

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 биотехнология и инженерия**

по направлению подготовки

**05.04.06 Экология и природопользование**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Экология и управление природопользованием**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2024**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
А.М. Адам

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности

ПК-1 Способен проводить научно-исследовательские работы в области экологии, природопользования и охраны окружающей среды

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-3.1 Использует традиционные и современные методы экологических исследований в зависимости от решаемых задач в области экологии и природопользования.

ИОПК-3.2 Обосновывает выбор методических приёмов и технологических решений при разработке научно-исследовательских и прикладных задач в профессиональной деятельности, опираясь на анализ достижений науки и производства.

ИПК-1.3 Применяет специальные методы в научно-исследовательской и практической профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты исследований с помощью современных цифровых методов

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- получение студентами теоретических знаний о достижениях современной экологической биотехнологии и практических навыков использования биотехнологических процессов для охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- ознакомление студентов с основными объектами экологической биотехнологии, и способами культивирования микро- и макроорганизмов;
- ознакомление студентов с методами биоремедиации техногенно нарушенных экосистем, методами очистки природных сред (почвы, воды и воздуха), а также с методами биотехнологической переработки и рационального использования отходов.
- сформировать в систематизированной форме представления об основных закономерностях функционирования природных экосистем, путях миграции антропогенных загрязнений в окружающей среде и биотрансформации органических ксенобиотиков и природных полимеров.

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

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

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

Семестр 3, экзамен.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования. Обучающиеся должны иметь общие знания в области микробиологии и микробиологических исследованиях, биотехнологических процессах и направлениях, биологических агентах, являющихся основой производства, основах промышленной биотехнологии, используемом оборудовании и средствах контроля производства.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: химия неорганическая и аналитическая, химия органическая, математическая статистика, приборы и оборудование в биотехнологии, микробиология.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

– лекции: 4 ч.;

– практические занятия: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Понятие и задачи экологической биотехнологии. Типы загрязнений окружающей среды

Понятие и задачи экологической биотехнологии. Преимущества применения биотехнологических методов для охраны окружающей среды. Основные направления применения экологической биотехнологии. Типы загрязнения окружающей среды. Природные и антропогенные источники загрязнений. Понятие о предельно допустимой концентрации (ПДК) отдельных веществ. Виды ПДК для атмосферного воздуха, водоемов и почв.

Тема 2. Особенности загрязнения экосистем химическими веществами

Загрязнение окружающей среды веществами природного и промышленного происхождения. Примеры наиболее распространенных, особо токсичных, биоразлагаемых и трудноразлагаемых загрязняющих веществ. Методы определения биоразлагаемости веществ. Получение и перспективы использования биоразлагаемых полимеров.

Тема 3. Биоремедиация почв

Источники загрязнения почв. Разложение микроорганизмами нефти и нефтепродуктов, пестицидов. Типы микробной трансформации веществ. Влияние условий окружающей среды. Использование биопрепаратов. Технологии биоремедиации. Фиторемедиация. Основные факторы, влияющие на выбор способа ремедиации почв.

Тема 4. Аэробная очистка сточных вод

Классификация сточных вод. Эпидемическая опасность сточных вод. Влияние поступления сточных вод на состояние водоемов. Характеристика процессов аэробной очистки сточных вод. Типы очистных сооружений для аэробной очистки: поля орошения и фильтрации, биологические пруды, биофильтры, аэротенки. Основные группы микроорганизмов активного ила и их роль в процессах очистки сточных вод.

Тема 5. Анаэробная очистка сточных вод

Основные стадии разложения органических веществ в анаэробных условиях и группы микроорганизмов, их осуществляющие. Образование биогаза. Малые установки для локальных очистных сооружений. Устройство метантенка. Сравнительные преимущества и недостатки процессов аэробной и анаэробной очистки сточных вод. Способы утилизации активного ила.

Тема 6. Биотехнологии в энергетике

Биоэнергетика как наука об альтернативных источниках энергии на основе биомассы. Экологические преимущества биотоплива. Виды биотоплива и источники его получения: биодизель, биоэтанол, биогаз. Получение биоэтанола из различных субстратов. Получение биогаза как процесс ликвидации органических отходов. Пути использования биогаза. Биологическое получение водорода.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, бланков опросов перед каждым занятием, учета активности студентов на занятиях, выполнению практических и реферативных работ, проработки списка дополнительных вопросов по темам дисциплины, докладов в устной форме с презентацией, решению задач, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Экзамен в третьем семестре** проводится в виде устного опроса по билетам по всему пройденному материалу. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов: 2 теоретических и 1 задача. Продолжительность экзамена 60 мин.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Цели и задачи, предмет экологической биотехнологии.
2. Исторические этапы развития экологической биотехнологии.
3. Объекты экологической биотехнологии, требования к их применению.
4. Преимущества использования микроорганизмов в биотехнологических процессах.
5. Культивирование клеток высших растений. Каллусные и суспензионные культуры, методы их получения и область применения.
6. Протопласты растительных клеток, их получение, культивирование, применение.
7. Клональное микроразмножение растений.
8. Культивирование клеток животных.
9. Применение культивируемых клеток животных.
10. Практические задачи биотехнологии в области энергетики.
11. Практические задачи биотехнологии в области медицины.
12. Практические задачи биотехнологии в области сельского хозяйства.
13. Практические задачи биотехнологии в области пищевой промышленности.
14. Стадии биотехнологического производства.
15. Получение продуктивных штаммов микроорганизмов для использования в биотехнологии.

