

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
Учебно-методическое объединение по педагогическому образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра  
образования Республики Беларусь  
\_\_\_\_\_ А.Г.Баханович

Регистрационный № \_\_\_\_\_

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине  
для специальности  
6-05-0113-03 Природоведческое образование (биология и химия)**

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель учебно-методического  
объединения по педагогическому  
образованию

\_\_\_\_\_ А.И.Жук

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.Н.Пищов

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
общего среднего и дошкольного  
образования Министерства  
образования Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ М.С.Киндиренко

\_\_\_\_\_

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного  
учреждения образования  
«Республиканский институт высшей  
школы»

\_\_\_\_\_ И.В.Титович

\_\_\_\_\_

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**СОСТАВИТЕЛИ:**

В.П.Егорова, доцент кафедры химии и методики преподавания химии факультета естествознания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат биологических наук, доцент;

Е.В.Васьковцев, старший преподаватель кафедры химии и методики преподавания химии факультета естествознания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра общей химии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (протокол № 7 от 14.02.2025);

В.Н.Никандров, профессор кафедры биотехнологии учреждения образования «Полесский государственный университет», доктор биологических наук, профессор

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:**

Кафедрой химии и методики преподавания химии факультета естествознания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 5 от 23.12.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 3 от 18.02.2025);

Научно-методическим советом по природоведческому образованию учебно-методического объединения по педагогическому образованию (протокол № 4 от 20.02.2025)

Ответственный за редакцию: Е.В.Васьковцев, В.П.Егорова

Ответственный за выпуск: Е.В.Васьковцев, В.П.Егорова

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Биологическая химия» разработана для учреждений высшего образования в соответствии с требованиями образовательного стандарта общего высшего образования по специальности 6-05-0113-03 «Природоведческое образование (биология и химия)» и примерного учебного плана по указанной специальности.

Учебная дисциплина «Биологическая химия» включает данные о структуре, физико-химических свойствах и биологической активности всех основных классов соединений биологического происхождения, строения и основных понятиях механизма действия ферментов («Статическая биохимия» или «Структурная биохимия»), особенностях процессов метаболизма в живых организмах, включая реакции обмена углеводов, липидов, белков, нуклеиновых кислот, а также взаимосвязи метаболизма отдельных групп веществ и регуляции метаболических процессов («Динамическая биохимия» или «Метаболическая биохимия»).

**Целью** учебной дисциплины является формирование у студентов целостной системы знаний о химическом составе живых организмов, физико-химических и функциональных свойствах соединений биологического происхождения, основных путях метаболизма, механизмов регуляции и взаимосвязи метаболических процессов.

**Задачи** учебной дисциплины:

- сформировать целостное представление о химическом составе живых организмов;
- сформировать целостное представление об основных путях метаболизма, механизмах регуляции и взаимосвязи метаболических процессов;
- усвоить особенности физико-химических и функциональных свойств соединений биологического происхождения;
- сформировать навыки работы в лаборатории биологической химии.

Учебная дисциплина «Биологическая химия» опирается на знания, умения и навыки, приобретенные обучающимися при изучении учебных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Микробиология», «Генетика», «Основы химии полимеров», а также учебных дисциплин компонента учреждения образования «Физическая химия», «Коллоидная химия». Является фундаментальной для изучения учебных дисциплин «Физиология человека», «Физиология растений».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

**знать:**

- теоретическую и практическую значимость биологической химии, взаимосвязь с другими естественными науками;
- строение и свойства изучаемых в курсе классов метаболитов;
- особенности метаболизма углеводов, липидов, белков;

- основные понятия о взаимосвязи процессов метаболизма отдельных групп соединений биологического происхождения и механизмах его регуляции;

- основные приемы работы в лаборатории биологической химии;

- основные физико-химические методы исследования биохимических компонентов живых организмов;

**уметь:**

- использовать знания биохимии при объяснении важнейших процессов жизнедеятельности в органах и тканях животных, растений, клетках микроорганизмов;

- записывать уравнения метаболической трансформации изученных соединений;

- пользоваться основными способами изображения структуры и пространственного строения молекул соединений биологического происхождения;

- проводить эксперимент по изучению химических и физико-химических свойств соединений биологического происхождения, реакций их метаболического превращения;

- представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, рефератов и докладов;

**иметь навыки:**

- владения основами номенклатуры и классификации соединений биологического происхождения;

- применения принципов формирования структуры биохимических компонентов клетки при изучении их метаболизма;

- применения основных приемов физико-химических методов анализа биологического материала;

- проведения лабораторного эксперимента;

- поиска, обобщения и анализа информации в области биологической химии при работе с учебной и научной литературой.

Изучение учебной дисциплины «Биологическая химия» направлено на формирование у студентов **базовой профессиональной компетенции:** владеть классическими разделами химических дисциплин для осуществления учебно-исследовательской деятельности.

