

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Физическая и прикладная химия»



УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
/ Т.Р.Змызгова /  
2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В BIOTEХНОЛОГИИ  
образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата

**19.03.01 – Биотехнология**

Направленность:  
**Биотехнология**

Формы обучения: заочная

Курган 2023

Рабочая программа дисциплины «Физико-химический анализ в биотехнологии» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Биотехнология (Биотехнология), утвержденными:  
- для заочной формы обучения «30» июня 2023 года;

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» «30» июня 2023 года, протокол № 9.

Рабочую программу составил  
Заведующий кафедрой  
«Физическая и прикладная химия»

Л.В.Мостальгина

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Физическая и прикладная химия»

Л.В.Мостальгина

Заведующий кафедрой  
«Биология»

О.В. Козлов

Специалист по учебно-методической работе  
учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности

И.В.Григоренко

### 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 3 зачетных единицы трудоемкости (108 академических часов)

#### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		5
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>в том числе:</b>		
Лекции	10	10
Лабораторные работы	4	4
<b>Самостоятельная работа, всего часов</b>	<b>94</b>	<b>94</b>
<b>в том числе:</b>		
Подготовка к зачету	18	18
Контрольная работа	18	18
Другие виды самостоятельной работы	58	58
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Физико-химический анализ в биотехнологии» входит в часть формируемую участниками образовательных отношений блока 1. Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин: «Физическая и коллоидная химия», «Аналитическая химия», «Введение в биотехнологию».

Результаты обучения по дисциплине необходимы для освоения последующих дисциплин: «Инженерная энзимология», «Биокаталитические, биосинтетические, биосенсорные технологии», «Методы анализа в биотехнологических производствах», «Методы контроля и сертификации биотехнологических производств», «Промышленная микробиология и биотехнология», «Большой практикум по биотехнологии», «Биотехнологические процессы в промышленности».

## **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ**

Целью освоения дисциплины «Физико-химический анализ в биотехнологии» является изучение современных физико-химических методов исследования, используемых при анализе биологических объектов и продуктов, получаемых при биотехнологических процессах.

Задачами дисциплины являются: развитие навыков выбора физико-химического метода при решении конкретной задачи в области биотехнологии; развитие представлений о современном состоянии и перспективах развития физико-химических методов; развитие способности использовать физико-химические методы для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции; привитие навыков безопасной работы в лаборатории, обеспечения выполнения правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда в условиях лаборатории и производства; знакомство с системами менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- проведение работ, руководство работами по контролю качества фармацевтического производства (ПК-1);
- осуществление работ по подтверждению соответствия и управлению качеством биотехнологической продукции (ПК-7).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать: физико-химические методы для экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике с целью осуществления и руководства работами по контролю качества фармацевтического производства (для ПК-7);

- Уметь: проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические методы для осуществления работ по подтверждению соответствия и управлению качеством биотехнологической продукции (для ПК-7).

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Учебно-тематический план

##### Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Лабораторные работы
1	Физико-химические методы исследования в биотехнологии. Системы менеджмента качества биотехнологической продукции.	2	-
2	Хроматографические методы анализа	2	2
3	Спектральные методы исследования в биотехнологии	4	2
4	Электрохимические методы анализа в биотехнологии	2	-
<b>Всего:</b>		<b>10</b>	<b>4</b>

##### 4.2. Содержание лекционных занятий

##### *Тема 1. Физико-химические методы исследования в биотехнологии. Системы менеджмента качества биотехнологической продукции (2 часа)*

Обзор, классификация и краткая характеристика физико-химических методов анализа в биотехнологии. Современное аппаратное оформление физико-химических методов анализа.

Понятие «качество продукции». Система показателей качества биотехнологической продукции. Организация систем качества на предприятиях. Особенности управления качеством биотехнологической продукции. Входной контроль сырья. Технохимический контроль. Комплексная оценка и управление качеством продуктов биотехнологии. Оценка безопасности продукции.

