

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

«21» марта 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Почвенная микробиология**

по направлению подготовки

**06.03.02 Почвоведение**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Генезис и эволюция почв»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.04

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.П. Кулижский

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2022

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – способность для решения профессиональных задач использовать основные закономерности в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии, прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности.

– ОПК-2 – использовать в профессиональной деятельности теоретические и практические основы фундаментальных дисциплин почвоведения.

– ПК-2 – способность решать профессиональные задачи при организации почвенных обследований в рамках почвенной съемки.

– ПК-4 – способность решать научно-исследовательские задачи в области профессиональной деятельности под руководством специалиста более высокой квалификации.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Применяет знания основных общих закономерностей в области математики, физики, химии, наук о Земле, биологии и экологии для решения профессиональных задач.

ИОПК-2.1. Устанавливает причинно-следственные связи в системе: «почва - факторы почвообразования».

ИПК-2.4. Знает и использует классификацию почв, анализирует и оценивает влияние экологических (в т.ч. антропогенных) факторов на свойства почв и закономерности их распространения.

ИПК-4.1. Владеет знаниями основ теории формирования почв и современными методами их исследования; составляет обзор по заданной тематике с использованием отечественных и зарубежных публикаций.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- усвоение базовых представлений о составе и свойствах почвенного микробного сообщества и его роли в процессах почвообразования как наиболее функциональной части живой фазы почвы, представляющей собой один из наиболее важных почвообразующих факторов;

- понимание роли почвенных микроорганизмов в биогеохимических циклах азота, фосфора, углерода, серы и других биогенных элементов;

- получение представлений о морфологии, физиологии, биохимии микроорганизмов, особенностях их роста и культивирования, влияния на них физических и химических факторов среды;

- получение представлений об уровне таксономического и функционального разнообразия почвенных микроорганизмов, знакомство с базовыми принципами классификации микроорганизмов и основными таксономическими группами почвенных микроорганизмов,

- понимание особенностей и разновидностей энергетических и биосинтетических процессов, осуществляемых микроорганизмами, об экологии и геохимической деятельности микроорганизмов.

- понимание роли почвенных микроорганизмов в поддержании плодородия почвы.

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Семестр 4, 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: аналитическая химия, органическая химия, почвоведение, общая экология.

#### **6. Язык реализации**

Русский

#### **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

- лекции: 6 ч.;
- семинарские занятия: 32 ч.
- практические занятия: 0 ч.;
- лабораторные работы: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

##### **Модуль 1. Почвенная микробиология как научная дисциплина**

###### **Тема 1. Предмет и задачи учебной дисциплины**

Предмет и задачи почвенной микробиологии. Почва как оптимальная среда обитания для микроорганизмов. Особенности физических и химических параметров почвы, обеспечивающих максимальный пул почвенных микроорганизмов в биосфере.

###### **Тема 2. История развития почвенной микробиологии**

Работы В.В. Докучаева, С.Н. Виноградского, В.Н. Омелянского, С.П. Костычева, Л. Пастера, Р. Коха и др. отечественных и зарубежных ученых, внесших значительный вклад в становление и развитие почвенной микробиологии как науки. Учение В.И. Вернадского о биосфере и роли микроорганизмов в биогеохимических циклах азота, углерода, серы и других химических элементов. Роль С.Н. Виноградского в открытии хемоавтотрофного типа питания микроорганизмов. Роль Е.Н. Мишустина в установлении почвенно-географических закономерностей в распространении микроорганизмов в почвах разных природных зон и создании эколого-географического направления в почвенной микробиологии. Вклад Н.А. Красильникова в развитие представлений о растительно-микробных симбиотических взаимодействиях, а также микробного антагонизма.

##### **Модуль 2. Состав почвенного микробиоценоза. Основные эколого-трофические группы микроорганизмов в почве**

###### **Тема 1. Состав почвенного микробиоценоза из числа почвенных эукариот**

Почвенные водоросли (наземные, почвенно-наземные, собственно почвенные), их экологические функции и вклад в формирование почвенного плодородия. Почвенные простейшие, основные таксоны, их роль в функционировании почвенного микробиоценоза. Почвенные грибы (микро- и макромицеты), основные эколого-трофические группы почвенных грибов и их роль в формировании почвенного

плодородия. Почвенные вирусы. Строение и размножение вирусов-бактериофагов, а также их роль в регулировании почвенного микробиоценоза.

Тема 2. Почвенные бактерии (прокариоты). Основные эколого-трофические группы бактерий в почве

Почвенные бактерии. Основные эколого-трофические группы почвенных бактерий. Экологические функции почвенных бактерий. Понятие о гетеротрофном, фотоавтотрофном, хемоавтотрофном и миксотрофном типе питания бактерий. Почвенные актиномицеты (актинобактерии), их сходство и отличие от грибов, роль в почвенном микробиоценозе и процессах трансформации органических веществ.

