

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 с основами молекулярной биологии

по направлению подготовки

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) подготовки:

Экология

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП
А.М. Адам

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2024

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Владеет знаниями фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов для решения задач в области экологии, охраны окружающей среды и природопользования

ИОПК-1.2 Выявляет общие закономерности развития окружающей среды, современные экологические проблемы и проблемы рационального природопользования

2. Задачи освоения дисциплины

– освоить терминологический аппарат и сформировать систематизированные знания в области биохимии в отношении основных классов биологически важных молекул, изучить процессы метаболизма различных биологически значимых соединений и взаимосвязь различных путей метаболизма в клетке;

– научиться применять понятийный аппарат биохимии, пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в биохимических исследованиях для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Четвертый семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: химия неорганическая, биология клетки.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 20 ч.

-лабораторные: 38 ч.

-семинар: 18 ч.

в том числе практическая подготовка: 38 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. *Введение в биохимию. Живые системы, уровни их организации.* Биохимия как наука. Краткая история развития биохимии. Живые системы. Уровни структурной организации живого. Клетка как самовоспроизводящийся химический реактор. Потoki вещества, энергии и информации в клетке. Единство химического состава и типов превращений веществ в живых системах. Биохимическая эволюция.

Химический состав клеток. Общий план строения биомолекул. Низкомолекулярные соединения, входящие в состав биомолекул-полимеров. Вода - универсальная среда для химических превращений в живых системах.

Тема 2. *Природные аминокислоты. Пептидная связь. Пептиды и белки. Уровни структурной организации белков.* Природные аминокислоты (АК). Способы классификации АК. Ионизация АК. Важнейшие и незаменимые АК. Первичная структура пептидов и белков.

Природа пептидной связи. Номенклатура пептидов и полипептидов. "Консервативные" и гомологичные последовательности аминокислот в белках.

Уровни структурной организации белков (первичная, вторичная, третичная, четвертичная и надмолекулярные структуры). Упорядоченная (α -спираль, β -слои) и неупорядоченные структуры. Конформационная стабильность и подвижность белка. Свертывание и сборка белков.

Функции и биологическая роль белков. Взаимодействие белков и низкомолекулярных лигандов. Сложные белки. Методы выделения и очистки белков.

Тема 3. *Белки – биологические катализаторы. Основы ферментативного катализа.* Общие представления о катализе. Физический смысл константы скорости химической реакции (энергетическая диаграмма реакции, переходное состояние, энергия активации). Классификация каталитических механизмов (общий и специфический кислотно-основной катализ, ковалентный катализ, промежуточные соединения). Белки - биологические катализаторы. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Графические методы анализа ферментативных реакций. Физический смысл константы Михаэлиса. Максимальные скорости ферментативных реакций. Активность и числа оборотов ферментов. Специфичность ферментативного катализа. Ингибиторы и активаторы ферментов. Обратимость ферментативного катализа. Кофакторы. Регулируемость ферментативного катализа. Изо- и аллостерическое связывание лигандов-регуляторов с белком-ферментом. Кооперативные эффекты в ферментативном катализе.

Изоферменты. Международная классификация ферментов. Катализ и проницаемость мембран. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, карбоангидраза и др.). Специфическая локализация ферментов в клетке.

Тема 4. *Природные углеводы и их производные. Моно-, олиго- и полисахариды, их строение и биологическое значение, номенклатура.* Природные углеводы и их производные. Моносахариды, их химические свойства. Стереохимия и изомерия углеводов. Олигосахариды, биологическое и практическое значение дисахаридов. Полисахариды. Химическое строение и уровни организации полисахаридов, гликопротеинов, сульфополисахаридов. Их биологические функции. Гомо- и гетерополисахариды. Химическое строение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина, пептидогликана. Гликозаминогликаны. Гиалуроновая кислота. Гликоконъюгаты. Протеогликаны. Гликолипиды. Первичная, вторичная и более высокие уровни организации полисахаридов, гликопротеинов, сульфополисахаридов.

Тема 5. *Строение и функции нуклеиновых кислот.* Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. АТФ и ГТФ как энергетические молекулы. Циклические нуклеотиды. Сигнальная функция циклических нуклеозидмонофосфатов. Нуклеиновые кислоты. Комплементарные пары нуклеотидов. Правила Чаргаффа. В-структура ДНК (двойная спираль Уотсона-Крика). Суперспирализация ДНК. Гистоны и строение хроматина. Денатурация и ренатурация ДНК. Методы установления первичных последовательностей нуклеотидов в нуклеиновых кислотах: секвенирование по Сэнгеру, Максому-Гилберту, пиросеквенирование. Использование нуклеотидных последовательностей для изучения эволюции организмов.

