

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства (Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:

Директор  
Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

**Биохимия животных**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**Биология**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП  
Д.С. Воробьев

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания.

ПК-1 Способен участвовать в исследовании биологических систем и их компонентов, планировать этапы научного исследования, проводить исследования по разработанным программам и методикам, оптимизировать методики под конкретные задачи.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем

ИОПК-2.2 Использует физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

ИПК-1.1 Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современной аппаратуры и оборудования в соответствии с поставленными задачами

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Знать принципы клеточной организации биологических объектов, биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности.

– Уметь использовать полученные знания в биологических исследованиях

– Уметь эксплуатировать современную аппаратуру для практического применения и выполнения лабораторных и научно-исследовательских работ.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Четвертый семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физика», «Математика». Дисциплина «Биохимия животных» является логическим продолжением в цепи дисциплин по принципу «от простого к более сложному», и сама является основой для углубленного изучения специальных дисциплин.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-лабораторные: 48 ч.

-семинары: 14 ч.

в том числе практическая подготовка: 48 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

### **Тема 1. ВВЕДЕНИЕ**

Биохимия животных, как наука о веществах, входящих в состав животных организмов, и их превращениях, лежащих в основе жизненных явлений. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Значение биохимии животных для промышленности, сельского хозяйства и медицины. Краткая история биохимии животных.

Биохимические основы важнейших биологических явлений. Обмен веществ как важнейшая особенность живой материи. Структура животной клетки и биохимическая характеристика отдельных субклеточных компонентов.

### **Тема 2. АМИНОКИСЛОТЫ И БЕЛКИ**

Биологическая роль белков, значение в построении организма животных и в процессе жизнедеятельности. Аминокислоты, их химические, физико-химические свойства и классификация. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Способы связи аминокислот в белке. Роль пептидных, дисульфидных, ионных, гидрофобных и водородных связей в формировании структуры белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Альфа-спираль и бета-структура. Домены в структуре белка, их функциональная роль. Денатурация белков. Принципы классификации белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Классификация белков по третичной структуре. Формирование трехмерной структуры белков в клетке. Структура и функциональная роль шаперонов в фолдинге белков. Роль шаперонов в защите белков клеток от денатурирующих стрессовых воздействий. Амилоидозы. Физико-химические свойства белков. Простые и сложные белки. Функциональная классификация белков. Методы выделения и разделения белков. Качественные реакции на белки.

### **Тема 3. ФЕРМЕНТЫ**

Сущность явления катализа. Скорость химических реакций. Общие представления о механизме ферментативного катализа. Особенности ферментативного катализа. Термодинамические и кинетические характеристики ферментативного катализа. Классификация и номенклатура ферментов. Химическая природа ферментов, их функциональные группы. Активный и аллостерический центры. Коферменты, простетические группы. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов. Множественные формы ферментов. Изоферменты. Специфичность действия ферментов. Влияние различных факторов среды на ферментативные процессы (температуры, концентрации водородных ионов и др.). Влияние ингибиторов на ферментативную активность. Принципы регуляции ферментативных процессов в клетке и регуляция метаболизма. Локализация ферментов в клетке.

### **Тема 4. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ**

Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи. Строение нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компоненты. Нуклеозиды. Нуклеотиды. ДНК. Биологическое значение двухспирального строения ДНК. Физико-химические свойства ДНК. Принцип комплементарности и его биологическая роль. Репликация ДНК. РНК. Структура, свойства и функции основных классов РНК - информационных, рибосомальных, транспортных. Матричный синтез РНК - транскрипция и постранипционные превращения РНК. РНК - вещество наследственности некоторых вирусов. Обратная транскрипция. Участие ферментов в распаде, синтезе и функционировании нуклеиновых кислот. Обмен пуриновых и пиримидиновых оснований.