Примеры задач:

1. Для определения кинетики размножения популяции бактерий *Pseudomonas fluorescense* изучали рост и размножение клеток данных бактерий при различных концентрациях лимитирующего субстрата – глицерина. Клетки выращивали в оптимальных условиях и через каждые полчаса измеряли оптическую плотность культуры (данные представлены в таблице). Задание: на основе представленных экспериментальных данных определите кинетические параметры размножения клеток.

2. Задание: пересчитайте количество реактивов питательной среды Чапека с 1 л на 400 мл. Для чего применяется данная питательная среда, и какие особенности ее приготовления?

3. После заполнения камеры Горяева–Тома суспензией конидий *Trichoderma harzianum* (д.в. биопрепарата «Глиокладин»), разведенной в 10 раз и подсчета клеток в 10-ти больших квадратах, получены следующие результаты (данные представлены в таблице). Задание: рассчитайте титр исходной суспензии конидий гриба. Вопрос: для чего используется данный биопрепарат?

Темы для реферативных работ и презентаций

1. Важнейшие направления современной биотехнологии.
2. Применение достижений биотехнологии в различных отраслях народного хозяйства.
3. Генетическая инженерия.
4. Применение иммобилизованных ферментов.
5. Применение культивируемых клеток и тканей растений.
6. Применение культивируемых клеток и тканей животных.
7. Влияние научно-технического прогресса на загрязнение окружающей среды.
8. Проблемы загрязнения окружающей среды в РФ.
9. Пути загрязнения почв. Технологии биоремедиации.
10. Биологическая очистка сточных вод.
11. Биологическая очистка воздуха.
12. Биотехнологии в энергетике.
13. Получение и перспективы использования биоразлагаемых полимеров.
14. Производство бактериальных удобрений.
15. Производство микробных средств защиты растений.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критериями оценки результатов изучения курса при экзамене являются следующие показатели.

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему всестороннее и глубокое изучение программного материала, умение свободно выполнять задания по программе, усвоившему основную литературу, рекомендованную программой, и знакомому с дополнительной литературой, проявившему творческие способности в понимании, изложении и применении учебно-программного материала, хорошее выполнение лабораторных и практических работ, хорошее написание отчета по лабораторной работе.

Оценка «хорошо» 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, хорошее выполнение лабораторных и практических работ.

Оценка «удовлетворительно» выставляется слушателю, показавшему знание программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомому с основной литературой по программе, но допустившему погрешности в ответе на экзамене, обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, выполнение лабораторных и практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, показавшему пробелы в знании программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не выполнившего лабораторные и практические работы.

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

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25698>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План практических занятий по дисциплине.
- г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Келль, Л. С. Экологическая биотехнология: учебное пособие для вузов / Л. С. Келль. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-8933-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/221165>

– Хозиев, А. М. Методическое пособие по дисциплине «Экологическая биотехнология»: учебно-методическое пособие / А. М. Хозиев, А. Г. Петрукович. — Владикавказ: Горский ГАУ, 2021. — 144 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/214865>

б) дополнительная литература:

– Бычкова, О. В. Экологическая биотехнология: учебное пособие / О. В. Бычкова. — Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2021 — Часть 1: Биологическая очистка сточных вод — 2021. — 100 с. — ISBN 978-5-4377-0137-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175261>

– Де, В. А. Экологическая безопасность производств лесопромышленного комплекса: учебное пособие / В. А. Де. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-9239-1134-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/128904>

– Научные журналы: Биотехнология, Микробиология, Прикладная биохимия и микробиология.

в) ресурсы сети Интернет:

– <http://www.scholar.ru> – Поиск научных публикаций

– <http://www.elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Москва, ООО "Электронная научная библиотека", 2000–2016. –

– <http://www.sciam.ru/rubric/biotechnology.shtml> – Ежемесячный научно-информационный журнал «В мире науки». Биотехнологии

– Экологические биотехнологии <https://ashgabat.in/2021/03/07/ekologicheskaya-biotehnologiya/>

– <http://www.biorosinfo.ru> – Общество биотехнологов России

– <http://www.cbio.ru> – Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология»

## 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 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.

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

Терещенко Наталья Николаевна, докт. биол. наук, профессор кафедры экологии, природопользования и экологической инженерии БИ ТГУ.