Различные типы РНК. Каталитическая функция РНК. Рибозимы. Гипотеза РНК-мира.

Тема 6. *Центральная догма молекулярной биологии. Процессы матричного синтеза живых организмов: репликация, транскрипция, трансляция.* Универсальные и специальные пути передачи генетической информации. Центральная догма молекулярной биологии.

Репликация ДНК: биологическое значение, этапы, ферменты.

Транскрипция. Генетический код – открытие, свойства, вырожденность. Теория оперона. Этапы транскрипции, ферменты и белковые факторы. ДНК-зависимые РНК-полимеразы. Посттранскрипционные изменения РНК, сплайсинг.

Трансляция. Особенности трансляции у прокариот и эукариот. Механизмы, стадии синтеза белка, факторы трансляции. Посттрансляционные превращения белков.

Тема 7. *Липиды.* Строение и номенклатура липидов, их биологические функции. Свойства липидов. Основные представления о строении биологических мембран и их функциях, роли для жизнедеятельности клетки.

Тема 8. *Витамины и витаминоподобные вещества.* Классификация, номенклатура, структура, свойства, распространение в природе. Биологическая роль. Витамины группы А. Витамины группы Д. Витамины группы Е. Витамины группы К. Витамин F. Витамин В1. Витамин В2. Витамин В3 (пантотеновая кислота). Витамин В5 (никотиновая кислота). Витамин В6. Витамин В12. Фолиевая кислота. Витамин С. Парааминобензойная кислота. Витамин РР. Биотин.

Темы и краткое содержание семинарских занятий дисциплины

Тема 1. *Семинар «Функции белков. Сложные белки» (2 ч).*

Вопросы для обсуждения: Функции и биологическая роль белков. Глобулярные и фибриллярные белки: связь структуры с функциями. Взаимодействие белков и низкомолекулярных лигандов. Сложные белки (фосфопротеиды, нуклеопротеиды, хромопротеиды, металлопротеиды, гликопротеиды, протеогликаны). Методы выделения и очистки сложных белков.

Тема 2. *Центральная догма молекулярной биологии. Процессы матричного синтеза: репликация ДНК (4 ч).*

Вопросы для обсуждения: Центральная догма молекулярной биологии.

Репликация ДНК: биологическое значение, этапы, ферменты. Регуляция

Тема 3. *Процессы матричного синтеза: транскрипция, трансляция (4 ч).*

Транскрипция. Генетический код – открытие, свойства, вырожденность. Теория оперона. Этапы транскрипции, ферменты и белковые факторы. ДНК-зависимые РНК-полимеразы. Посттранскрипционные изменения РНК, сплайсинг.

Тема 4. *Процессы матричного синтеза: трансляция (4 ч).*

Трансляция. Особенности трансляции у прокариот и эукариот. Механизмы, стадии синтеза белка, факторы трансляции. Посттрансляционные превращения белков.

Темы и краткое содержание лабораторных занятий дисциплины

Лабораторная работа 1 (4 часа). «Вводное занятие». Правила безопасности при работе в биохимической лаборатории. Оборудование и посуда для биохимических исследований. Концентрации раствором (молярная, нормальная, процентная). Решение ситуационных задач на приготовление растворов веществ с заданной концентрацией.

Лабораторная работа 2 (4 часа). «Получение растворов белка. Цветные реакции на аминокислоты и белки». В ходе вводной части обсуждаются строение и классификация аминокислот, природа пептидной связи. Работа включает приготовление растворов растительного и животного белка. Постановку цветных реакций: биуретовой реакции для определения пептидных связей, ксантопротеиновой реакции на белки, содержащие

ароматические аминокислоты, реакции Адамкевича на триптофан, реакция на серусодержащие аминокислоты.

Лабораторная работа 3 (4 часа). «Хроматографическое определение аминокислот».

В ходе вводной части обсуждаются строение и классификация аминокислот, суть хроматографических методов и применение хроматографии для идентификации аминокислот.

Практическая часть занятия включает (1) приготовление хроматографической камеры, (2) нанесение на хроматографическую бумагу исследуемых растворов аминокислот и маркерных (известных) аминокислот, (3) разделение в хроматографической камере с использованием растворителя, (4) определение R_f для каждой аминокислоты.

В результате работы должны быть идентифицированы аминокислоты в исследуемой смеси.