## Тема 5. БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

Основные этапы биосинтеза белка. Активация аминокислот. Образование аминоксил-тРНК. Функции информационных РНК в синтезе белка. Рибосомы, их строение и функции в синтезе белка. Полисомы. Процесс трансляции на рибосомах. Посттрансляционные превращения белков. Самоорганизация белковой глобулы. Самосборка четвертичной структуры белка и надмолекулярных структур клетки. Организация генома у прокариот и эукариот. Генетический код, его характеристика. Регуляция биосинтеза белков.

## Тема 6. ОБМЕН БЕЛКОВ

Ферментативный гидролиз белков. Протеолитические ферменты, их специфичность, активация. Ограниченный протеолиз. Пути образования и распада аминокислот в организме. Переаминирование, его механизм, биологическое значение. Процессы деаминации и декарбоксилирования аминокислот. Образование аммиака. Транспорт аммиака. Восстановительное аминирование. Амиды и их физиологическое значение. Особенности обмена отдельных аминокислот и их роль в образовании ряда важнейших биологически активных веществ. Биосинтез мочевины. Азотистые небелковые вещества, их синтез, распад и биологическая роль.

## Тема 7. УГЛЕВОДЫ

Углеводы и их биологическая роль, классификация и номенклатура. Структура, свойства и распространение в природе основных представителей моносахаридов и полисахаридов. Гликопротеины и гликолипиды. Взаимопревращения моносахаридов. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Спиртовое и молочнокислое брожение. Биосинтез полисахаридов. Гликозил-трансферазные реакции. Глюконеогенез. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот. Фосфорилирование на уровне субстрата. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фаз углеводного обмена. Прямое окисление глюкозо-6-фосфата. Пентозофосфатный путь обмена углеводов, его биологическая роль.

## Тема 8. БИОЭНЕРГЕТИКА

Макроэргические соединения. Нуклеозидфосфаты, АТФ, креатинфосфат и аргининфосфат. Пути образования АТФ и других макроэргических соединений. Окислительное фосфорилирование. Окислительно-восстановительные процессы. Цепь переноса водорода и электронов (дыхательная цепь). Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстратов окисления к кислороду. NAD- и NADP-зависимые дегидрогеназы. Флавиновые ферменты, убихинон, цитохромы и цитохромоксидаза. Окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Представление о механизмах сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Митохондрии, структура и энергетические функции. Трансмембранный потенциал ионов водорода как форма запасания энергии.

## Тема 9. ЛИПИДЫ

Липиды и их биологическая роль. Классификация и номенклатура липидов. Структура, свойства и распространение в природе. Основные представители триглицеридов, фосфолипидов, цереброзидов, стероидов и восков.

Жирные кислоты, их классификация и номенклатура. Простагландины. Ферментативный распад и синтез липидов. Окисление жирных кислот, биосинтез жирных кислот. Мультиферментный комплекс синтетазы жирных кислот.

## Тема 10. ВИТАМИНЫ

Витамины и их биологическая роль. Классификация, номенклатура, структура, свойства, распространение в природе. Водорастворимые витамины. Жирорастворимые витамины.

## **Темы и программы семинарских занятий**

### **Семинар №1**

#### **«Введение в биохимию. Аминокислоты»**

Биохимия как наука о веществах, входящих в состав живой природы, и их превращениях, лежащих в основе жизненных явлений. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Классификация биохимии. Значение биохимии для промышленности, сельского хозяйства и медицины. Краткая история биохимии. Биохимические основы важнейших биологических явлений. Признаки живой материи. Методология биохимии

Аминокислоты и белки. Биологическая роль белков, значение в построении живой материи и в процессе жизнедеятельности. Классификация аминокислот. Химические и физико-химические свойства. Амфотерность аминокислот. Способы определения и разделения аминокислот: цветные реакции на аминокислоты, электрофорез, ионообменная хроматография.

### **Семинар №2**

#### **«Белки»**

Способы связи аминокислот в белке. Роль пептидных, дисульфидных, ионных, гидрофобных и водородных связей в формировании структуры белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Альфа-спираль и бета-структура. Домены в структуре белка, их функциональная роль. Физико-химические свойства белков. Методы выделения и разделения белков. Денатурация белков.