##### *Тема 2. Хроматографические методы анализа (2 часа)*

Хроматографические методы анализа в биотехнологии. Тонкослойная и колоночная хроматографии. Теоретические основы методов. Подбор адсорбентов и элюэтов. Газовая хроматография. Теоретические основы методов КГХ и ГЖХ. Подбор условий хроматографии: скорость газа-

носителя, температуры инжектора и термостата колонок. Виды детекторов в газовой хроматографии. Метод ВЭЖХ. Подбор элюэнтон и колонок. Виды детекторов, используемых в методе ВЭЖХ.

**Тема 3. Спектральные методы исследования в биотехнологии (4 часа)**

Теоретические основы УФ-, ИК- и спектроскопии в видимой области спектра. Спектроскопические исследования в биотехнологии. Принципы получения информации при исследовании взаимодействия излучения с молекулами, прямая и обратная задачи спектроскопии, роль квантово-механической теории. Различные области спектроскопии; электронно-колебательные, колебательные и вращательные спектры, спектры ЭПР и ЯМР, фотоэлектронная и резонансная спектроскопия. Спектры флуоресценции. Методы расшифровки спектральных данных. Масс-спектрометрия. Спектрометрия ядерно-магнитного резонанса.

Спектрофотометрия в видимой и ультрафиолетовой областях.

**Тема 4. Электрохимические методы анализа в биотехнологии (2 часа)**

Общая характеристика электрохимических методов анализа. Классификация методов. Применение в биологии, медицине и биотехнологии. Кондуктометрия, примеры практического применения. Потенциометрия. Виды потенциометрического анализа. Строение и классификация электродов применяемых в потенциометрии для анализа различных объектов. Полярография. Современные вольтамперометрические методы для контроля качества биотехнологической продукции. Капиллярный электрофорез. Теоретические основы метода. Виды детекторов, используемых в современных приборах.

**4.3. Лабораторные занятия**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование лабораторной работы	Норматив времени, час.
2	Хроматографические методы анализа	Определение катионов (анионов) в растворах с использованием ионообменной хроматографии	2
3	Спектральные методы исследования в биотехнологии	Количественное определение однокомпонентных лекарственных средств или лекарственных веществ в многокомпонентных лекарственных препаратах	2
<b>Всего:</b>			4

**4.4. Контрольная работа**

Контрольная работа выполняется письменно в отдельной тетради. Контрольная работа состоит из 7 вопросов теста и вопроса, ответ на который нужно оформить в виде реферата. При оформлении работы необходимо писать обоснование выбранного варианта ответа. Реферат оформляется на листах размера А4 (объем 10-15 страниц).

Написание реферата требует самостоятельности и творческого подхода, работа должна быть подкреплена примерами из области профессиональной деятельности. Необходимо раскрыть одну из предложенных тем либо предложить собственную, согласованную с преподавателем в течение первых трех недель обучения. Реферат выполняется с использованием учебной и научной литературы, подкрепляется материалами из научных статей журналов. Реферат оформляется в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов, объемом не менее 20 машинописных страниц, включает следующие структурные элементы: Титульный лист, Содержание, Введение, Обзор литературы, Заключение, Библиографический список, Приложения.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях технологий развивающего обучения, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения лабораторных работ, защиты отчетов, а также взаимооценка и обсуждение результатов выполнения лабораторных работ.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к лабораторным работам, подготовку к зачету, выполнение контрольной работы.

### **Рекомендуемый режим самостоятельной работы**

<b>Наименование вида самостоятельной работы</b>	<b>Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.</b>
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>54</b>
Применение спектральных методов анализа в современных биохимических анализаторах. Определение активности ферментов, концентрации белков и других биологических объектов	14
Основные характеристики дополнительных методов исследования в биотехнологии	12
РСА, силовая микроскопия, электронная микроскопия, атомно-абсорбционная спектрометрия, атомно-эмиссионная спектрометрия, электрохимические методы анализа	14
Контроль промышленных биотехнологических процессов при помощи инструментальных методов анализа. Методы определения основных	14

продуктов биотехнологических процессов. Входной контроль исходных продуктов для биотехнологических процессов	
Подготовка к лабораторным занятиям (по 2 часа на каждое занятие)	4
Выполнение контрольной работы	18
Подготовка к зачету	18
Всего:	94

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Отчеты студентов по лабораторным работам.
2. Вопросы к зачету.
3. Контрольная работа.

