



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_  
(подпись) Е.А. Борисова

«29» августа 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ИЗБРАННЫЕ ГЛАВЫ БИОХИМИИ**

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	06.03.01 Биология
Направленность (профиль) образовательной программы:	Биохимия и физиология

Иваново



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

## 1. Цели освоения дисциплины

**Целью** освоения дисциплины обучающимися является приобретение будущими бакалаврами по биологии знаний о химическом составе организма человека и о химических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности. Это позволит выпускнику бакалавриата успешно реализовать себя в дальнейшей профессиональной деятельности в сфере образования, здравоохранения, природопользования, сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности. У студентов формируются современные представления о строении и свойствах химических соединений, входящих в состав живых организмов, основ физиолого-биохимических механизмов регуляции процессов жизнедеятельности организмов. Студенты осваивают современные экспериментальные методы исследований, приобретают навыки работы с научным оборудованием и аппаратурой, умения проведения фундаментальных и прикладных исследований биологических объектов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Учебная дисциплина «Избранные главы биохимии» относится к вариативной части ОП (формируемой участниками образовательных отношений) и изучается студентами в 7 семестре.

Курс «Избранные главы биохимии» читается студентам-биологам после изучения ими в 3-м семестре дисциплины «Биохимия и молекулярная биология» и является ее логическим продолжением, он знакомит обучающихся с особенностями превращений органических соединений в ходе обмена веществ живых организмов. Данный курс является важным в подготовке обучающихся по ОП Биохимия и физиология, знания, приобретенные в процессе его освоения, углубляют базовые представления студентов о метаболизме, сформированные при изучении дисциплин биологического профиля («Микробиология и вирусология» – 5 семестр, «Генетика и селекция» – 5 семестр, «Биотехнология» – 5 семестр и др.). В курсе «Избранные главы биохимии» основной упор делается на два приоритетных раздела современной биохимии – «Энзимология» и «Процессы с участием нуклеиновых кислот».

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** функциональные группы основных классов органических соединений и химические свойства этих соединений; взаимосвязь между строением органических соединений и их химическими свойствами; общие представления об энергетике и направленности химических реакций; методы количественного и качественного анализа органических соединений, а также иметь общие представления о структуре и уровневой организации природных соединений: белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.

**Уметь:** пользоваться стандартным лабораторным оборудованием и химической посудой для выполнения эксперимента по известной методике; выполнять расчёты по уравнениям химических реакций; устанавливать взаимосвязь между строением органических соединений и их химическими свойствами;

**Владеть:** навыками работы в химической лаборатории, соблюдая нормы безопасного обращения с химическими веществами; навыками выполнения лабораторного эксперимента по органической химии; опытом статистической обработки результатов эксперимента.



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

профессиональные (ПК):

ПК-6: способен проводить научные исследования в области биохимии и физиологии под руководством специалистов более высокой квалификации.

#### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с формируемыми компетенциями**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

**знать:**

- ✓ строение основных биополимеров и основы их метаболизма (ПК-6);
- ✓ классификацию и номенклатуру ферментов, области применения ферментов в науке и практической деятельности человека (ПК-6);
- ✓ принципы ингибирования ферментов, механизм действия обратимых и необратимых ингибиторов (ПК-6);
- ✓ механизм и этапы основных процессов с участием нуклеиновых кислот (ПК-6);
- ✓ методы количественного анализа ферментов в природных объектах (ПК-6);
- ✓ правила безопасности при работе с потенциально опасными биологическими объектами и препаратами на их основе (ПК-6);
- ✓ меры первой помощи лицам, пострадавшим при работе в лаборатории биологической химии (ПК-6);

**уметь:**

- ✓ прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности в области биохимических исследований (ПК-6);
- ✓ прогнозировать последствия своих действий с биообъектами при несоблюдении правил техники безопасной работы (ПК-6);
- ✓ оказывать первую помощь лицам, пострадавшим при работе в химической лаборатории (ПК-6);
- ✓ характеризовать ферменты по их коду (ПК-6);
- ✓ использовать лабораторную посуду, приемы и методы безопасной работы в лаборатории (ПК-6);
- ✓ правильно выделять из биообъектов биологически активные вещества и определять их количественный и качественный состав (ПК-6);

