнологической продукции

ОПК-7.2/Зн2 Показатели качества биотехнологической продукции

ОПК-7.2/Зн3 Виды брака и его учет в производстве биотехнологической продукции

*Уметь:*

ОПК-7.2/Ум1 Производить анализ качества сырья для биотехнологического производства в соответствии с регламентом

ОПК-7.2/Ум2 Определять активность действующего вещества в готовом биотехнологическом препарате

*Владеть:*

ОПК-7.2/Нв1 Проведение контроля качества промежуточной и готовой биотехнологической продукции

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Физико-химические методы анализа» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	трудоемк	трудоемк	работ	та	ии	(час	ские	занят	ая	рабо	точн	ая ат	теста	ция
Четвертый семестр	108	3	88	16	72	20						Зачет		
Всего	108	3	88	16	72	20								

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

Наименование раздела, темы	Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Оптические методы анализа</b>	<b>59</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>11</b>
Тема 1.1. Основы молекулярно-абсорбционной спектроскопии	7	2	4	1
Тема 1.2. Спектрофотометрия в УФ- и видимой областях. Часть 1.	7	2	4	1
Тема 1.3. Спектрофотометрия в УФ- и видимой областях. Часть 2.	7	2	4	1
Тема 1.4. Спектрофотометрия в УФ- и видимой областях Часть 3	5		4	1
Тема 1.5. ИК-спектроскопия. Часть 1.	7	2	4	1
Тема 1.6. ИК-спектроскопия. Часть 2	5		4	1
Тема 1.7. Рефрактометрия.	5		4	1
Тема 1.8. Поляриметрия	5		4	1
Тема 1.9. Люминесцентный анализ	3	2		1
Тема 1.10. Методы атомной спектроскопии	3	2		1
Тема 1.11. Контрольная работа по разделу "Оптические методы анализа"	5		4	1
<b>Раздел 2. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>4</b>
Тема 2.1. Основы спектроскопии ядерного магнитного резонанса	7	2	4	1
Тема 2.2. Спектроскопия протонного магнитного резонанса	5		4	1

Тема 2.3. Спектроскопия магнитного резонанса на ядрах <sup>13</sup> C.	5		4	1
Тема 2.4. Контрольная работа "Спектроскопия ядерного магнитного резонанса"	5		4	1
<b>Раздел 3. Масс-спектрометрический анализ</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>2</b>
Тема 3.1. Основы масс-спектрометрического анализа.	7	2	4	1
Тема 3.2. Масс-спектры различных классов органических соединений.	5		4	1
<b>Раздел 4. Комбинированное использование методов ФХМА для количественного определения и установления строения соединений</b>	<b>15</b>		<b>12</b>	<b>3</b>
Тема 4.1. Установление строения органических соединений.	5		4	1
Тема 4.2. УИРС. Комбинированное использование различных методов физико-химического анализа для идентификации и количественного определения веществ. Часть 1.	5		4	1
Тема 4.3. УИРС. Комбинированное использование различных методов физико-химического анализа для идентификации и количественного определения веществ. Часть 1.	3		2	1
Тема 4.4. Контрольная работа "Применение методов ЯМР- и масс-спектрометрии для установления строения органических соединений"	2		2	
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>72</b>	<b>20</b>

#### 4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

##### **Раздел 1. Оптические методы анализа**

##### *Тема 1.1. Основы молекулярно-абсорбционной спектроскопии*

Основы методов оптического анализа. Классификация оптических методов анализа. Основы молекулярного спектрального анализа в ультрафиолетовой и видимой области спектра. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность (A) и светопропускание (T), связь между ними. Коэффициент поглощения света (k), коэффициент поглощения - молярный ( $\epsilon$ ) и удельный ( $E_{1\%}^{1cm}$ ); связь между молярным коэффициентом погашения и коэффициентом поглощения света ( $k = 2,3 \epsilon$ ), закон аддитивности оптической плотности, приведенная оптическая плотность.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	3	5

*Тема 1.2. Спектрофотометрия в УФ- и видимой областях. Часть 1.*

Происхождение электронных спектров поглощения. Методы молекулярно-абсорбционного анализа; колориметрия, фотоэлектроколориметрия, спектрофотометрия.

