

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 » *апреля* 20 *22* г.

Рабочая программа дисциплины

**Биоиндикация и биотестирование**

по направлению подготовки

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Биоремедиация и мониторинг»**


Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.17

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
 Ю.А. Франк

Председатель УМК  
 А.Л. Борисенко

Томск – 2022

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ИОПК-4.1; ИОПК-7.1; ИПК-1.2; ИПК-3.4; ИПК-2.1; ИПК-2.2
- ОПК-4– способность участвовать в проведении экологической экспертизы территорий и акваторий, а также технологических производств с использованием биологических методов оценки экологической и биологической безопасности;
- ОПК-7– способность в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи;
- ПК-1 – способность обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы
- ПК-2 – способность проводить основные этапы полевых и лабораторных исследований в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы
- ПК-3 - осуществлять разработку, реализацию и контроль биотехнологических и природоохранных проектов.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-4.1. Понимает теоретические и методологические основы биологических методов оценки экологической и биологической безопасности;

ИОПК-7.1 Подбирает и анализирует информацию в профессиональной сфере деятельности, применяет принципы оценки достоверности научной информации;

ИПК-1.2. Осуществляет поиск, анализ и обобщение научной и научно-технической информации при решении конкретных исследовательских задач;

ИПК-2.1 Осуществляет подбор и модификацию методик исследования в соответствии с поставленными задачами и на основе знаний принципов полевых и лабораторных исследований.

ИПК-2.2 Получает научно значимые результаты при использовании полевых и лабораторных методов исследования биологических объектов, в том числе применяя современную аппаратуру и оборудование;

ИПК-3.4 . Проектирует очистку воды и почвы с использованием метаболического потенциала живых организмов.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

1. Дать информацию об основных видах и направлениях биоиндикационных исследований, используемых в фундаментальной и прикладной экологии.

2. Раскрыть сущность основных принципов, правил, понятий и терминов, используемых в биологической индикации и биотестирования, с указанием возможностей, условий и ограничений, а также преимуществ и недостатков конкретных методических направлений.

3. Очертить возможности, направления, масштабы и перспективы применения различных методов биоиндикации для мониторинга состояния окружающей среды, экологического нормирования и контроля ее качества.

4. Отработать навыки выбора и использования различных методов биологической индикации для решения конкретных практических научно-исследовательских природоохранных задач, в частности для оценки степени трансформации природных экосистем, в биологическом мониторинге состояния и контроле качества окружающей среды.

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

Дисциплина входит в обязательную часть образовательной программы магистратуры.

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

Семестр 3, зачет.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции по следующим дисциплинам бакалавриата – общая экология, учение о биосфере, неорганическая химия, органическая химия и предшествующей дисциплины в рамках программы магистратуры Б1.О.10 Система и методы экологического контроля.

### **6. Язык реализации**

Русский

### **7. Объем дисциплины (модуля)**

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

- лекции: 8 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 44,45 ч.

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

Тема 1. Оценка качества окружающей среды биологическими методами: основные критерии и подходы.

Биодиагностика. Биоиндикация специфическая и неспецифическая, прямая и косвенная, первичная и вторичная, пассивная и активная, чувствительная и аккумулятивная; уровни биоиндикации: биохимический, генетический, морфологический, физиологический, поведенческий, популяционный, ценотический; биомониторы и биотесты. Биодиагностические методы при экотоксикологической оценке состояния окружающей среды.

Тема 2. Биомаркирование.

Краткое содержание темы: Определение понятия «биомаркер». Общие требования (критерии), предъявляемые к кандидатам в биомаркеры. Особенности полевого использования биомаркеров в экотоксикологии. Классификация биомаркеров. Частные примеры биомаркеров.

Тема 3. Биотестирование.

Краткое содержание темы: Биотестирование как метод научного исследования. Термины и определения. История развития биотестирования. Области применения методов биотестирования и требования, предъявляемые к методикам. Основные группы тест-организмов, применяемые для целей биотестирования. Контактные методы биотестирования. Специализированные методы биотестирования. «Приборные» методы биотестирования.

Тема 4. Биоиндикация.

Понятие о биоиндикаторах. Требования, предъявляемые к биоиндикаторам. Биоиндикация загрязнения атмосферы. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем. Биоиндикация загрязнения водных экосистем.

Тема 5. Биоиндикация и биотестирование качества водной среды.

