

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

**Экологическая биохимия**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:

**Биология**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Ярцев

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**

– Изучить вопросы, посвященные экологической роли химических веществ, являющихся посредниками в экологических взаимоотношениях между организмами.

– Изучить биохимические механизмы биотрансформации ксенобиотиков в экосистемах.

## **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. Дисциплина входит в модуль Профессиональный модуль «Физиология растений, микроорганизмов, биотехнология и биоинформатика».

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

Восьмой семестр, зачет

## **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: общей биологии, экологии, микробиологии, биохимии и молекулярной биологии.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:  
-лекции: 20 ч.

-семинар: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

### **Тема 1. Информационный процессинг и стратегии выживания.**

1. Предмет и задачи экологической биохимии. Молекулярно-биохимические механизмы взаимодействий в природных экосистемах

2. Концепция стресса: растение и его местообитание. Понятие стимула, сигнала и стресса. Биотические и абиотические стрессоры. Передача сигнала и формирование физиологического ответа. Первичные и вторичные мессенджеры.

3. Трансдукция сигнала и формирование ответа на стресс. Активация вторичных мессенджеров в сигнальном каскаде.

4. Трансдукция сигнала через дерепрессию экспрессии генов. Белки репрессоры. Посадка РНК-полимеразы и транскрипция гена. Убиквитин-лигазный комплекс.

5. Трансмембранные и не ассоциированные с мембранами — рецепторы. Фитогормоны и их рецепторы: механизм передачи сигнала.

6. Система вторичных и первичных мессенджеров. Активные формы кислорода и оксид азота  $NO$ . Сигнальные молекулы пептидов. Полиамины. Система фосфоинозитидов. С-белки. Ионные каналы. Кальций. Протеин киназная система. miRNA

### **Тема 2. Биохимия абиотического стресса**

1. Кислород. Окислительный стресс и активные формы кислорода. Рецепторы кислорода и активация вторичных мессенджеров.

2. Свет. Свет как стрессор и триггер. Рецепторы и механизм передачи сигнала.

3. Вода. Водный дефицит, осмолиты. Адаптация к водному стрессу.

4. Минеральный дефицит. Механизмы адаптации к минеральному дефициту.

5. Насекомоядные растения.

6. Тяжелые металлы. Редокс-активные металлы. Механизмы аккумуляции и детоксикации тяжелых металлов.

7. Ксенобиотики. Классы ксенобиотиков, основные источники загрязнения. Биодegradация и биотрансформация ксенобиотиков. Биоремедиация.

### **Тема 3. Биохимические основы межвидовых взаимодействий**

1. Сообщества и биохимические принципы функционирования экосистем. Буковый лес - модельный объект экологических исследований. Общая микоризная сеть. Биохимия симбиотических взаимодействий в экосистеме.

2. Биопленки. Бактериальные маты и формирование первых экосистем.

Взаимодействие внутри биопленки. Эмерджентные свойства биопленок. Кворум сенсинг.

3. Взаимодействия в ризосфере. Бактериальное сообщество в филлосфере и ризосфере. Бактериальное сообщество в ризосфере: PGPR. Индуцированная системная резистентность.

4. Биохимия взаимодействий: растение — животное. Классы биохимических агентов участвующих во взаимодействии между животными и растениями. Мутуализм между растениями и животными. Опыление растений животными. Аттрактанты как мимические феромоны. Тройной мутуализм: муравьи — растение — гриб

5. Аллелопатия и другие формы межвидовых взаимодействий. Аллелопатические агенты. Взаимодействия: гриб — бактерия.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ или тестов по лекционному материалу, выполнения заданий и докладов по темам семинарских занятий, 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 восьмом семестре проводится в устной форме. Итоговая оценка по дисциплине состоит из: (1) оценки за знание основных понятий и теоретических положений (текущий контроль), (2) оценки за индивидуальное задание (доклад).

### **Примерный перечень теоретических вопросов.**

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

1. Механизм «facilitation» при недостатке азота в экосистеме, примеры. Основной источник азота в экосистемах.
2. Стратегии к поглощению света в экосистеме букового леса. Механизмы адаптации растений к затенению.
3. Конкуренция за питательные вещества в экосистеме. Уклонение от конкуренции.
4. Антропогенная и биологическая фиксация азота. Симбиотические группы бактерий. Почему эффективность азотфиксации симбиотических бактерий значительно выше свободноживущих?
5. Последовательные этапы образования симбиоза между растениями сем. Fabaceae и бактериями рода *Rhizobium*.
6. Механизм фиксации азота симбиотической системой, защита нитрогеназы от действия кислорода (по схеме). Транспорт органического азота по растению. Симбиотическое углеродное питание бактериоидов.
7. Микориза: преимущество симбиоза для растений и грибов. Типы микориз, основные различия.
8. Бактериальное сообщество в ризосфере. Биохимические — основы взаимодействия в ризосфере и филлосфере. Бактерии, содействующие росту растений. Индуцированная системная резистентность.
9. Подавление растительных патогенов ризобактериями. Биохимические механизмы контроля PGR.
10. Роль цианобактерий и актинобактерий в ризосфере. Патогенные почвенные бактерии. Ассоциированные с растениями бактерии как оппортунистические патогены человека.
11. Грибы в ризосфере. Взаимодействия: растение — гриб. Гриб — бактерии. Микоризные бактерии-хелперы.
12. Аллелопатия. Взаимодействия растений через общую грибную сеть. Паразитические растения.
13. Фосфор в природе. Фосфорное питание в ЕСМ и АМ.
14. Азотное питание и углеводный обмен в ЕСМ и АМ. Функционирование GS-SOCAT системы.

