

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Биологического института  
  
\_\_\_\_\_ Д.С. Воробьев  
« 24 » \_\_\_\_\_ марта 20 22 г.



Рабочая программа дисциплины

**Автотрофные прокариоты**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

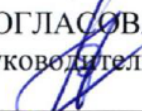
Направленность (профиль) подготовки:  
**«Биология»**

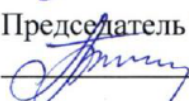
Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.08.07.04

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
  
\_\_\_\_\_ Д.С. Воробьев

Председатель УМК  
  
\_\_\_\_\_ А.Л. Борисенко

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 – способность 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-2 – способность изучать научно-техническую информацию по направлению исследований и представлять результаты своих исследований в научном сообществе.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

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

ИПК-2.1. Владеет навыком поиска и анализа научной информации по направлению исследований.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

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

– Научиться применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности клетки в биологических исследованиях.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

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**

Семестр 7, зачет.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: микробиология (Б1.О.29), биохимия (Б1.О.26), физиология растений (Б1.В.ДВ.08.07).

## **6. Язык реализации**

Русский.

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

– лекции: 16 ч.;

– семинарские занятия: 18 ч.

– практические занятия: 0 ч.;

– лабораторные работы: 0 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Типы питания живых организмов. Типы метаболизма по отношению к источникам энергии, электронов и углерода. Матрица Льюва. Разнообразие типов метаболизма среди прокариот. История изучения автотрофии. Автотрофные прокариоты.

Тема 2. Углеродный метаболизм у автотрофных прокариот. Особенности метаболизма углерода у автотрофных прокариот. Цикл Кальвина-Бенсона как основной путь фиксации диоксида углерода автотрофными микроорганизмами. Альтернативные пути фиксации диоксида углерода у прокариот, их биохимические особенности и распространение (редукционный цикл лимонной кислоты (цикл Арнона), 3' – гидроксипропионатный путь, редукционный ацетил-КоА путь (путь Вуда-Льюнгдала), 3'-гидроксипропионатный/4'-гидроксипропионатный цикл, дикарбоксилатный/4'-гидроксипропионатный цикл).

Тема 3. Основные группы хемолитоавтотрофных прокариот, их энергетический обмен, экология и практическое применение. Водородоокисляющие, карбоксидобактерии, нитрифицирующие (в том числе ANNAMOX), железоокисляющие, серуокисляющие прокариоты. Альтернативные источники электронов и энергии для жизнедеятельности хемолитоавтотрофных прокариот.

Тема 4. Факультативные хемолитоавтотрофы. Метаногенные и сульфатредуцирующие прокариоты: особенности физиологии, экологии и практическое применение.

Тема 5. Экосистемы, основанные на хемосинтезе («dark energy ecosystems»): глубинные местообитания суши и океана, гидротермальные венты.

Тема 6. Фотолитоавтотрофия. Кислородный и anoxygenный фотосинтез. Эволюционные аспекты. Фотосинтетические пигменты прокариот. Организация и функционирование фотореакционных центров у кислородных и anoxygenных фотосинтетиков.

Тема 7. Основные группы фотолитоавтотрофных прокариот, их энергетический обмен, экология и практическое применение. Пурпурные серные и несерные бактерии, зеленые серные и несерные бактерии, цианобактерии. Фотосинтез на основе бактериородопсина у архей. Пространственное распределение фотосинтезирующих прокариот в водных экосистемах.

*Семинар «Типы питания живых организмов» (2 ч).*

Вопросы для обсуждения: Типы метаболизма по отношению к источникам энергии, электронов и углерода. Матрица Льюва. Разнообразие типов метаболизма среди прокариот (хемоорганогетеротрофия, хемоорганоавтотрофия, хемолитогетеротрофия, хемолитоавтотрофия, фотоорганогетеротрофия, фотоорганоавтотрофия, фотолитогетеротрофия, фотолитоавтотрофия), примеры.

*Семинар «Углеродный метаболизм у автотрофных прокариот» (4 ч).*

Доклады студентов по альтернативным путям фиксации диоксида углерода у прокариот, их биохимическим особенностям: редукционный цикл лимонной кислоты (цикл Арнона), 3' – гидроксипропионатный путь, редукционный ацетил-КоА путь (путь Вуда-Льюнгдала), 3'-гидроксипропионатный/4'-гидроксипропионатный цикл, дикарбоксилатный/4'-гидроксипропионатный цикл.

Вопросы для обсуждения: Распространение цикла Кальвина и альтернативных путей фиксации диоксида углерода в зависимости от особенностей экологии прокариот. Существование разных путей фиксации CO<sub>2</sub> у прокариот.

*Семинар «Основные группы хемолитоавтотрофных прокариот: энергетический обмен, экология и практическое применение» (4 ч).*

Вопросы для обсуждения: Основные группы хемолитоавтотрофных прокариот: водородоокисляющие, карбоксидобактерии, нитрифицирующие (в том числе ANNAMOX), железоокисляющие, серуокисляющие прокариоты. Особенности энергетического и пластического обмена, экология и практическое применение.

*Семинар «Факультативные хемолитоавтотрофы» (2 ч).*

Вопросы для обсуждения: Метаногенные и сульфатредуцирующие прокариоты: особенности физиологии, экологии и практическое применение. Путь Вуда-Льюнгадала и другие пути фиксации CO<sub>2</sub> у факультативных хемолитоавтотрофов.