Колориметрия. Метод стандартных серий, метод уравнивания окрасок, метод разбавления. Применение в фармации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Отчет по лабораторной работе	3	5

*Тема 1.3. Спектрофотометрия в УФ- и видимой областях. Часть 2.*

Количественный фотометрический анализ. Условия фотометрического определения (выбор фотометрической реакции, аналитической длины волны, концентрации раствора и толщины поглощающего слоя, использование раствора сравнения). Определение концентрации анализируемого раствора: метод градуировочного графика, метод сравнения, определение концентрации по молярному (или удельному) коэффициенту поглощения, метод добавок стандарта. Определение концентрации нескольких веществ при их совместном присутствии.

Дифференциальный фотометрический анализ. Сущность метода, способы определения концентраций (расчетный метод, метод градуировочного графика).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Отчет по лабораторной работе	3	5

*Тема 1.4. Спектрофотометрия в УФ- и видимой областях Часть 3*

Происхождение электронных спектров. Типы электронных переходов. Классификация полос поглощения на основании электронного перехода. Связь электронных спектров и структуры органических соединений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Отчет по лабораторной работе	3	5

*Тема 1.5. ИК-спектроскопия. Часть 1.*

Основы ИК-спектроскопии. Происхождение колебательных спектров. Основные типы колебаний атомов в молекуле (валентные, деформационные). Колебательный спектр, его характеристика. Закон Хука. Групповые или характеристические частоты. Техника и методики ИК-спектроскопии: устройство ИК-спектрометров, подготовка образцов различного типа к анализу.

Применение ИК-спектроскопии: идентификация веществ, функциональный анализ.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Отчет по лабораторной работе	3	5

*Тема 1.6. ИК-спектроскопия. Часть 2*

Устройство ИК-спектрометра с Фурье-преобразованием для регистрации спектра поглощения. Запись ИК-спектров различных веществ. Идентификация и функциональный анализ различных соединений с использованием ИК-спектров.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Решение задач	3	5

### Тема 1.7. Рефрактометрия.

Основы рефрактометрического анализа, закон преломления, показатель преломления. Факторы, влияющие на показатель преломления. Методы количественного анализа в рефрактометрии. Применение рефрактометрии в качественном и количественном анализе веществ.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Отчет по лабораторной работе	3	5

### Тема 1.8. Поляриметрия

основы поляриметрического анализа. Оптически активные вещества, удельное вращение. Факторы, влияющие на величину удельного вращения. Устройство и принципы работы поляриметра. Определение содержания оптически активных веществ методом поляриметрического анализа.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Отчет по лабораторной работе	3	5

### Тема 1.9. Люминесцентный анализ

Основы метода. Виды люминесценции. Флуоресцентный анализ. Природа флуоресценции. Спектр флуоресценции, закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина, квантовый выход флуоресценции, закон С.И. Вавилова.

Количественный флуоресцентный анализ: принципы анализа, условия проведения анализа, люминесцентные реакции. Способы определения концентрации вещества (метод градуировочного графика, метод одного стандарта). Применение флуоресцентного анализа.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Письменный опрос	3	5

### Тема 1.10. Методы атомной спектроскопии

Основные понятия атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. Применение методов в анализе веществ.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Тестовый контроль	3	5

### Тема 1.11. Контрольная работа по разделу "Оптические методы анализа"

Решение задач на определение содержания веществ методами рефрактометрического, поляриметрического, спектрофотометрического, флуориметрического, атомного анализа. Анализ электронных и ИК-спектров, идентификация веществ на их основе.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	3	5

## Раздел 2. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса

### Тема 2.1. Основы спектроскопии ядерного магнитного резонанса

Физические основы магнитного резонанса ядер. Условия магнитного резонанса. Константа экранирования ядер. Химический сдвиг. Сигналы в спектре ЯМР, мультиплетность сигналов.

#### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Устный опрос	3	5

## Тема 2.2. Спектроскопия протонного магнитного резонанса

Спектроскопия магнитного резонанса на ядрах  $^1\text{H}$ . Спин-спиновое взаимодействие магнитно неэквивалентных ядер. Мультиплетность сигналов в спектре ПМР. Установление строения соединений на основании спектров ПМР.

### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Решение задач	3	5

## Тема 2.3. Спектроскопия магнитного резонанса на ядрах $^{13}\text{C}$ .

Основы магнитного резонанса ядер  $^{13}\text{C}$  Спин-спиновое взаимодействие  $^1\text{H}$  --  $^{13}\text{C}$ , способы их подавления. Эффект Оверхаузера. Использование  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектров для установления строения соединений.

### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Решение задач	3	5

## Тема 2.4. Контрольная работа "Спектроскопия ядерного магнитного резонанса"

Контрольная работа по основам ядерного магнитного резонанса ядер  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ , и их использование для установления строения органических соединений

### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	3	5

## Раздел 3. Масс-спектрометрический анализ

### Тема 3.1. Основы масс-спектрометрического анализа.

Физические основы масс-спектрометрии. Основные узлы масс-спектрометра и их характеристика. Способы ионизации. Виды образующихся ионов. Интерпретация масс-спектров.

### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Опрос	3	5

### Тема 3.2. Масс-спектры различных классов органических соединений.

Схемы ионизации молекул различных классов органических соединений методом электронного удара. Интерпретация масс-спектров различных классов органических соединений.

### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Решение задач	3	5

## Раздел 4. Комбинированное использование методов ФХМА для количественного определения и установления строения соединений

### Тема 4.1. Установление строения органических соединений.

Установление строения органических соединений с использованием электронного, ИК-,  $^1\text{H}$  ЯМР-,  $^{13}\text{C}$  ЯМР-, масс-спектров.

### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Решение задач	3	5

Тема 4.2. УИРС. Комбинированное использование различных методов физико-химического анализа для идентификации и количественного определения веществ. Часть 1.

Анализ соединения с целью его идентификации с применением УФ-, ИК-, ЯМР-, масс-спектрометрии. Количественное определение с применением рефрактометрического, поляриметрического, спектрофотометрического метода.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Отчет по лабораторной работе	3	5

*Тема 4.3. УИРС. Комбинированное использование различных методов физико-химического анализа для идентификации и количественного определения веществ. Часть 1.*

Анализ соединения с целью его идентификации с применением УФ-, ИК-, ЯМР-, масс-спектрометрии. Количественное определение с применением рефрактометрического, поляриметрического, спектрофотометрического метода.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Отчет по лабораторной работе	3	5

*Тема 4.4. Контрольная работа "Применение методов ЯМР- и масс-спектрометрии для установления строения органических соединений"*

Контрольная работа по использованию спектров <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C ЯМР спектроскопии, масс-спектрометрии для установления строения органических соединений

Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Контрольная работа	3	5

## 5. Порядок проведения промежуточной аттестации

### 6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

##### Основная литература

1. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия: учебник / Ю. Я. Харитонов. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 320 с. - 978-5-9704-4400-9. - Текст: электронный. // ЭБС КС: [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444009.html> (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

##### Дополнительная литература

1. Халиуллин, Ф. А. Инфракрасная спектроскопия в фармацевтическом анализе: учебное пособие для использования в учебном процессе образовательных организаций, реализующих программы высшего образования по специальности 33.05.01 "Фармация" / Ф. А. Халиуллин, А. Р. Валиева, В. А. Катаев; рец.: Р. И. Мустафин, И. Ф. Шаталаев.; RU.Башкирский медицинский университет. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 160 с. - 978-5-9704-3657-8. - Текст: непосредственный.

#### 6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

##### Профессиональные базы данных

Не используются.

##### Ресурсы «Интернет»

1. <https://www.sciencedirect.com> - Научная электронная библиотека Elsevier
2. <https://www.elibrary.ru> - Научная электронная библиотека
3. <http://www.studentlibrary.ru> - ЭБС «Консультант студента»
4. <http://books-up.ru> - ЭБС "Book-Up"
5. <http://www.biblio-online.ru> - ЭБС "Юрайт"

### **6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

*Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

1. MS Office;

2. Windows;

*Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

### **6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Учебная аудитория

Аудитория 16-409

рН-метр/ионометр/титратор - 1 шт.

Анализатор вольтамперометрический - 1 шт.

Вытяжной шкаф - 2 шт.

Доска аудиторная - 1 шт.

Микроскоп - 1 шт.

Ноутбук - 1 шт.

Стол преподавателя - 1 шт.

Стол ученический - 9 шт.

Стул преподавателя - 1 шт.

Стул ученический - 17 шт.

Телевизор - 1 шт.

Хроматограф - 1 шт.

Центрифуга лабораторная - 1 шт.

Цифровая бюретка - 1 шт.