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

1. Принципы функционирования экосистем. Первичная продукция (NPP). Каким образом изменение состава ФАР, температуры, углекислого газа и минерального состава почвы будет влиять на NPP?
2. Фосфор в природе. Фосфорное питание в ЕСМ и АМ.
3. Азотное питание и углеводный обмен в ЕСМ и АМ. Функционирование GS-SOCAT системы.

4. Применение физико-химических методов анализа для установления вторичных метаболитов растений, грибов, микроорганизмов, беспозвоночных

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

1. Принципы функционирования экосистем. Первичная продукция (NPP). Каким образом изменение состава ФАР, температуры, углекислого газа и минерального состава почвы будет влиять на NPP?
2. Фосфор в природе. Фосфорное питание в ЕСМ и АМ.
3. Азотное питание и углеводный обмен в ЕСМ и АМ. Функционирование GS-CO2AT системы.
4. Применение физико-химических методов анализа для установления вторичных метаболитов растений, грибов, микроорганизмов, беспозвоночных

#### **Примерный перечень тем докладов:**

Формируемые компетенции: **ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИПК-1.1**

1. Ядовитые растения сем. Solonaceae. Представители и их токсины. Механизм токсического действия.
2. Ядовитые растения сем. Umbelliferae (Apiaceae). Представители и их токсины. Механизм токсического действия.
3. Получение натурального каучука, альтернативные источники. Гуттаперча, чикл.
4. Воск: химическая природа, образование в растении, физиологическая роль, промышленное применение и свойства.
5. Кураре. Механизм токсического действия, состав, растительные источники, противоядия.
6. Алкалоиды из видов Capsicum.
7. Вторичные метаболиты грибов
8. Вторичные метаболиты микроорганизмов
9. Вторичные метаболиты беспозвоночных
10. Прикладное значение аллелопатии.
11. Эколого-биохимические аспекты взаимодействий растений и животных.
12. Биохимическая коэволюция растений и животных.
13. Хеморегуляторы пищевого поведения фитофагов.
14. Пищевые детергенты и антифиданты, аттрактанты и стимуляторы.
15. Экологические хеморегуляторы онтогенеза и плодовитости фитофагов.
16. Эколого-биохимические взаимодействия с участием грибов и водорослей.
17. Вещества, участвующие в привлечении опылителей.
18. Эколого-биохимические взаимодействия между животными.
19. Примеры физико-химических методов анализа для установления вторичных метаболитов растений, грибов, микроорганизмов, беспозвоночных

#### **Критерии оценивания:**

Оценка	Критерии оценки
Не зачтено	Нет ответа даже на общие вопросы
Зачтено	Неполный ответ на все вопросы, полный развернутый или частично неполный ответ на все вопросы

Продолжительность зачета 1 час.

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=17415>

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

в) План семинарских занятий по дисциплине.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Основы биохимии : учебное пособие : [для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 240700 "Биотехнология", 260100 "Продукты питания из растительного сырья", 260800 "Технология продукции и организация общественного питания"] /Т. Л. Ауэрман, Т. Г. Генералова, Г. М. — М.: ИНФРА-М, 2013 — 398с.

– Конопатов Ю. В., Васильева С. В. Основы экологической биохимии: Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2018. — 136 с.

– Егоров В. В. Экологическая химия: Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2017. - 184 с.

б) дополнительная литература:

– Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии /[Э. Эйткен, А. Р. Бейдоун, Дж. Файфф и др.] ; ред.: К. Уилсон и Дж. Уокер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. М. Тишкова — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 — 848с.

– 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.- МОСКВА : БИНОМ. ЛАБ. ЗНАНИЙ , 2011 — 694С.

– Биохимия: учебное пособие /А. Д. Димитриев, Е. Д. Амбросьева - Москва : Дашков и Ко , 2012 — 165с.

– Введение в проблемы биохимической экологии: Биотехнология, сельское хозяйство, охрана среды / М. М. Телитченко, С. А. Остроумов.— М.: Наука, 1990.— 288 с.

– Krauss Gerd-Joachimor, Nies Dietrich H. Ecological Biochemistry: Environmental and Interspecies Interactions. Wiley-Blackwell, 2015. 440 p.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы;

- открытые онлайн-курсы;

- сайт биохимия для студента: <https://biokhimija.rw/>

- сайт, посвящённый 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 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, 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.

### 15. Информация о разработчиках

Бойко Екатерина Владимировна, кандидат биологических наук, кафедра физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Биологического института ТГУ, старший преподаватель.