### **Модуль 3. Морфология и физиология почвенных бактерий. Основы систематики бактерий**

Тема 1. Морфология бактерий и основы систематики

Морфология бактерий (кокки, палочки, вибрионы, спириллы, спирохеты, простекобактерии, нитчатые формы). Способы передвижения бактерий. Особенности строения клеточной оболочки грамположительных и грамотрицательных бактерий. Спорообразование (бациллярный и клостридиальные типы). Способы изучения морфологического строения бактерий. Экологические группы бактерий по отношению к параметрам внешней среды. Термофильные, психрофильные, мезофильные формы, факультативные и облигатные аэробы и анаэробы, экстремофильные бактерии. Размножение бактерий. Роль бактериальных плазмид в горизонтальном переносе генов и формировании резистентности бактерий к неблагоприятным биогенным и абиогенным факторам среды. Принципы таксономического деления бактерий.

Тема 2. Основы физиологии микроорганизмов

Общие представления об обмене веществ микроорганизмов. Ферменты, Катаболизм и анаболизм. Разнообразие анаболических процессов; азотное и углеродное питание, автотрофный и гетеротрофный обмен. Олиготрофные и эвтрофные формы бактерий. Пути получения энергии: дыхание, брожение, анаэробное дыхание, неполное окисление.

### **Модуль 4. Роль почвенных микроорганизмов в поддержании циклов основных биогенных элементов в биосфере**

Тема 1. Биогеохимический цикл превращений соединений углерода. Разложение микроорганизмами клетчатки, лигнина, гемицеллюлоз, пектина

Основные этапы циклических превращений углерода: фотосинтез и минерализация органических веществ микроорганизмами. Роль почвенных микроорганизмов в процессах продукции и редукции органических веществ. Общая схема превращения полимеров растительного происхождения в почве. Микробное разложение целлюлозы, гемицеллюлозы, крахмала, пектина и проч. соединений в почве. Аэробный и анаэробный распад клетчатки; возбудители процессов, их характеристика. Лигнин и его разложение почвенными грибами.

Тема 2. Образование и разложение микроорганизмами гумусовых соединений

Роль микроорганизмов в образовании и разрушении гумусовых веществ. Представления С.Н. Виноградского о зимогенной и автохтонной микрофлоре. Почвенные микроорганизмы, разлагающие гумусовые соединения. Микробный синтез меланинов и образование почвенного гумуса.

Тема 3. Микробиологические процессы превращений минеральных и органических соединений азота

Общая схема цикла азота. Азотфиксация, химизм процесса. Экологическая роль процессов азотфиксации. Симбиотические и свободноживущие аэробные и анаэробные азотфиксирующие бактерии (клубеньковые бактерии, особенности их симбиоза с бобовыми растениями; *Azotobacter* и особенности его экологии; ассоциативные диазотрофы – симбионты злаковых культур; азотфиксирующие цианобактерии; азотфиксирующие анаэробные клостридии). Практическое использование азотфиксирующих бактерий для улучшения азотного питания сельскохозяйственных растений (нитрагин, азотобактерин и проч. микробные удобрения). Аммонификация азотсодержащих органических веществ. Химизм процесса. Аэробное и анаэробное превращение белков, нуклеиновых кислот, хитина, мочевины и проч. соединений. Нитрификация. Химизм процесса. Первая и вторая фазы автотрофной нитрификации. Особенности нитрифицирующих бактерий как хемоавтотрофов. Гетеротрофная нитрификация. Нитрифицирующая активность почв различных типов. Денитрификация. Ассимиляционная и диссимиляционная нитратредукция. Химизм процесса. Характеристика микроорганизмов, способных к нитратному дыханию. Значение процессов денитрификации в поддержании устойчивости почвы как биосферного тела. Экономические плюсы и экологические минусы ингибирования сопряженных процессов нитрификации и денитрификации агротехническими приемами.

Тема 4. Биогеохимический цикл превращений фосфора, серы и железа.

Суть проблемы фосфорного питания растений. Два пути мобилизации фосфорсодержащих соединений в почве: неспецифическая и специфическая фосфатмобилизация по Муромцеву. Роль бактерий и почвенных грибов в минерализации фосфорорганических соединений. Понятие об эктотрофных и эндотрофных микоризах. Роль почвенных микориз в повышении резистентности растений к неблагоприятным факторам среды и улучшении питания. Практическое применение фосфатмобилизирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве для улучшения фосфорного питания растений. Фосфобактерин, ризоагрин, мизорин и др. микробные удобрения. Общая схема цикла серы. Микроорганизмы, участвующие в круговороте серы. Участие микроорганизмов почвы в превращениях соединений железа. Железобактерии. Окисление и восстановление железа.