Принципы классификации белков. Простые и сложные белки. Функциональная классификация белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Классификация белков по третичной структуре. Формирование трехмерной структуры белков в клетке. Структура и функциональная роль шаперонов в фолдинге белков. Роль шаперонов в защите белков клеток от денатурирующих стрессовых воздействий. Заболевания, связанные с нарушением фолдинга белков. Амилоидозы.

### **Семинар №3**

#### **«Энзимология»**

Классификация и номенклатура ферментов. Химическая природа ферментов, их функциональные группы. Специфичность действия ферментов. Влияние различных факторов среды на ферментативные процессы (температуры, pH и др.)

Активный и аллостерический центры. Коферменты, простетические группы. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов. Множественные формы ферментов. Изоферменты.

Влияние ингибиторов на ферментативную активность. Регуляция активности ферментов. Антибиотики. Локализация ферментов в клетке.

Сущность явлений катализа. Скорость химических реакций. Механизм и особенности ферментативного катализа. Термодинамические и кинетические характеристики ферментативного катализа. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Кинетические кривые в прямых координатах и линеаризованной форме (Лайнуивера-Берка и Эдди-Хофсти).

### **Семинар №4**

#### **«Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белков»**

Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой материи. Состав и строение нуклеиновых кислот: пуриновые и пиримидиновые основания, углеводные компоненты, нуклеозиды, нуклеотиды.

ДНК. Биологическое значение двухспирального строения ДНК. Физико-химические свойства ДНК. Принцип комплементарности и его биологическая роль. Репликация ДНК.

РНК. Структура, свойства и функции основных классов РНК - информационных, рибосомальных, транспортных. Матричный синтез РНК - транскрипция и посттранскрипционные превращения РНК. РНК - вещество наследственности некоторых вирусов. Обратная транскрипция.

Основные этапы биосинтеза белка. Активация аминокислот. Образование аминоацил-тРНК. Функции информационных РНК в синтезе белка.

Рибосомы, их строение и функции в синтезе белка. Процесс трансляции на рибосомах. Посттрансляционные превращения полипептидов: самоорганизация белковой глобулы, самосборка четвертичной структуры белка и надмолекулярных структур клетки.

Организация генома у прокариот и эукариот. Генетический код, его характеристика. Регуляция биосинтеза белков.

## **Семинар №5**

### **«Обмен белков и аминокислот»**

Ферментативный гидролиз белков. Протеолитические ферменты, их специфичность, активация. Ограниченный протеолиз. Пути образования и распада аминокислот в организме. Переаминирование, его механизмы, биологическое значение. Процессы дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Образование аммиака. Транспорт аммиака. Биосинтез мочевины.

### **«Строение, свойства и метаболизм углеводов»**

Биологическая роль, классификация и номенклатура углеводов. Структура (формулы), свойства и распространение в природе основных представителей моносахаридов (рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, галактоза, фруктоза) и олигосахаридов (сахароза, лактоза). Химический состав, распространение в природе и биологическое значение сложных углеводов крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин, гепарин, гиалуроновая и хондроитинсерная кислоты, глюкозамин, галактозамин, ацетилнейраминаовая кислота.

«Гликолиз». Спиртовое и молочнокислое брожение.

«Глюконеогенез». Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс.

**Пентозофосфатный путь обмена углеводов**, его биологическая роль, связь с гликолизом.

## **Семинар №6**

«Биоэнергетика». Макроэргические соединения. Нуклеозидфосфаты. Аденозинтрифосфат (АТФ). Креатинфосфат и аргининфосфат. Пути образования АТФ и других макроэргических соединений. Окислительно-восстановительные процессы.

Цикл Кребса. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена.