### **6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины**

Зачет проводится в устной форме по списку вопросов к зачету. Студент отвечает на 1 вопрос. Подготовка к ответу занимает 30 мин. На ответ на вопрос отводится до 15 мин.

Результаты зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачёта, а также выставляются в зачетную книжку студента. Контрольная работа считается выполненной, если студент ответил на все вопросы теста (оценивается 1 балл за один правильный ответ, максимально 7 баллов) и написал реферативного исследования (максимальная оценка 10 баллов). За выполненную контрольную работу можно получить максимально 17 баллов).

### **6.3. Примеры оценочных средств для зачета и контрольной работы**

#### *Примерный перечень вопросов к зачету*

1. Физико-химические методы анализа в биотехнологии.
2. Понятие «качество продукции». Система показателей качества биотехнологической продукции.
3. Особенности управления качеством биотехнологической продукции. Входной контроль сырья Технохимический контроль. Комплексная оценка и управление качеством продуктов биотехнологии.
4. Хроматографические методы анализа. Их сущность и возможности
5. Тонкослойная хроматография. Примеры практических применений
6. Колоночная хроматография. Практическое применение.
7. Газовая хроматография. ГЖХ в биотехнологии
8. Виды детекторов в газовой хроматографии и их основные характеристики.
9. Метод ВЭЖХ
10. ИК-спектроскопия. Практическое применение.
11. Спектрометрия в УФ-и видимой области спектра. Области применения
12. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса.
13. Масс-спектрометрия



14. Общая характеристика электрохимических методов анализа. Классификация методов. Применение в биологии, медицине и биотехнологии.
15. Кондуктометрия, примеры практического применения.
16. Прямая потенциометрия. Строение и классификация электродов применяемых в потенциометрии для анализа различных объектов.
17. Потенциометрическое титрование. Примеры практического использования
18. Полярография, суть метода. Виды полярографии. Применение в анализе объектов.
19. Современные вольтамперометрические методы для контроля качества биотехнологической продукции
20. Капиллярный электрофорез, суть метода. Примеры практического применения.

**Примерный вариант контрольной работы**

**Вопросы теста**

1. Метод анализа, основанный на зависимости силы тока от налагаемого на систему напряжения называется...
  - а) кулонометрия б) кондуктометрия в) вольтамперометрия г) потенциометрия
2. Методы анализа, основанные на способности вещества поглощать свет определенной длины волны, называются:
  - а) фотоэмиссионными б) спектрофотометрическими в) потенциометрическими г) радиометрическими
3. В основе потенциометрического метода анализа лежит уравнение
  - а) Гиббса б) Бугера-Ламберта-Бера в) Фарадея г) Нернста
4. Объем 0,15 н раствора серной кислоты, необходимый для осаждения ионов бария из 60 мл 0,2 н раствора хлорида бария, равен \_\_\_\_\_
5. Формула  $A = \varepsilon \cdot C \cdot l$  является математическим выражением:
  - а) уравнения Гиббса б) закона Бугера-Ламберта-Бера в) закона Фарадея г) уравнения Нернста
6. Для количественного определения иона  $\text{Cu}^{2+}$  используют
  - а) пламя б) раствор  $\text{NH}_4\text{OH}$  в) раствор  $\text{KSCN}$  г) раствор  $\text{K}_2\text{SO}_4$
7. Определите содержание Ni (в %) в пробе стали массой 2,000 г если пробу растворили в азотной кислоте и разбавили в мерной колбе до 100 мл. Затем аликвоту 25 мл поместили в мерную колбу на 50 мл и добавили диметилглиоксим для получения окрашенного комплекса ( $\varepsilon_{470} = 1,30 \cdot 10^4$ ). Длина кюветы  $l = 3$  см, а оптическая плотность получилась  $A = 0,25$ .