### **Темы и краткое содержание лабораторных занятий.**

Тема 1. Техника безопасности. Устройство микробиологической лаборатории. Стерилизация и дезинфекция материалов

Техника безопасности при работе с микроорганизмами. Приемы микробиологической техники. Правила обращения со спиртовкой. Устройство микробиологической лаборатории. Классификация методов стерилизации. Автоклавирование. Виды холодной стерилизации. Стерилизация фильтрованием. Бактерицидное действие радиации, рентгеновских лучей, ультразвука, ультрафиолетовых лучей, инфракрасного излучения. Дезинфекция (жидкостная и газовая). Подготовка и стерилизация чашек Петри, пипеток, шпателей, бактериологических петель.

Тема 2. Принципы подготовки питательных сред для посева и культивирования микроорганизмов

Пищевые потребности микроорганизмов. Классификация питательных сред по происхождению. Натуральные, синтетические и полусинтетические питательные среды. Жидкие, твердые и полутвердые среды. Классификация питательных сред по селективности. Приготовление питательной среды заданного состава. Приготовление питательной среды заданного состава из концентрированных растворов солей. Расчеты. Правила стерилизации сред разного состава. Разогревание плотных сред. Разливка сред в

чашки Петри и пробирки для приготовления «косого агара». Подсушивание поверхности сред.

### Тема 3. Техника микробиологического посева на твердые и жидкие среды

Посев микроорганизмов на плотные среды. Принципы отбора почвенных проб и пробоподготовки. Приготовление исходной почвенной взвеси и серии рабочих разведений. Техника посева из почвы по методу Коха. Техника посева на жидкие среды по методу предельных разведений. Посев микроорганизмов и воды, воздуха и с пальцев рук.

### Тема 5. Количественный анализ посевов. Морфология колоний

Принципы количественного анализа посевов микроорганизмов. Техника подсчета колоний. Определение численности микроорганизмов. Микроскопирование колоний для описания морфологии колоний.

### Тема 6. Качественный анализ посевов

Принципы качественного анализа посевов микроорганизмов. Определение микроорганизмов до рода по морфологии колоний и клеток. Выявление и учет численности представителей родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Mycobacterium*, *Actinomyces* и грибов.

### Тема 7. Приготовление фиксированных препаратов, окраска по Граму

Подбор колоний микроорганизмов для приготовления мазков. Приготовление мазков из колоний микроорганизмов. Подсушивание мазков и фиксация. Окрашивание мазков по методу Грама.

### Тема 8. Морфология клеток микроорганизмов

Световой микроскоп и правила работы и ним при микроскопии микробов. Особенности микроскопии фиксированных препаратов микроорганизмов. Правила работы с иммерсионным объективом. Сферические, палочковидные, извитые и др. формы бактерий. Спорообразование. Микроскопирование актиномицетов и грибов. Методика приготовления препаратов «отпечатков».

### Тема 9. Методы прямого учета микроорганизмов в камере Горяева-Тома.

Приготовление серии рабочих разведений анализируемого образца для микроскопирования. Строение камеры Горяева-Тома. Принципы работы с камерой. Методы пересчета результатов микроскопирования.

### Тема 10. Методы анализа целлюлозолитической активности почвы

Посев на плотные элективные среды с наложением обеззоленного фильтра в качестве источника целлюлозы для аэробных деструкторов целлюлозы. Особенности посева. Правила культивирования и учета численности выросших колоний. Посев на жидкие элективные среды для анаэробных деструкторов целлюлозы в пробирки с полосками фильтровальной бумаги. Правила культивирования и учета результатов. Аппликационные методы анализа целлюлозолитической активности почвы с использованием полос хлопчатобумажной ткани.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, устного опроса, решения ситуационных задач, деловых игр по темам, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Зачет в четвертом семестре** проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Вклад в развитие почвенной микробиологии советских и российских ученых
2. Роль бактерий в функционировании почвенного биоценоза
3. Основные отличия в строении клеток прокариот и эукариот
4. Основные формы бактериальных клеток
5. Основные типы жгутикования бактерий и обусловленные этим особенности передвижения
6. Спорообразующие бактерии и их классификация по типу формирования и расположению споры
7. Микробиологическая азотфиксация, химизм процесса и его роль в поддержании биосферных функций почвы
8. Роль сопряженных процессов нитрификации–денитрификации в поддержании экологической стабильности почвы
9. Два типа мобилизации соединений фосфора в почве (по Муромцеву)
10. Основные типы брожения органических соединений, поддерживаемые почвенными микроорганизмами

Примеры тестовых заданий:

1. В процессах азотфиксации молекулярный азот  $N_2$  трансформируется в...  
(выбрать правильные варианты ответа)
  - а) нитрат
  - б) аммоний
  - в) пировиноградную кислоту
  - г) газообразные оксиды азота
  - д) мочевины
2. Единственным процессом в цикле азота, идущим с образованием окисленных продуктов реакций, является....  
(выбрать правильные варианты ответа)
  - а) азотфиксация
  - б) нитрификация
  - в) денитрификация
  - г) аммонификация
3. Процесс аммонификации это ...  
(выбрать правильные варианты ответа)
  - а) синтез азотсодержащих органических соединений, осуществляемый большинством почвенных микроорганизмов;
  - б) окисление органических соединений, осуществляемое почвенными грибами;
  - в) процесс дезаминирования органических азотсодержащих соединений, идущий с образованием аммония;
  - г) процесс иммобилизации (поглощения) аммония почвенными бактериями.
4. Неспецифическая фосфатмобилизация  
(выбрать правильные варианты ответа)

- а) осуществляется строго определенной в видовом отношении почвенной микрофлорой;
- б) предполагает продуцирование ферментов фосфатаз;
- в) сопровождается внеклеточным выделением бактериями органических и минеральных кислот;
- г) выражается в растворении органических соединений фосфора в почве.

#### 5. Эктомикоризы...

*(выбрать правильные варианты ответа)*

- а) чаще всего образуют симбиоз с травянистыми растениями;
- б) основную часть мицелия формируют в виде разветвленной паутины, оплетающей корень сверху (сеть Гартига), полностью заменяя собою корневые волоски растений;
- в) способствуют сильному ветвлению корня;
- г) основную часть мицелия формируют внутри корня, оставляя снаружи редкие гифы, выполняющие роль дополнительных корневых волосков для растений.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено» и «не зачтено». Критериями оценки результатов изучения курса на зачете являются следующие показатели.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, показавшему полное знание программного материала, усвоившему основную литературу, рекомендованную программой, способному к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшего обучения и профессиональной деятельности.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, показавшему пробелы в знании программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=17539>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План семинарских занятий по дисциплине.
- г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

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

а) основная литература:

1. Омелянский, В.Л. Краткий курс общей и почвенной микробиологии / В.Л. Омелянский. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 173 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-11338-9. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/495727>.

2. Емцев, В.Т. Микробиология: учебник для вузов / В.Т. Емцев, Е.Н. Мишустин. — 8-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 428 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06081-2. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488886>

3. Терещенко Н.Н., Акимова Е.Е., Минаева О.М. Современные методы оценки микробиологических свойств и экологического статуса почвы. Учебно-методическое пособие (практикум). Томск: Издательский Дом ТГУ, 2017. 154 с.

б) дополнительная литература:



1. Нетрусов, А.И. Экология микроорганизмов: учебник для бакалавров / А.И. Нетрусов; ответственный редактор А.И. Нетрусов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 267 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-2734-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/508952>

2. Биология почв: учебное пособие для вузов / Ю.В. Корягин, Н. В. Корягина, А.Н. Арефьев, Е.Г. Куликова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 415 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14174-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/497395>

в) ресурсы сети Интернет:

1. Энциклопедия по микробиологии <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0130:article>  
[www.infanata.com/science/1146114619-o](http://www.infanata.com/science/1146114619-o)
2. Мир энциклопедий. Микробиология. <http://www.encyclopedia.ru/cat/books/group/1481/>
3. Микроорганизмы и их сообщества — курс Елизаветы Бонч-Осмоловской <https://www.youtube.com/watch?v=iDpczfxK2G8>
4. Окраска бактерий по Граму <https://www.youtube.com/watch?v=PvNkAPSAB1I>
5. Техники посева микроорганизмов на питательные среды <https://www.youtube.com/watch?v=jGOphnjTmoA>
6. Почему микрофлора почвы так важна для растений <https://www.youtube.com/watch?v=T-SgfvtSpkQ>
7. Лекция по микробиологии микробиология: предмет, задачи, Систематика, номенклатура, классификация <https://www.youtube.com/watch?v=pmdYYqSEixU>
8. Питательные среды в микробиологии <https://www.youtube.com/watch?v=fHnRGIPPUtw>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакетпрограмм. Включаетприложения: 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 (GoogleDocs, 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 платформаЮрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБСИРbooks – <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.

Лаборатории, оборудованные автоклавом, ламинарным боксом биологической безопасности, сушильными шкафами, термостатами, холодильником, микроскопами, бинокулярными лупами и проч. оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ по почвенной микробиологии.

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

Терещенко Наталья Николаевна, доктор биологических наук, доцент, кафедра экологии, природопользования и экологической инженерии, профессор.