«Окислительное фосфорилирование». Цепь переноса водорода и электронов (дыхательная цепь). Энергетическое значение ступенчатого транспорта электронов от субстрата окисления к кислороду. NAD- и NADP-зависимые дегидрогеназы. Флавиновые ферменты. Убихинон. Цитохромы и цитохромоксидаза. Представление о механизмах сопряжения окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. Хемиосмотическая теория сопряжения Митчела.

## **Семинар №7**

### **«Витамины»**

Классификация, номенклатура, структура, свойства, распространение в природе, биологическая роль витаминов. Водорастворимые витамины. Жирорастворимые витамины.

**Липиды** и их биологическая роль. Классификация и номенклатура липидов. Структура, свойства и распространение в природе. Жирные кислоты, их классификация и номенклатура. Ферментативный распад и синтез липидов. Окисление жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Мультиферментный комплекс синтетазы жирных кислот.

## Темы и примерное содержание практических (лабораторных) занятий

### Работа №1.

«Вводное занятие».

Техника безопасности при работе в биохимической лаборатории. Оборудование и посуда для биохимических исследований. Концентрации растворов: молярная, нормальная, массовые и объемные проценты. Расчеты для приготовления растворов веществ с заданной концентрацией.

### Работа №2.

«Белки»

Получение животного белка яичного альбумина; приготовление раствора желатина. Цветные реакции на обнаружение и свойства белков: биуретовая, ксантопротеиновая, реакция Адамкевича, реакция на серосодержащие аминокислоты.

### Работа №3

«Реакции осаждения белков»

Осаждение белков: при кипячении, солями тяжелых металлов, неорганическими и органическими кислотами, алкалоидами.

### Работа №4

«Разделение альбуминов и глобулинов методом высаливания»

Получение солевых вытяжек белков. Высаливание белков хлористым натрием, серноокислым магнием и серноокислым аммонием.

### Работа №5

«Получение и свойства ферментов»

Выделение и определение специфичности  $\beta$ -Фруктофуранозидазы дрожжей и  $\alpha$ -амилазы слюны. Влияние активаторов, ингибиторов и pH среды на активность  $\alpha$ -амилазы. Обнаружение уреазы и каталазы.

### Работа №6

«Ферментативная кинетика»

Решение задач, построение кинетических кривых в прямых координатах и линеаризованной форме (Лайнуивера-Берка и Эдди-Хофсти) и вычисление кинетических параметров ферментов графическим методом.

### Работа №7

«Выделение ДНП из тканей животных. Качественная реакция на ДНК»

Препарование наркотизированной крысы, извлечение селезенки и тимуса и выделение из них ДНП методом центрифугирования. Цветная реакция из выделенного ДНП на дезоксирибозу с дифениламиноом.

### Работа №8

«Качественная реакция на сахара»

Реакция Троммера, реакция серебряного зеркала, реакция с пикриновой кислотой, реакция Молиша, реакция Фелинга с сахарозой до и после гидролиза, нитрохромовая реакция, тимоловая проба.

### Работа №9

«Липиды»

Физико-химические свойства липидов: получение эмульсии липидов, получение жидкого мыла и реакции с ним – высаливание, разложение минеральными кислотами, получение нерастворимых мыл. Качественные реакции на желчные кислоты. Гидролиз липидов молока липазой, активация липазы желчью.

#### Работа №10 «Витамины»

Количественное определение свободной и связанной аскорбиновой кислоты в овощах и фруктах титриметрическим методом по восстановлению 2,6-дихлорфенолиндофенола.

#### Работы №11 и 12 «Итоговое занятие»

Индивидуальные задания по проверке практических навыков, приобретенных во время лабораторных работ.

### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен в четвертом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов.