Лабораторная работа 4 (4 часа). Практическое занятие проводится в виде лабораторной работы «Количественное определение содержания белка по биуретовой реакции».

В ходе вводной части обсуждается природа пептидной связи, строение пептидов, суть качественных и количественных реакций на различные соединения и особенности биуретовой реакции для определения белков и пептидов.

Практическая часть занятия включает (1) приготовление калибровочных растворов белка (бычьего сывороточного альбумина) с известной концентрацией и исследуемых раствором белка куриного яйца, (2) постановку биуретовой реакции, (3) фотозлектроколориметрию, (4) построение калибровочной кривой, (5) определение содержания белка в исследуемых растворах с помощью калибровочной кривой.

В результате занятия должно быть определено количественное содержание чистого белка 1 мл белка куриного яйца.

Лабораторная работа 5 (4 часа). Практическое занятие проводится в виде лабораторной работы «Свойства белков. Реакции осаждения белков». В ходе вводной части обсуждаются уровни структурной организации белков, сложные белки, физические свойства белков.

Практическая часть занятия включает, во-первых: (1) осаждение белков под действием температуры при разных значениях pH и в присутствии солей, (2) осаждение белков солями тяжелых металлов; концентрированными минеральными и органическими кислотами, органическими растворителями, (3) высаливание белков для разделения белковых фракций. Практическая часть занятия включает, во-вторых: кислотный гидролиз сложных белков-нуклеопротеинов, постановку качественных реакций на открытие составных частей нуклеопротеинов (биуретовая реакция на полипептиды, серебряная проба на пуриновые основания, молибденовая проба на фосфорную кислоту).

Лабораторная работа 6 (4 часа). «Определение изоэлектрической точки белка» и «Определение активности каталазы по Баху и Опарину».

В ходе вводной части обсуждаются свойства белков, белковая природа ферментов и основы ферментативных реакций в клетке.

Практическая часть занятия включает, во-первых: определение изоэлектрической точки для раствора желатина и, во-вторых, определение каталазной активности в листьях растений по количеству разложенной перекиси водорода.

Лабораторная работа 7 (4 часа). «Качественные реакции на сахара». В ходе вводной части обсуждается природа моно- и олигосахаридов, их классификация и номенклатура. Практическая часть занятия включает постановку следующих реакций: (1)

реакции восстановления метиленовой сини редуцирующими сахарами, (2) реакции Молиша на сахара, (3) реакции Феллинга на восстанавливающие сахара с моно- и дисахаридами, (4) качественной реакции на аскорбиновую кислоту.

Лабораторная работа 8 (4 часа). «Количественное определение аскорбиновой кислоты».

В ходе вводной части обсуждаются производные сахаров, аскорбиновая кислота как производная гексоз и её химические свойства. Кроме того, студенты знакомятся с титриметрическим методом для количественного определения различных веществ.

Практическая часть занятия включает: (1) подготовку растительного материала к анализу, (2) титрование 2,6-дихлорфенолиндофенолом, (3) расчет количества аскорбиновой кислоты в разных видах растительного материала (в мг%).

Лабораторная работа 9 (4 часа). «Качественные реакции на витамины». В ходе вводной части обсуждаются классификация, номенклатура и химическая природа витаминов, их биологические функции в клетке. Практическая часть включает постановку следующих реакций: (1) качественные реакции на витамин А; (2) качественные реакции на витамин D; (3) Качественные реакции на витамин Е с азотной кислотой и хлорным железом; (4) Качественная реакция на витамины В₂, В₅, В₆.

Лабораторная работа 10 (4 часа). «Физико-химические свойства жиров. Омыление». Лабораторное занятие предполагает выполнение следующих работ: (1) Получение жидкого мыла; (2) Высаливание мыла, получение нерастворимых мыл Са и Рb; (3) Высаливание мыла; (4) Разложение мыла минеральными кислотами.

Лабораторная работа 11 (4 часа). «Физико-химические свойства жиров. Константы для характеристики качества жиров». Вводная часть включает обсуждение констант жиров: кислотного числа, числа омыления, эфирного числа, йодного числа, перекисного числа. В ходе практической части выполняются лабораторные работы по определению йодного числа, числа омыления, кислотного и перекисного чисел для различных растительных масел.

Лабораторная работа 12. (4 часа) «Электрофорез нуклеиновых кислот в агарозном геле».