*Семинар «Экосистемы, основанные на хемосинтезе» (2 ч).*

Вопросы для обсуждения: Глубинные местообитания суши и океана: структурно-функциональные особенности экосистем; разнообразие и метаболические группы прокариот. Теория хемолитоавтотрофного общего предка живых организмов Г. Вехтерсхойзера, гипотеза М. Рассела: гидротермальные венты – «колыбель» жизни?

*1. Семинар «Оксигенный и аноксигенный фотосинтез» (2 ч).*

Вопросы для обсуждения: Фотосинтетические пигменты аноксигенных фотосинтезирующих прокариот и цианобактерий. Организация и функционирование фотореакционных центров у оксигенных и аноксигенных фотосинтетиков.

*2. Семинар «Основные группы фотолитоавтотрофных прокариот: энергетический обмен, экология и практическое применение» (2 ч).*

Вопросы для обсуждения: основные группы фототрофных прокариот: пурпурные серные и несерные бактерии, зеленые серные и несерные бактерии, цианобактерии. Фотосинтезирующие археи. Распространение и экология прокариот, осуществляющих аноксигенный и оксигенный фотосинтез.

Самостоятельную работу по дисциплине следует начать с изучения теоретического материала и с письменных ответов на вопросы теоретической части содержания дисциплины, чтобы приступить затем к выполнению письменных практических работ, имея необходимые знания. Теоретический материал студент изучает в соответствии с вопросами для подготовки к экзамену и составляет в отдельной тетради письменный конспект ответа объемом не более 1 страницы на один вопрос (план-конспект). К началу сессии студент выполняет все задания по плану, оформляет их и сдает на проверку. Кроме того, готовит к аудиторной работе с преподавателем список вопросов, которые не удалось разобрать самостоятельно, а также тетрадь с планами-конспектами по теоретическому материалу дисциплины. При подготовке к семинарским занятиям студент должен ответить на вопросы, указанные в темах семинарских занятий, руководствуясь при этом лекционным материалом, литературой, интернет-ресурсами.

В период обучения слушатели имеют возможность пользоваться научными материалами кафедры физиологии растений и биотехнологии Биологического института ТГУ и фондами научной библиотеки ТГУ.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Для проверки знаний студентам предлагается фонд контрольных вопросов для самостоятельной работы. В контрольных вопросах отражается понятийный аппарат изучаемого курса, знание рекомендованной к изучению литературы, документов, знание проблем изучаемой дисциплины и методов поиска их решений.

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

Допуск к зачету по дисциплине происходит после освоения студентом теоретического материала курса, успешной сдачи контрольных работ и представления доклада по индивидуальному заданию.

*Текущий контроль* включает тесты, содержащие вопросы на знание основных понятий и теоретических положений, ситуационные задачи.

Оценка за выполнение заданий в рамках текущего контроля вычисляется по пятибалльной системе.

Зачет включает тест, включающий вопросы на знание теории, анализ и интерпретацию информации, необходимость принятия решения (применения в научной и производственной практике). Тест состоит из 20-ти вопросов, каждый из которых имеет не менее 4х вариантов правильного ответа. Предусмотрены также творческие вопросы, подразумевающие применение умений и навыков, полученных в рамках дисциплины. Если подразумевается более одного правильного варианта, это оговаривается. За каждый правильно выбранный ответ присваивается 2 балла.

Зачет проводится на зачетной неделе по расписанию. Время на выполнение задания – 1 час. Оценка осуществляется следующим образом: менее 20 баллов – не зачтено, более 20 баллов – зачтено.

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

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25702>

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

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов базируется на изучении:

- лекционного материала;
- учебно-методических пособий;
- источников литературы (учебники, монографии, научные журналы);
- интернет-ресурсов.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) Основная литература

- Экология микроорганизмов: учебник для бакалавров: [по специальности 012400 "Микробиология" и другим биологическим специальностям /А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.]; под общ. ред. А. И. Нетрусова – М: Юрайт, 2015 – 266 с.

- Chemolithoautotrophic Bacteria: Biochemistry and Environmental Biology//by Tateo Yamanaka. Yamanaka, Tateo. Tokyo: Springer, 2008.

б) Дополнительная литература

- Discoveries in Photosynthesis /edited by Govindjee, J. Thomas Beatty, Howard Gest, John F. Allen - Dordrecht: Springer, 2005.

- 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.

- Экология микроорганизмов экстремальных водных систем: [учебное пособие для специальностей 020201.65 "Биология и направления", 020200.62 "Биология" /Б. Б. Намсараев, Е. Ю. Абидуева, Е. В. Лаврентьева и др.]; Бурятский гос. ун-т, Ин-т общ. и

экспериментальной биологии СО РАН - Улан-Удэ : Изд-во Бурятского госуниверситета , 2008 – 92 с.

в) ресурсы сети Интернет

- Периодическое издание PLoS Biology <http://biology.plosjournals.org> Электронная версия журнала.

- Национальный центр биотехнологической информации (National Center for Biotechnological Information, NCBI) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>.

- 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 (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 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.

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.

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

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

Панова Инна Андреевна, кафедра физиологии растений биотехнологии и биоинформатики Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета, ассистент.