Критерии оценивания ответов на экзамене включают глубину и полноту знаний, умение использовать терминологию, логичность изложения и способность аргументировать ответы. Оценки выставляются по 4-х балльной системе:

- «Отлично» - глубокое и полное усвоение материала, четкие, аргументированные ответы, владение терминологией, самостоятельность при ответе.
- «Хорошо» - полное знание основного материала, но с небольшими неточностями или затруднениями при ответе на дополнительные вопросы.
- «Удовлетворительно» - знание основных разделов, но с неточностями, недостаточной полнотой или нарушениями последовательности.
- «Неудовлетворительно» - незнание существенной части материала, грубые ошибки, неспособность ответить на основные и дополнительные вопросы, отказ от ответа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=415>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) основная литература:

- Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. Том 1. Основы биохимии. Строение и катализ. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2022, 746 с.
- Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. Том 2. Биоэнергетика и метаболизм. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2022, 689 с.
- Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах. Том 3. Пути передачи информации. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2022, 441 с.
- Биологическая химия : Учебник / А.И. Глухов, С.Е. Северин, Т.Л. Алейникова, С.А. Силаева. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2023. — 504 с. : ил.
- Биохимия с упражнениями и задачами: Учебник/ Под ред.Е.С.Северина, А.И.Глухова.- М.:ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 384 с. (в НБ ТГУ – 4-е изд.2005)

### б) дополнительная литература:

- Страйер Л. Биохимия: В 3-х т.- М.: Мир, 1981.
- Р.Марри, Д.Греннер, и др. Биохимия человека: В 2-х т.- М.: Мир, 1993.
- Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки: В 3-х т., 2013.
- Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия: Учеб. для хим., биол. и мед. спец. вузов.– М.: Высш. шк. 2002.
- Ю. Б. Филиппович, Н. И. Ковалевская, Г. А. Севастьянова и др.; Биологическая химия (уч. пособие для студентов биологических спец. вузов). под ред. Н. И. Ковалевской – М., Академия, 2008, 254 с.

### в) ресурсы сети Интернет:

- Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие : в 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского под редакцией Н. Б. Гусева. — 5-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2022 — Том 1 : Основы биохимии, строение и катализ — 2022. — 746 с. — ISBN 978-5-93208-607-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319169> (дата обращения: 11.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие : в 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского под редакцией Н. Б. Гусева. — 5-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2022 — Том 2 : Биоэнергетика и метаболизм — 2022. — 689 с. — ISBN 978-5-93208-608-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319172> (дата обращения: 11.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера : учебное пособие : в 3 томах / Д. Нельсон, М. Кокс ; перевод с английского под редакцией Н. Б. Гусева. — 5-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2022 — Том 3 : Пути передачи информации — 2022. — 441 с. — ISBN 978-5-93208-609-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319175> (дата обращения: 11.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
- <https://biokhimija.ru/> (дата обращения: 11.01.2025) - БИОХИМИЯ для студента
- <https://e.lanbook.com/book/385898> (дата обращения: 11.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей..
- Брещенко, Е. Е. Биохимия: введение в обмен веществ. Обмен энергии и углеводов : учебное пособие для вузов / Е. Е. Брещенко, К. И. Мелконян ; под редакцией И. М. Быков. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 120 с. — ISBN 978-5-507-48573-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Комов, В. П. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 684 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13939-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/543995> (дата обращения: 11.01.2025).

С компьютеров сети ТГУ данные издания доступны без пароля.

Для работы с ними с домашнего компьютера (вне сети ТГУ) необходимо настроить удаленный доступ к нашим электронным ресурсам: <https://ez.lib.tsu.ru/login>

Для активации доступа потребуется ввести номер читательского билета и пароль.

Для получения доступа к полному спектру возможностей ЭБС «Лань» необходимо зарегистрироваться в базе: <https://e.lanbook.com/help#Private>

### **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office 2021 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа с мультимедийным оборудованием.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатория, оборудованная для проведения практических занятий по курсу, оснащенная лабораторной мебелью, вытяжным шкафом, компьютером, спектрофотометром, центрифугами, различными весами, раковиной с горячей и холодной водой.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

### **15. Информация о разработчиках**

Кувшинов Николай Николаевич, кафедра физиологии человека и животных Биологического института ТГУ, старший преподаватель.