

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»  
Химический факультет  
Кафедра биохимии и органической химии

УТВЕРЖДАЮ  
проректор



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.  
МП

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ БИОХИМИИ»**

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	04.04.01 Химия
Магистерская программа	Химия
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная, очно-заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Методы практической биохимии» для обучающихся по направлению подготовки 04.04.01 Химия (Магистерская программа: Химия), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 655 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

Доцент кафедры биохимии и органической химии,  
канд. хим. наук

Е.В. Хомутов

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры биохимии и органической химии.  
Протокол от 26.03.2024 г. № \_\_9\_\_

Заведующий кафедрой

О.В. Баранова

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета  
28.03.2024 г.

С.Г. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета  
Протокол от 27.03.2024 г. № 2  
Председатель

Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной образовательной программы,  
д-р хим. наук, проф.  
28.03.2024 г.

А.С. Алемасова

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Аналитическая химия, Биохимия, Химические основы биологических процессов.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная),  
Производственная практика: преддипломная практика (обязательная).

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	01.04.05 Химия (Магистерская программа: Химия)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.9 Методы практической биохимии
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	1	2	13	13		82	108	зачет
Очно-заочная	1	2	3	3		102	108	зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование навыков работы в лаборатории с биологически активными веществами; проведение количественного анализа белков, нуклеиновых кислот и других биологически активных веществ.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1 Способен использовать полученные знания теоретических	Систематизирует результаты химических экспериментов и предлагает их интерпретацию	<b>Знает</b> теоретические основы традиционных и новых разделов химии <b>Умеет</b> формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической

основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач		направленности
--	--	----------------

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тема	Краткое содержание темы (вопросы темы)
<b>Тема 1.</b> <b>Общие принципы</b> <b>биохимического</b> <b>исследования</b>	Задачи биохимического анализа. Планирование биохимического эксперимента. Выделение биологически активных веществ из тканей. Гомогенизация тканей, экстракция исследуемых веществ, хроматографирование и очистка, определение гомогенности и степени чистоты препарата. Критерии гомогенности высокомолекулярных биологически активных веществ. Методы установления первичной структуры белков и нуклеиновых кислот.
<b>Тема 2. Методы</b> <b>разделения смесей</b> <b>биологически активных</b> <b>веществ (белков и</b> <b>нуклеиновых кислот)</b>	<p>Хроматографические методы анализа в биохимии. Общие принципы. Адсорбционная, распределительная, ионообменная, гель-проникающая, аффинная хроматография в биохимических исследованиях. Принцип метода.</p> <p>Гель-фильтрация. Теоретические основы. Виды носителей. Применение гель-хроматографии в химии белка и нуклеиновых кислот. Порядок разделения смесей белков методом гель-фильтрации. Использование гель-хроматографии для определения молекулярных масс биологических макромолекул.</p> <p>Электрофорез. Общие принципы. Факторы, влияющие на электрофоретическую подвижность белков и нуклеиновых кислот. Виды электрофореза биологически активных веществ. Их практическое применение. Специальные электрофоретические методы. Электрофорез белков. Электрофорез нуклеиновых кислот. Применение электрофореза в диагностических целях.</p> <p>Ультрацентрифугирование. Принцип метода. Теоретические основы седиментации. Препаративное центрифугирование. Аналитическое ультрацентрифугирование. Применение аналитического центрифугирования в химии белка и химии нуклеиновых кислот.</p>

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма обучения – очная

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1 <i>Общие принципы биохимического исследования</i>	3	-		10	13
Тема 2 <i>Методы разделения смесей биологически активных веществ (белков и нуклеиновых кислот)</i>	10	13		72	95
ИТОГО ЗА КУРС	13	13		82	108

Форма обучения – очно-заочная

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1 <i>Общие принципы биохимического исследования</i>	1			12	13
Тема 2 <i>Методы разделения смесей биологически активных веществ (белков и нуклеиновых кислот)</i>	2	3		90	95
ИТОГО ЗА КУРС	3	3		102	108

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 7.1. Контрольные вопросы

1. План выделения индивидуального белкового препарата из биообъектов.
2. Методы определения первичной структуры белков.
3. Методы определения первичной структуры нуклеиновых кислот.
4. Гель-хроматография в химии белка
5. Электрофорез аминокислот и белков. Ионообменная хроматография.
6. Электрофорез нуклеиновых кислот.
7. Методы ультрацентрифугирования биологических макромолекул

## 7.2. Темы докладов (рефератов)

Не предусмотрено

## 7.3. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

Образец КР

1. Схема реакции в методе Сенжера.