Всего на изучение учебной дисциплины отводится 216 часов, из них аудиторных – 110 часов. Распределение аудиторных часов по видам занятий: 42 часа лекций, 32 часа лабораторных занятий, 18 часов практических занятий, 18 часов семинарских занятий.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

## ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	ИЗ НИХ			
		лекции	лабораторные	практические	семинарские
<b>РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			
Тема 1.1. Введение. Предмет биологической химии, объекты ее изучения и связь с другими науками	2	2			
<b>РАЗДЕЛ 2. СТАТИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ</b>	<b>68</b>	<b>20</b>	<b>28</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
2.1. Аминокислоты, пептиды	8	2	4		2
2.2. Белки	12	4	4	2	2
2.3. Ферменты	12	4	4	2	2
2.4. Углеводы	8	2	4	2	
2.5. Липиды	8	2	4		2
2.6. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты	8	2	4		2
2.7. Витамины	8	2	4	2	
2.8. Гормоны	4	2		2	
<b>РАЗДЕЛ 3. Динамическая биохимия</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
3.1. Обмен углеводов	12	4	4	2	2
3.2. Обмен липидов	6	2		2	2
3.3. Обмен белков, пептидов, аминокислот	6	4			2
3.4. Обмен нуклеиновых кислот	6	4		2	
3.5. Энергетический обмен и биологическое окисление	8	4		2	2
3.6. Интеграция и регуляция биохимических процессов	2	2			
<b>Всего:</b>	<b>110</b>	<b>42</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1. ВВЕДЕНИЕ

#### 1.1. Введение. Предмет биологической химии, объекты ее изучения и связь с другими науками

Биохимия – наука о веществах, которые входят в состав живой природы, и превращениях, лежащих в основе разнообразных проявлений жизнедеятельности. Теоретическая и практическая значимость биохимии, связь с другими естественными науками. Краткая история развития биохимии.

### 2. СТАТИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ

#### 2.1. Аминокислоты, пептиды

Классификация аминокислот. Их химическая структура и физико-химические свойства, стереохимия, амфотерность, реакционная способность. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Характеристика пептидной связи. Принципы организации и биологическая роль пептидов.

#### 2.2. Белки

Распространение в биообъектах, разнообразие, биологическая роль белков. Их физико-химические свойства. Методы очистки и идентификации белков. Принципы структурно-функциональной организации белковой молекулы. Методы изучения структуры белков. Характеристика связей, стабилизирующих конформацию белковой молекулы. Первичная структура белков. Гидролиз белков, определение аминокислотного состава. Вторичная структура белков:  $\alpha$ -спирали,  $\beta$ -структуры,  $\beta$ -изгибы, неупорядоченный клубок. Строение и функциональная роль доменов. Третичная структура, фолдинг белков, шапероны. Глобулярные и фибриллярные белки. Четвертичная структура белков. Надмолекулярные белковые комплексы. Денатурация и ренатурация белков. Классификация белков по составу: простые и сложные белки. Строение, свойства и биологическая роль хромопротеинов (флавопротеины и гемопроотеины), гликопротеинов, липопротеинов, металлопротеинов, фосфопротеинов и нуклеопротеинов.

#### 2.3. Ферменты

Особенности биокаталитических процессов. Принципы структурной организации ферментов. Активные и регуляторные центры. Роль коферментов, простетических групп, кофакторов в биокатализе. Коферментные формы витаминов. Участие металлов в ферментативных процессах. Механизм действия ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Каталитические параметры. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата, pH и температуры. Активация и ингибирование ферментов. Единицы ферментативной активности. Изоферменты и множественные формы ферментов. Принципы регуляции ферментативных реакций. Классификация и номенклатура ферментов.

## **2.4. Углеводы**

Классификация и номенклатура. Биологическая роль и распространение в природе. Особенности строения, изомерии, конформации и биохимических свойств моносахаридов. Производные моносахаридов: кислоты, гликозиды, аминсахара, фосфосахара. Олигосахариды. Строение, свойства и биологическая роль основных представителей природных дисахаридов. Полисахариды: гомо- и гетерополисахариды. Строение, свойства и значение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина. Гетерополисахариды. Классификация, распространение и биологическая роль. Протеогликаны. Гликозаминогликаны.

## **2.5. Липиды**

Строение, физико-химические свойства и функциональная роль липидов. Классификация и номенклатура жирных кислот. Строение и физико-химические свойства природных жирных кислот (насыщенных; моно- и полиеновых). Ацилглицериды. Воски. Фосфолипиды: глицерофосфолипиды и сфингомиелины. Гликолипиды: цереброзиды и ганглиозиды. Стероиды: структура, свойства и биологическая роль важнейших представителей. Особенности химического строения эйкозаноидов.