В ходе вводной части обсуждаются строение и уровни структурной организации нуклеиновых кислот, их функции в клетке. Также рассматриваются общие принципы электрофоретического разделения молекул. Практическая часть занятия включает: (1) приготовление 1% агарозного геля, (2) нанесение образцов ПЦР-фрагментов ДНК живых организмов (бактерий, архей, грибов), (3) разделение фрагментов в электрическом поле, (4) визуализацию и определение размера фрагментов с использованием стандартов длины.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения заданий по темам лабораторных работ, 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

Зачет в четвертом семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит компетентностные задания, включающие вопросы на знание теории, анализ и интерпретацию, оценку и принятия решения.

Первая часть представляет собой тест из 15 вопросов, проверяющих ИОПК-1.1. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит 10 вопросов, проверяющих ИОПК-1.2. Ответ на вопрос второй части дается из списка предложенных. Продолжительность зачета 1 час.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Какая химическая связь подвергается гидролизу при распаде белков?

- а. водородная
- б. сложноэфирная
- в. пептидная
- г. гидрофобная
- д. гликозидная
- е. ни один из предложенных вариантов не является правильным

2. В репарации ДНК участвуют ферменты (2 правильных ответа):

- а. пептидилтрансфераза и пептидилтрансфераза
- б. экзо- и эндонуклеазы
- в. ДНК-зависимая РНК-полимераза
- г. нуклеотидаза
- д. ДНК-лигаза
- е. гираза

3. Выберите из списка гомополисахариды (2 правильных ответа)

- а. крахмал
- б. хитин
- в. гиалуроновая кислота
- г. гликозаминогликан
- д. пептидогликан клеточной стенки бактерий (муреин)
- е. ни один из предложенных вариантов не является правильным

4. К производным глицерина относятся (2 правильных ответа)

- а. триацилглицериды
- б. холестерин
- в. сфинголипиды
- г. фосфолипиды
- д. эйкозаноиды

5. Напишите фрагмент α -амилозы крахмала ($\alpha 1 \rightarrow 4$ О-гликозидные связи), состоящего из трех-четырех мономеров.

6. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Оптической активностью не обладает:

- а) лейцин;
- б) аланин;
- в) глицин;
- г) цистеин;
- д) аргинин.

7. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Серусодержащей аминокислотой является:

- а) треонин;
- б) метионин;
- в) триптофан;
- г) серин;
- д) тирозин.

8. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

В изоэлектрической точке:

- а) ионизовано 50% аминокрупп;
- б) степень ионизации amino- и карбоксильных групп одинакова;
- в) ионизовано 50% карбоксильных групп;
- г) amino- и карбоксильные группы неионизованы;
- д) $pK_1 = pK_2$.

9. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Биуретовую реакцию дают:

- а) все аминокислоты;
- б) аминокруппы аминокислот;
- в) карбоксильные группы аминокислот;
- г) ароматические аминокислоты;
- д) все вещества, содержащие не менее двух пептидных связей.

10. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

В процессе гидролиза белка:

- а) уменьшается количество свободных COOH-групп;
- б) увеличивается количество свободных аминокрупп;
- в) падает pH раствора;
- г) образуются пептидные связи;
- д) выделяется газообразный азот.

11. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Ксантопротеиновая реакция характерна для:

- а) всех аминокислот;
- б) тiaoаминокислот;
- в) циклических аминокислот;
- г) любых дипептидов;
- д) пептидных связей.

12. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Атом углерода является асимметрическим, если он имеет:

- а) четыре разных заместителя;
- б) четыре атома водорода;
- в) двойную связь;
- г) тройную связь;
- д) два разных заместителя.

13. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Глюкоза является:

- а) кетогексозой;
- б) дисахаридом;
- в) глюконовой кислотой;
- г) альдогексозой;
- д) кетопентозой.

14. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Фруктоза является:

- а) кетогексозой;
- б) альдогексозой;

- в) кетопентозой;
- г) альдопентозой;
- д) дисахаридом.

15. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

В результате кислотного гидролиза сахарозы получают:

- а) только глюкозу;
- б) глюкозу и галактозу;
- в) галактозу и фруктозу;
- г) только фруктозу;
- д) фруктозу и глюкозу.

16. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Основной структурный полисахарид растений:

- а) инулин;
- б) амилопектин;
- в) гепарин;
- г) сахароза;
- д) целлюлоза.

17. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Продуктом кислотного гидролиза гликогена является:

- а) глюкозо-6-фосфат;
- б) глюкозо-1-фосфат;
- в) глюкоза;
- г) фруктоза;
- д) галактоза.

18. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

При полном гидролизе крахмала образуется:

- а) амилоза;
- б) фруктоза;
- в) глюкоза;
- г) рибоза;
- д) мальтоза.

19. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

При полном кислотном гидролизе нуклеиновых кислот возникают все перечисленные вещества кроме:

- а) фосфорной кислоты;
- б) пентозы;
- в) пуриновых оснований;
- г) АТФ;
- д) аденина.

20. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Первичная структура ДНК обеспечивается:

- а) водородными связями;
- б) гидрофобными связями;
- в) фосфодиэфирными связями;
- г) ионными связями;
- д) полярными связями.

21. ВЫБЕРИТЕ ПРАВИЛЬНОЕ УТВЕРЖДЕНИЕ:

Нуклеиновые кислоты имеют абсорбционный максимум в области 260 нм за счет:

- а) водородных связей;
- б) пентозы;
- в) остатка фосфорной кислоты;
- г) гетероциклических соединений;
- д) фосфодиэфирных связей.

22. Сколько пар оснований приходится на один виток двойной спирали ДНК:

- а) 5
- б) 10
- в) 15
- г) 20
- д) 100

23. Какими связями соединяются между собой моонуклеотиды, создавая линейные полимеры:

- а) Ионными
- б) фосфодиэфирными;
- в) Пирофосфатными
- г) Водородными
- д) Координационными

24. Между какими парами оснований возникают водородные связи:

- а) А-Г
- б) А-Т
- в) Г-Ц
- г) Т-Ц

Критерии оценивания зачета: 80 – 100 % (минимум 20 правильных ответов) – 5, 60 – 79 % (15 – 19 правильных ответов) – 4, 40 – 59 % (10 – 14 правильных ответов) – 3, менее 40 % (9 и менее правильных ответов) – 2.

Результаты зачета определяются «зачтено» при получении оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», и «не зачтено» - при получении оценки «неудовлетворительно».

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 «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22751>.

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева; под редакцией С. И. Щукина. – 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 323 с..
- 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, 2022. - 684 с.
- Филонова М.В., Большакова М.А., Чуринов А.А. Практикум по биохимии: учебно-методическое пособие. – Томск, 2021. – 104 с.

б) дополнительная литература:

- Основы биохимии Ленинджера Т. 1: в 3 т. /Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний , 2011 - 694 с.
- Биссвангер Х. Практическая энзимология / Х. Биссвангер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой ; с предисл. А. В. Левашова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 328 с.
- Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / [Э. Эйткен, А. Р. Бейдоун, Дж. Файфф и др.] ; ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - 2-е изд.. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 848 с.
- Основы динамической биохимии: [учебное пособие для студентов вузов по направлениям "Биология", "Экология и природопользование", "Химическая технология и биотехнология", специальностям "Биология", "Физиология", "Микробиология", "Биотехнология", "Биоэкология"] /В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев - Москва : Логос , 2010 - 213 с.
- Principles of Bioenergetics electronic resource /by Vladimir P. Skulachev, Alexander V. Bogachev, Felix O. Kasparinsky. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg : Imprint: Springer, 2013 - 436 p.

в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы;
- сайт биохимия для студента: <https://biokhimija.ru/>
- сайт, посвященный молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии: <https://biomolecula.ru/>
- периодическое издание PLoS Biology <http://biology.plosjournals.org> Электронная версия журнала.
- прикладная биохимия и микробиология : журнал /Рос. АН, Ин-т биохимии им. А. Н. Баха. Электронный ресурс. <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7955>.
- библиографическая и реферативная база данных «Scopus» <https://www.scopus.com>.

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
 - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, 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 Юпайт – <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, оснащенной доской и мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, а также аудиосистемой для демонстрации обучающих видеороликов.

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.

Учебная лаборатория, оснащенная термостатом, вытяжными шкафами, дистиллятором, холодильником, электронными весами, спектрофотометром, фотоэлектроколориметром, центрифугой, системой для горизонтального гель-электрофореза, автоматическими пипетками, электрической плиткой, водяной баней, химической посудой, набором реактивов, *посудой и расходными материалами (бумага и др.)* (Филонова М.В., Большакова М.А., Чурин А.А. Практикум по биохимии: учебно-методическое пособие. – Томск, 2021. – 104 с.).

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате (кроссплатформенная система управления курсами Moodle, «Актру», системы для обеспечения проведения телеконференций).

15. Информация о разработчиках

Чурин Алексей Александрович, доктор медицинских наук, кафедра физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета, профессор.