**иметь:**

- ✓ навыки самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой по биохимии (ПК-6);
- ✓ опыт обсуждения принципов клеточной организации биологических объектов, молекулярных механизмов жизнедеятельности (ПК-6);
- ✓ навыки инструментальных исследований биообъектов с использованием современной научной аппаратуры и оборудования химической лаборатории (ПК-6);
- ✓ опыт применения методик безопасной работы с потенциально опасными биообъектами, легко воспламеняющимися, взрывоопасными, летучими, токсичными органическими веществами, кислотами и основаниями, химической посудой (ПК-6);
- ✓ опыт оказания первой помощи лицам, пострадавшим при работе в химической лаборатории (ПК-6).



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

#### 4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

##### 4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем		Формы текущего контроля успеваемости
			Занятия лекцион- ного типа	Занятия семинар- ского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Вводный. Введение в проблематику дисциплины, представление рабочей программы, осмысление требований к организации процесса обучения, самостоятельной работы и форм аттестации.	6	2		Входная диагностика: собеседование с последующим обсуждением результатов. Список вопросов, интересующих студента по содержанию дисциплины (сдается в письменном виде).
2.	<b>Современная энзимология:</b> классификация и номенклатура ферментов, строение ферментов, кинетика и механизм ферментативных реакций, механизмы регуляции ферментативной активности, методы выделения и очистки ферментов, локализация ферментов.	6	4	12 лабор. занятие	2 отчета по лабораторным работам Контрольная работа
3.	<b>Биохимия нуклеиновых кислот:</b> современные представления о структуре и уровне организации ДНК и РНК. Процессы с участием нуклеиновых кислот: репарация ДНК, репликация, транскрипция, трансляция. Посттрансляционная модификация белков.	6	4	12 лабор. занятие	2 отчета по лабораторным работам Контрольная работа
4.	<b>Современные методы и подходы в исследовании структуры и свойств биополимеров:</b> жидкостная хроматография биомолекул, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный анализ, ИК-спектроскопия белков, электронная микроскопия, сканирующая зондовая спектроскопия	6	4	6 лабор. занятие	Отчет об экскурсии в биохимическую лабораторию



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

5.	<b>Введение в фармацевтическую химию:</b> установление подлинности и контроль качества лекарственных средств	6	4	12 лабор. занятие	2 отчета по лабораторным работам
6.	<b>Приоритетные направления современной биохимии</b>	6	1	6 лабор. занятие	
7.	Заключительный. Подведение и анализ промежуточных результатов освоения дисциплины.	6	1		
Итого за семестр:			20	48	Экзамен

#### 4.2. Развернутое описание содержания учебного материала по разделам

##### **Раздел 1. Современная энзимология**

###### *Классификация и номенклатура ферментов*

История изучения классификации ферментов. Современная международная номенклатура ЕС – enzyme code. Организации, занимающиеся вопросами классификации и номенклатуры – IUBMB IUPAC. Значение и недостатки единой системы номенклатуры. Классы ферментов, подклассы и подподклассы. Характеристика классов. Важнейшие представители ферментов разных классов.