**Примерные темы реферативных работ**

1. Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Ионметрия
2. Современные хроматографические методы анализа
3. Спектральные методы анализа
4. Кондуктометрический метод анализа
5. Рефрактометрический метод анализа, области применения
6. Полярографический метод анализа
7. Амперометрическое и биамперометрическое титрование
8. Кулонометрия и кулонометрическое титрование
9. Радиометрические методы анализа
10. Погрешности химического анализа
11. Масс-спектрометрический метод анализа (хромато-масс-спектрометрия)

**6.4. Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания,

образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

1. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
2. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>
3. Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html>
4. Аналитическая химия. Практикум [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970413852.html>
5. Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html>
6. Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под общ. ред. В. П. Васильева. - Москва: Химия, 2000. - 328 с.
7. Введение в аналитическую химию [Электронный ресурс] / Ю.А. Золотов - М. Лаборатория знаний, 2016. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932082157.html>
9. Васильев В.П. Практикум по аналитической химии : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под общ. ред. В. П. Васильева. - Москва: Химия, 2000. - 328 с.
10. Дорохова Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва: Мир, 2001. – 267с.
11. Мостальгина Л.В. Аналитическая химия: справочное пособие /Л. В. Мостальгина, Л. В. Кораблева. - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2006. – 95 с.
12. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Учеб. для вузов/ Под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высшая школа, 1999. –351, 494с.
13. Основы аналитической химии. Практическое руководство: Учеб. пособие для вузов/ В.И.Фадеева, Т.Н.Шеховцова, В.М.Иванов и др./ Под ред. Ю.А.Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. – 464с.
14. Основы аналитической химии: Задачи и вопросы: учебное пособие для студентов университетов, химико-технологических, педагогических, сельскохозяйственных, медицинских и фармацевтических вузов / под ред. Ю. А. Золотова. - Москва: Высшая школа, 2002. - 412 с.
15. Систематические и случайные погрешности химического анализа: учебник для вузов: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 011000 - Химия/ М.С.

### **7.2. Дополнительная учебная литература**

1. Дорохова Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Агрохимия и почвоведение» / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. - Москва : Высшая школа, 1991. - 256 с.
2. Михалева М.В. Практикум по качественному химическому полумикроанализу : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 032300 (050101) - химия / М. В. Михалева, Б. В. Мартыненко. - Москва : Дрофа, 2007. – 237с.
3. Москвин Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии : [учебник] / Л. Н. Москвин, О. В. Родинков. - 2-е изд. - Долгопрудный : Издательский Дом "Интеллект", 2012. -348с.

### **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

1. Кораблева Л.В. “Методические указания к выполнению контрольной работы и практическим занятиям по аналитической химии для студентов 2 курса специальности “Фундаментальная и прикладная химия” 04.05.01, г. Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 9с.
2. Кораблева Л.В. “Методические указания к выполнению лабораторных работ по аналитической химии для студентов 2 курса специальности «Фундаментальная и прикладная химия» 04.05.01, г. Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 26с.
3. Мостальгина Л.В. Аналитическая химия. Методические указания к выполнению контрольной работы и для подготовки к практическим занятиям по аналитической химии для студентов 2 курса специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия, Курган, Курганский государственный университет, 2016. - 40с.
4. Мостальгина Л.В. Аналитическая химия. Методические указания к выполнению лабораторных работ по аналитической химии для студентов 2 курса специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия, Курган, Курганский государственный университет, 2016, 40с.
5. Мостальгина Л.В. Методические указания по подготовке, структуре и оформлению курсовой работы студентов специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия», г.Курган, Курганский государственный университет, 2016, 29с.

### **9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. Гарант – справочно-правовая система

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

#### **12. Для студентов, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п. 6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Физико-химический анализ в биотехнологии»

образовательной программы высшего образования –  
программы бакалавриата  
**19.03.01 – Биотехнология**  
Направленность:  
**Биотехнология**

Трудоемкость дисциплины: 3 ЗЕ (108 академических часов)

Семестр: 5 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет

Содержание дисциплины

Физико-химические методы исследования в биотехнологии. Системы менеджмента качества продукции в биотехнологии. Хроматографические методы анализа. Спектроскопические методы анализа в биотехнологии. Электрохимические методы анализа.