2. В изоэлектрической точке белок:

- а) имеет наименьшую растворимость;
- б) обладает наибольшей степенью ионизации;
- в) является катионом;
- г) является анионом

3. При проведении электрофореза в условиях, где рН буферного раствора выше, чем изоэлектрическая точка белка, последний

- а) мигрирует к катоду;
- б) мигрирует к аноду;
- в) остается на линии старта;
- г) образует биполярный ион;
- д) подвергается гидролизу.

4. К методам разделения смеси белков, основанных на их различиях в суммарном электрическом заряде относятся:

- а) ионообменная хроматография;
- б) распределительная хроматография;
- в) электрофорез
- г) осмометрия;
- д) аффинная хроматография

5. Сравните растворимость двух пептидов при рН 7, и дайте ответ в форме А>Б, А<Б, А=Б

- А. сер-цис-глу-тир-асп
- Б. вал-арг-мет-фен-тир

6. Рассчитайте значения изоэлектрической точки вал, арг, глу.

аминокислота	$pK_{a1}$	$pK_{a2}$	$pK_{a3}$
вал	2,32	9,62	
арг	2,17	9,04	12,48
глу	2,19	9,67	4,25

7. Смесь аминокислот, содержащая вал, лиз, асп, асн, глн, гис, сер была подвергнута фракционированию методом электрофореза на бумаге при рН 7 Заполните таблицу:

Аминокислоты, движущиеся к катоду	
Аминокислоты, движущиеся к аноду	
Аминокислоты, оставшиеся на линии старта	

8. В какой форме существует валин в щелочной среде:

- А) В анионной
- Б) В биполярной
- В) В катионной

9. Полностью разрушить все пептидные связи в белке можно с помощью следующих методов:

- а) кислотный гидролиз
- б) щелочной гидролиз
- в) ограниченный протеолиз
- г) действием BrCN

10. В результате полного гидролиза белка образуются:

- 1) пептиды;
- 2) олигопептиды;
- 3) аминокислоты;
- 4) карбоновые кислоты;
- 5) амины

11. Изoeлектрическая точка находится в щелочной среде для:

- 1) аспартата;
- 2) аланина;
- 3) лизина;
- 4) глутамина;
- 5) треонина

12. Гель-хроматографию применяют для решения следующих задач:

- а) Концентрирование белков в растворах
- б) Определение молекулярных масс белков
- в) Фракционирование смесей белков
- г) Очистка белков от низкомолекулярных примесей

13. Метод гидролиза белка используется для:

- 1) определения аминокислотного состава белка;
- 2) определения молекулярной массы белка;
- 3) разделения белков на фракции;
- 4) очистки белков от низкомолекулярных примесей;
- 5) определения вторичной структуры белка.

14. Назовите метод, который используется для изучения пространственной структуры белков:

- 1) электрофорез;
- 2) высаливание;
- 3) рентгеноструктурный анализ;
- 4) гидролиз;
- 5) хроматография

15. Заполните таблицу:

<i>Реагент, используемый в химии белка</i>	<i>Цель исследования</i>
1. бромциан	
2. β-меркаптоэтанол, йодацетамид	
3. трипсин	
4. дансилхлорид	
5. 6 н HCl	
6. фенилизотиоцианат	

16. Выберите критерии гомогенности белкового препарата:

- а) один пик на электрофореграмме
- б) один пик на хроматограмме
- в) один пик на седиментограмме
- г) белок в кристаллическом виде

е) одна точка перегиба на кривой растворимости

17. В результате полного гидролиза белка образуются:

- 1) пептиды;
- 2) олигопептиды;
- 3) аминокислоты;
- 4) карбоновые кислоты;
- 5) амины

18. Какие связи в белке сохраняются при его денатурации:

- 1) водородные;
- 2) пептидные;
- 3) гидрофобные;
- 4) ионные;
- 5) электростатические?