###### *Строение ферментов*

Белковые и небелковые ферменты (рибозимы). Простые и сложные ферменты. Холофермент, апофермент, коферменты: кофакторы и простетические группы. Общие механизмы действия кофакторов. Классификация коферментов. Характеристика основных представителей различных групп (глутатион, липоевая кислота, убихиноны, коферменты – производные пиридоксина, тиаминпирофосфат, биотин, тетрагидрофолиевая кислота, коферменты – переносчики фосфата, кофермент А, никотинамидные коферменты, флавиновые коферменты, кобамидные коферменты, железопорфириновые коферменты). Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблемы сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, ее важность для энзимологии; современные представления о механизмах формирования пространственной структуры белка; иерархический принцип сворачивания; промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации; современное состояние знаний о белках теплового шока и структуре шаперонов; домены, их структурные и функциональные характеристики; роль мультидоменной организации молекулы фермента в определении ее функциональных свойств, формирование активного центра на границе между доменами. Роль подвижности доменов в катализе, структурные основы реализации феномена индуцированного соответствия, регуляторные домены, домены, обеспечивающие связывание с мембранами; факторы определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа, комплементарность между ферментом и субстратом. Методы идентификации активного центра ферментов. Каталитические антитела (абзимы) как примитивные ферменты; структура и механизм действия ферментов отдельных групп. *Кинетика ферментативных реакций. Механизмы ферментативных реакций*

Использование энергии связывания фермента с субстратом в катализе; природа сил, стабилизирующая различные конформационные состояния системы фермент-субстрат (водородные связи, гидрофобные взаимодействия и др.); типы катализа, используемые в ферментативных реакциях; функциональные группы ферментов. Понятие



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

ферментативной активности. Способы выражения ферментативной активности. Влияние концентрации фермента на скорость ферментативной реакции. Влияние концентрации субстрата. Теория Михаэлиса-Ментен. Способы графического определения константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции. Влияние температуры и pH среды на скорость ферментативных реакций. Ингибиторы ферментов и их классификация. Конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное, смешанное ингибирование. Способы определения типа и константы ингибирования. структура и механизм действия ферментов отдельных групп.

*Механизмы регуляции ферментативной активности*

Разные типы регуляции активности ферментов; полифункциональные ферменты, функциональные преимущества, возникающие в результате белок-белковых взаимодействий в составе молекулы полифункциональных ферментов; четвертичная структура ферментов, роль четвертичной структуры в стабилизации молекулы фермента и регуляции активности ферментов. Уровни регуляции ферментативной активности. Регуляция путём изменения количества ферментов и путём изменения их индивидуальной каталитической активности. Нековалентная и ковалентная модификация. Способы контроля разветвлённых метаболических путей.

*Методы выделения и очистки ферментов*

Экстрагирование ферментов из биологического материала. Кислотная обработка, термическая обработка, фракционирование солями, органическими растворителями, метод избирательной адсорбции, ионообменная хроматография, гельфильтрация, аффинная хроматография, электрофорез, изоэлектрофокусирование, ультрацентрифугирование, кристаллизация. Комбинирование различных методов для очистки ферментов на примере глюкозофосфатдегидрогеназы печени крыс. Критерии чистоты ферментных препаратов.

*Локализация ферментов*

Тканевое, региональное, клеточное и субклеточное распределение ферментов. Ферменты – маркеры субклеточных структур: ядерные, митохондриальные, лизосомальные, цитозольные ферменты. Использование ферментов-маркеров в диагностике и научных исследованиях.

**Раздел 2. Биохимия нуклеиновых кислот**

*Современные представления о структуре и уровне организации ДНК и РНК*

*Процессы с участием нуклеиновых кислот*

Процессы с участием нуклеиновых кислот: репликация, транскрипция, трансляция, репарация ДНК. Понятие о репликации. Полуконсервативный механизм, механизм полимеризации. ДНК-полимераза. Три этапа репликации – инициация, элонгация и терминация. Проблема полярности. Фрагменты Оказаки. Понятие о транскрипции. Механизм полимеризации. РНК-полимераза. Три этапа транскрипции – инициация, элонгация и терминация. Сигналы транскрипции, промотор. Ингибиторы транскрипции; яды, антибиотики, противовирусные и противораковые препараты. Обратная транскриптаза. Биосинтез белка. Строение генов эукариот. Сплайсинг, химия сплайсинга, "конструктор РНК".

Понятие о трансляции. Основная "догма" молекулярной биологии. Генетический код, его свойства. Декодирование. Активация аминокислот. Аминоациладенилат. Рибосома – «наноробот» для биосинтеза белка. Схема реакции и процесса образования пептидной связи. Регуляция экспрессии генов. Система передачи сигнала. Прокариоты:



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

Операторно-промоторный участок ДНК, регуляторный белок, оперон. 2 типа контроля у прокариот: негативный и позитивный.