## **2.6. Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты**

Распространение и локализация в биологических структурах, разнообразие, состав, биологическая роль. Азотистые основания. Углеводные компоненты. Химическое строение и функции природных и синтетических нуклеозидов и нуклеотидов (включая трифосфаты, циклические, флавиновые и пиридиновые). Структурная организация олигонуклеотидов, полинуклеотидов (нуклеиновых кислот). Характеристика первичной структуры ДНК. Формы двойной спирали ДНК. Связи, стабилизирующие структуру ДНК. Принцип комплементарности. Одно- и двуцепочечные, кольцевые и линейные молекулы ДНК. Структура, свойства и функции матричных (мРНК), рибосомальных (рРНК) и транспортных РНК (тРНК). Физико-химические свойства ДНК и РНК.

## **2.7. Витамины**

Классификация и номенклатура витаминов. Источники витаминов. Понятие нормы потребления. Причины гипо-, гипер- и авитаминозов. Структура, свойства и биологическая роль отдельных водорастворимых (биохимический механизм действия) и жирорастворимых (физиологический и биохимический механизм действия) витаминов. Провитамины, условия превращения в активные витамины.

## **2.8. Гормоны**

Классификация гормонов. Химическая природа и роль важнейших гормонов в регуляции обмена веществ и синтеза белков. Особенности механизмов действия стероидных и белковых гормонов. Особенности функции простагландинов как местных гормонов. Функции циклических нуклеотидов и других внутриклеточных посредников в проведении и усилении гормонального сигнала.

### **3. ДИНАМИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ**

#### **3.1. Обмен углеводов**

Превращение и всасывание углеводов в пищеварительном тракте. Принципы метаболизма олиго- и полисахаридов. Синтез и распад гликогена. Взаимопревращения моносахаридов. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Биохимия гликолиза. Различные типы брожения. Эффект Пастера эффект Кребтри. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот: ферменты цикла и последовательность протекания реакций. Восстановление НАД и ФАД, субстратное фосфорилирование. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена. Гликогенолиз и синтез гликогена. Глюконеогенез. Характеристика обходных реакций гликолиза. Пентозофосфатный путь обмена углеводов. Окислительные и неокислительные реакции, их биологическая роль.

#### **3.2. Обмен липидов**

Расщепление и всасывание липидов в желудочно-кишечном тракте. Роль желчи. Транспорт жирных кислот в крови и лимфе, трансмембранный перенос. Пути окисления жирных кислот.  $\beta$ -окисление жирных кислот: механизм, пластическая и энергетическая роль. Синтез жирных кислот. Синтетаза жирных кислот. Принципы биосинтеза ацилглицеринов и фосфолипидов.

#### **3.3. Обмен белков, пептидов, аминокислот**

Азотистый баланс. Ферментативный тотальный гидролиз белков. Протеолитические ферменты. Ограниченный протеолиз белков и пептидов. Пути образования и распада аминокислот. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Механизм и биологическое значение переаминирования. Образование и детоксикация аммиака. Восстановительное аминирование. Образование амидов аминокислот и его физиологическое значение. Биосинтез мочевины. Типы азотистого обмена: аммонотелический, уреотелический и урикотелический.

Биосинтез белков и пептидов: локализация и биологическая роль. Активация аминокислот: образование аминоацил-тРНК. Функции мРНК в синтезе белка. Рибосомы: структура и функции. Этапы процесса трансляции, их сущность. Посттрансляционная модификация белков и пептидов в клетках.

#### **3.4. Обмен нуклеиновых кислот**

Расщепление нуклеиновых кислот нуклеазами. Принципы распада и биосинтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Биосинтез ДНК и РНК. Репликация ДНК: биохимические механизмы и биологическая роль. Биохимические основы полимеразной цепной реакции. Биохимические механизмы и биологическая роль транскрипции.

### **3.5. Энергетический обмен и биологическое окисление**

Введение в обмен веществ и энергии. Макроэнергетические соединения. АТФ и другие нуклеозидтрифосфаты. Энергетический баланс процессов метаболизма. Основные понятия биохимической термодинамики. Классификация реакций биологического окисления. Принципы структурно-функциональной организации электрон-транспортной (дыхательной) цепи митохондрий. НАД- и НАДФ-зависимые дегидрогеназы, флавиновые дегидрогеназы, убихинон, цитохромы и цитохромоксидаза. Механизмы сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Трансмембранный потенциал протонов и работа АТФ-синтетазы. Пути потребления кислорода в ферментативных реакциях. Активные формы кислорода. Перекисное окисление липидов. Регуляторы свободно-радикального окисления в клетках. Антиоксидантная система организма.