19. Провести обратимое осаждение белков из раствора можно с помощью следующих реактивов:

- а) хлорид натрия
  - б) ацетат свинца
  - в) трихлоруксусная кислота
  - г) сульфат аммония
  - д) спирт, ацетон при низких температурах и ограниченном времени воздействия
  - е) спирт, ацетон при высоких температурах и продолжительном воздействии
20. Задача

Аминокислотный состав после полного гидролиза	Весовая доля	М пептида	Суммарная М аминокислот
про	0,12	835,1	925,1
Мет	0,16		
фен	0,71		
Сумма	1,00		

По методу Сенжера установлен пролин. После расщепления бромцианом образуются два фрагмента, один из которых поглощает свет при 260 нм. Установите аминокислотную последовательность пептида.

#### 7.4. Образец задания для зачета

Естественное болеутоляющее вещество в человеческом организме является пептидом. Кислотный гидролиз этого пептида показал, что он содержит глицин, лейцин, фенилаланин и тирозин в соотношении 2:1:1:1. Реакция этого пептида с 2,4 - динитрофторбензолом, последующий гидролиз и хроматографический анализ продуктов показали, что образуется производное

ДНФ - тирозина. Частичный гидролиз с помощью химотрипсина позволил обнаружить лейцин, тирозин и короткий пептид. Гидролиз этого пептида дал глицин и фенилаланин в соотношении 2:1.

1. Установите последовательность аминокислот в пептиде.

Напишите схемы соответствующих реакций.

2. Что произойдет с пептидом при обработке его фенилтиоизоцианатом? Напишите общую схему процесса.

3. Определите суммарный заряд пептида при pH 1; 7; 12.
4. Укажите, в какой среде лежит изоэлектрическая точка пептида?
5. Объясните, почему химотрипсин вызывает частичный, а не полный гидролиз пептида?
6. Укажите, какие функциональные группы входят в активный центр химотрипсина.
7. Рассмотрите механизм действия химотрипсина на молекулярном уровне.
8. В общем, виде покажите, как химотрипсиноген превращается в химотрипсин.
9. Объясните, почему диизопропилфторфосфат необратимо ингибирует химотрипсин.
10. Напишите, воспользовавшись табл. кодонов, нуклеотидную последовательность фрагмента ДНК, ответственного за синтез данного пептида.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание задания может отличаться от приведенного.

#### 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Выполнение лабораторных работ	15
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы	25
ИТОГО		50
Зачет		50
Общий итог за семестр		100

#### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой и доской. Лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории «Специальные методы исследования в биохимии», оснащенной специальным лабораторным оборудованием и в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с

лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Баранова О.В., Дорошкевич В.С. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот/ О.В. Баранова.- ГОУ ВПО «ДОННУ», 2020.- 73 с.
2. Биологическая химия: с упражнениями и задачами: учебник для студентов [электронный ресурс] / под ред.: С.Е. Северина. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 622 с.
3. Севрюкова Г.А. Основы биохимии [электронный ресурс]: учебное пособие / Волгоград: ВолгГТУ. – 2015. – 64 с. Режим доступа ([https://elibrary.ru/download/elibrary\\_23606695\\_84617440.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_23606695_84617440.pdf))
4. Баранова, О.В. Биохимия. Пособие к лабораторным и семинарским занятиям [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.В. Баранова, В.С. Дорошкевич, И.Д. Одарюк ; ГОУ ВПО "Донецкий нац. ун-т". - Донецк : ГОУ ВПО "ДонНУ", 2016.-160 с.
5. Шендрик А.Н., Космынин В.В., Баранова О.В. Спектральные методы исследования в органической химии и биохимии: учебно-методическое пособие, Донецк: ДонНУ, 2012.- 119 с.

### Дополнительная

1. Комов В.П. Биохимия: учебник / В.П. Комов, В.Н. Шведова. – Москва: Юрайт, 2015. – 640 с.
2. Нельсон Д.Л. Основы биохимии Ленинджера: в 3 т.: учебник / Д. Нельсон, М. Кокс. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – Т.1: Основы биохимии. Строение и анализ. – 694 с.

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/>

(дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

### 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).