Геном, плазмиды, вирусы. Геном: определение, размеры. Ген: определение, структура. Динамика генома. Рекомбинация ДНК. Строение генов прокариот. Плазмиды, структура плазмид.

**Раздел 3. Современные методы и подходы в исследовании структуры и свойств биополимеров**

*Жидкостная хроматография биомолекул*

Ионообменная хроматография. Гель-фильтрация. Аффинная хроматография. Противоточная хроматография и ультрафильтрация.

*Масс-спектрометрия*

Масс-спектрометры и хромато-масс-спектрометры, принцип работы приборов. Возможности идентификации биологически активных молекул по данным масс-спектрометрии. Пути фрагментации молекул.

*Рентгеноструктурный анализ*

Преобразование Фурье. Рентгеновская кристаллография белков. Рассеяние рентгеновских лучей.

*Инфракрасная спектроскопия белков*

Сканирующие инфракрасные спектрометры. Инфракрасные спектрометры с преобразованием Фурье. Лидар, оптическая когерентная томография, аттенуированное полное отражение и ИК-микроскопы. Практические применения.

*Электронная микроскопия*

Просвечивающий электронный микроскоп и его использование в исследовании структуры биополимеров. Сканирующий просвечивающий электронный микроскоп.

*Сканирующая зондовая микроскопия*

Атомно-силовой микроскоп. Сканирующий туннельный микроскоп. Сканирующий ближнепольный оптический микроскоп. Микроскоп, сканирующий ионную проводимость, сканирующий тепловой микроскоп и другие зондовые сканирующие микроскопы в изучении биохимических систем.

**Раздел 4. Введение в фармацевтическую химию**

*Установление подлинности и контроль качества неорганических лекарственных средств.* Качественные реакции обнаружения катионов: калия, натрия, аммония, магния, кальция, цинка, свинца, серебра, меди, железа, висмута, алюминия. Качественные реакции обнаружения анионов: хлоридов, бромидов, иодидов, сульфатов, фосфатов, боратов, карбонатов и гидрокарбонатов, нитратов и нитритов. Определение качества лекарственных средств из группы галогенов. Определение качества лекарственных средств из группы соединений кальция, магния, бария. Определение качества перекиси водорода.

*Установление подлинности и контроль качества органических лекарственных средств.* Контроль качества лекарственных средств: спиртов, альдегидов, углеводов, производных карбоновых кислот, фенолов, ароматических кислот и их производных; сульфамидных препаратов и препаратов группы анилидов; производных бензопирана, пиразола, нитрофурана, имидазола и бензимидазола, бензилизохинолина, индола, пиримидина; аминокислот и их производных.

**Раздел 5. Приоритетные направления современной биохимии**

Биохимические и биофизические нанотехнологии. Измерение сил в одиночных белковых молекулах. Измерение сил в одиночном комплексе ДНК с ДНК-полимеразой.



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

Молекулярное узнавание. Белковые наночипы и белковая инженерия. Изучение растущих кристаллов белков и манипуляции с ними. Нанотрубки, молекулярные диоды, самоорганизующиеся нанотранзисторы, трансфекция наночастицами и прочие биофизические нанотехнологии в биохимии.

## **5. Образовательные технологии**

При проведении занятий используются образовательные технологии:

- ✓ технология проблемного обучения,
- ✓ рейтинговая технология,
- ✓ технология развития критического мышления,
- ✓ технология учебной дискуссии,
- ✓ учебная экскурсия.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: технологии смешанного обучения.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов направлена на углубленное самостоятельное изучение отдельных разделов и тем рабочей программы. Самостоятельная работа студентов проходит в форме изучения теоретического материала (лекций, рекомендованной литературы, в том числе и самостоятельного поиска материалов в глобальной сети, включая ЭБС "Университетская библиотека онлайн"). К самостоятельной работе относится также подготовка к лабораторным занятиям с использованием методических указаний, расположенных на сайте библиотеки ИвГУ (электронная библиотека):

[http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/kustova\\_2014.htm/info](http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/kustova_2014.htm/info)

Полностью весь методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в Приложении 1 к РП.