### **3.6. Интеграция и регуляция биохимических процессов**

Важнейшие биохимические принципы метаболизма как совокупности реакций биосинтеза, превращений и распада биомолекул. Внутриклеточная локализация биохимических процессов. Принципы регуляции метаболизма в клетках и в организме. Взаимосвязь углеводного, липидного и белкового обменов. Ключевые реакции и метаболиты. Обмен веществ как единая система процессов.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ****ЛИТЕРАТУРА****Основная литература**

1. Биологическая химия с упражнениями и задачами : учебник / под ред. С. Е. Северина, А. И. Глухова. – 3-изд. – М. : ГЭОТАР-Медиа, –2023. – 624 с.
2. Биохимия : практикум / Н. Н. Чернов, Т. Т. Березов, Е. В. Лукашева, И. П. Смирнова ; ред. А. А. Боровиков. – Ростов н/Д : Феникс, 2017. – 205 с.
3. Биологическая химия : практикум для студентов медико-профилакт. фак. / А. Д. Таганович, Ж. А. Рутковская, А. В. Колб [и др.]. – Минск : Белорус. гос. мед. ун-т, 2023. – 164 с.
4. Общая биохимия : пособие / И. Л. Гилеп, А. В. Ильютик, А. С. Базулько, И. Н. Рубченя. – Минск : Белорус. гос. ун-т физ. культуры, 2018. – 174 с.

**Дополнительная литература**

1. Биохимия : учеб. для вузов / Л. А. Данилова, Е. Г. Батоцыренова, И. В. Вольхина [и др.] ; под ред. Л. А. Данилова. – СПб. : СпецЛит, 2020. – 333 с.
2. Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем. – 7-е изд. – М. : Лаб. знаний, 2022. – 512 с.
3. Комов, В. П. Биохимия : учеб. для вузов : в 2 ч. / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2020. – 2 ч.
4. Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. / Д. Нельсон, М. Кокс ; под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой. – Изд. 3-е, испр. – М. : Лаб. знаний, 2015–2017. – 3 т.
5. Чиркин, А. А. Биологическая химия : учебник / А. А. Чиркин, Е. О. Данченко, В. В. Хрусталева. – Минск : Выш. шк., 2023. – 478 с.

## **РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ**

Формы обучения: аудиторная (лекции, лабораторные занятия, семинарские занятия и практические занятия) и внеаудиторная (самостоятельная) работа.

Основными методами обучения, обеспечивающими формирование профессиональных компетенций, развитие самостоятельности и активности обучающихся, отвечающими цели и задачам учебной дисциплины являются:

- активные и интерактивные методы обучения, реализуемые на лабораторных, семинарских и практических занятиях и при организации самостоятельной работы студентов;
- проблемное обучение;
- метод проектов;
- решение ситуационных задач.

## **ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ**

Для оценки сформированности компетенций обучающихся в ходе изучения учебной дисциплины используются средства диагностики учебной деятельности для проведения текущего контроля и контроля за выполнением самостоятельной работы студентов.

Для текущего контроля усвоения знаний студентами используется следующий перечень диагностического инструментария:

- устная форма: устный опрос на лабораторных и практических занятиях; итоговые контрольные вопросы по разделам и темам; доклады на практических и семинарских занятиях;
- письменная форма: тесты, выполнение заданий лабораторного практикума, рефераты;
- устно-письменная форма: составление сравнительных и определительных таблиц, отчеты по лабораторным занятиям и их устная защита;
- техническая форма: электронные тесты, учебно-методические материалы в системе дистанционного обучения «Moodle».

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

Самостоятельная работа по учебной дисциплине «Биологическая химия» направлена на обобщение теоретического материала, изученного на лекциях и формирование у студентов умений работать с учебной и научной литературой, а также на освоение методики решения задач, что является необходимым навыком в будущей профессиональной деятельности учителя.

Работа преподавателя заключается в обучении студентов способам самостоятельной учебной деятельности и в формировании у них соответствующих умений и навыков; в определении тем и вопросов в

содержании учебного материала для самостоятельного изучения студентами по учебным пособиям; в проведении контроля выполнения заданий самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает: проработку вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение и конспектирование учебной литературы, освоение методики решения задач различных типов, оформление рабочей тетради, выполнение практических заданий в СДО «Moodle», подготовку к практическим, семинарским занятиям и рейтинговым контрольным работам, подготовку тематических докладов и презентаций.

Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений обучающихся. Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов включает: интерактивный электронный учебно-методический комплекс в СДО «Moodle»; мультимедийные и видеоматериалы; фонд оценочных средств: рейтинговые контрольные работы, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, алгоритмы решения задач, тематику рефератов.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА**

Для контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Биологическая химия» можно использовать следующие средства:

- устный опрос, при получении студентом разрешения к проведению лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- опрос по выяснению знаний по теме (коллоквиум);
- компетентностно-ориентированные тесты по отдельным разделам (темам) дисциплины;
- защита реферата;
- рейтинговые контрольные работы;
- экзамен.