## **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Входная диагностика проводится в форме собеседования с последующим обсуждением результатов.

Рейтинговый контроль качества знаний по дисциплине запланирован в форме 3 контрольных работ и 7 лабораторных работ. За каждую контрольную работу студент получает 8 рейтинговых баллов, за каждую лабораторную работу – максимум 5 баллов. Отчёт об учебной экскурсии в биохимическую лабораторию оценивается, исходя из 6 баллов.

Допуск к экзамену получают студенты, набравшие не менее 35 баллов.

Экзаменационный ответ оценивается из расчета в 40 баллов, которые суммируются с баллами, набранными за семестр (максимально – 100 рейтинговых баллов).

Студент, полностью выполнивший учебную программу дисциплины и набравший на промежуточных этапах сумму от 45 до 60 баллов, имеет право получить итоговую оценку без дополнительного опроса. При этом:

студент, набравший 45-49 баллов, получает 10 дополнительных баллов и итоговую оценку «удовлетворительно»;

студент, набравший 50-55 баллов, 20 дополнительных баллов и итоговую оценку





Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

«хорошо»;

студент, набравший 56-60 баллов, может получить 30 дополнительных баллов и оценку «отлично».

Для пересчета набранных в течение семестра рейтинговых баллов в обычные оценки используется шкала:

от 55 до 69 – «удовлетворительно»;

от 70 до 84 – «хорошо»;

от 85 до 100 – «отлично».

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Основная литература:

1. Кустова Т.П., Кочетова Л.Б. Практикум по биологической химии. Учебное пособие. Иваново: Изд-во ИвГУ, 2-е изд., испр. и доп., 2010; 3-е изд., испр. и доп., 2014. 108 с. [http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/kustova\\_2014.htm/info](http://lib.ivanovo.ac.ru:81/elib/dl/biology/ucheb/kustova_2014.htm/info)
2. Шамраев, А.В. Биохимия : учебное пособие / А.В. Шамраев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2014. - 186 с. : ил., схем. - Библиогр.: с 167.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270262>
3. Барышева, Е. Практические основы биохимии : учебное пособие / Е. Барышева, О. Баранова, Т. Гамбург ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург : ОГУ, 2011. - 217 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259197>
4. Барышева, Е. Теоретические основы биохимии : учебное пособие / Е. Барышева, О. Баранова, Т. Гамбург ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2011. - 360 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259198>

Дополнительная литература

1. Грищенко, Т.Н. Нуклеиновые кислоты : учебное пособие / Т.Н. Грищенко, Т.В. Чуйкова, Е.А. Щербакова ; Министерство образования и науки РФ, ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2009. - 90 с. - ISBN 978-5-8353-0903-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232492>
2. Плакунов, В.К. Основы энзимологии : учебное пособие / В.К. Плакунов. - М. : Логос, 2002. - 127 с. : ил., табл., схем. - ISBN 5-94010-027-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84687>
3. Плакунов, В.К. Основы энзимологии : учебное пособие / В.К. Плакунов. - Москва : Логос, 2002. - 127 с. : ил., табл., схем. - ISBN 5-94010-027-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84687>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: демонстрационное оборудование (модели, макеты и др.; электронные пособия (презентации), аудио-визуальные пособия (аудиозаписи, видеоматериалы и т.п.), печатные пособия (таблицы, плакаты, стенды, портреты, схемы и т.п.).



Основная профессиональная образовательная программа  
06.03.01 Биология  
(Биохимия и физиология)

---

**Автор рабочей программы дисциплины:** зав. кафедрой фундаментальной и прикладной химии, профессор, доктор химических наук Кустова Т.П.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры биологии  
«29» августа 2025 г., протокол № 1

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Е.А. Борисова  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ Е.А. Борисова  
(подпись)