Альгоиндикация и фитоиндикация загрязнений водоемов; беспозвоночные животные как индикаторы сапробности и токсобности водной среды: индекс сапробности Пантле-Букка, биотический индекс Вудивисса, олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея, хирономидный индекс Балушкиной; индексы видового разнообразия, перифитонный индекс, соотношение продуцентов и консументов-редуцентов; рыбы как индикаторы антропогенной трансформации водоемов: морфофизиологические индексы внутренних органов, показатели флуктуирующей асимметрии, фенотипической и морфологической абберации, соотношение литофильных и фитофильных видов; микроорганизмы, водоросли, простейшие, ракообразные и рыбы как лабораторные тест-объекты качества водной среды.

Тема 6. Биоиндикация и биотестирование качества почвенной среды

Альгоиндикация загрязнений почв: соотношения таксономических и экологических групп водорослей; фитоиндикация состояния почвенной среды: соотношения ацидо- и базифилов, нитрофилов и нитрофобов, кальциефилов и кальциефобов, галофилов и галофобов, олиготрофов, мезотрофов и эутрофов, стержнекорневых, кистекорневых и дерновинных видов; гемеробность ландшафта, доля неофитов, терофитов и ксерофитов, система Яласа-Зукоппа; почвенная мезофауна и наземная энтомофауна как индикаторы техногенного загрязнения и механической нагрузки на почвенный покров; олигохеты и ногохвостки как тест-объекты качества почвенной среды.

Тема 7. Биоиндикация и биотестирование качества воздушной среды

Лихеноиндикация и бриоиндикация техногенного загрязнения атмосферы: изучение проективного покрытия, видового разнообразия и аккумулирующей способности лишайников и мхов, индекс полеотолерантности, активное лишено- и бриотестирование; фитоиндикация загрязнений воздуха оксидами серы и азота, фтористым и хлористым водородом, фотохимическими окислителями, твердыми взвешиваемыми: некротические пятна, краевые, полосчатые и межжилковые некрозы и хлорозы листьев, эффект «елочки», дефолиация и сомкнутость крон; растения-индикаторы, пылеуловители и газоуловители.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу и выполнения домашних заданий на платформе «Moodle», и фиксируется в виде балльно-рейтинговой системы и в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

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

Зачет в третьем семестре проводится на платформе «Moodle» на основании результатов текущего контроля, который составляет 40% рейтинга (максимум 35 баллов) и итогового теста, на который приходится около 60% рейтинга (максимум 50 баллов). Таким образом, максимальная сумма баллов составляет 85.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

«Зачтено» ставится при совокупном количестве баллов 50 и выше. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал по итогам текущего контроля и выполнения итогового теста менее 50 баллов в совокупности.

Итоговый тест содержит 25 вопросов и заданий. Продолжительность выполнения 1 час.

Примеры вопросов и заданий:

1. Лишайники не растут в крупных городах потому, что там:
  - а) загрязнён воздух;
  - б) недостаточная влажность;
  - в) нет водорослей
  - г) нет грибов.
2. Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера используется для оценки
  - а) обилия организмов;
  - б) степени выравненности видов в сообществе;
  - в) степени информативности живой системы;
  - г) проективного покрытия растений.
3. Равномерность распределения видов по их обилию в сообществе – это:
  - а) видовая насыщенность;
  - б) плотность;
  - в) выравненность;
  - г) проективное покрытие видов.
4. Наиболее информативными индикаторами хронического загрязнения водной среды являются:
  - а) планктонные ракообразные;
  - б) бентосоядные рыбы;
  - в) фитофильная фауна;
  - г) донные беспозвоночные.
5. Бентосом называют совокупность организмов, обитающих:
  - а) в толще водоема;
  - б) в береговой зоне;
  - в) на дне водоема;
  - г) на морском острове.
6. При исчезновении малочисленных видов вследствие природных катастроф и/или антропогенных воздействий природное сообщество, как правило:
  - а) сохраняет разнообразие биотических связей;
  - б) повышает устойчивость за счёт замены исчезнувших видов;
  - в) поддерживает устойчивость на прежнем уровне;
  - г) постепенно утрачивает прочность биотических связей.
7. В биологическом мониторинге качества природных вод индикаторным организмом служит:
  - а) личинка веснянки;
  - б) личинка жука-короеда;
  - в) личинка капустной белянки;
  - г) личинка майского жука.
8. Индикатором почвы с высоким содержанием минеральных соединений азота служит:
  - а) Крапива двудомная;
  - б) Сныть обыкновенная;
  - в) Цикорий обыкновенный;
  - г) Иван-чай узколистый;
9. Укажите растения-индикаторы кислых почв в лесной зоне
  - а) кошачья лапка
  - б) кислица
  - в) копытень европейский
  - г) хвоц лесной
  - д) тростник обыкновенный.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Комплексная оценка биоэкологических и химических систем: учебное пособие / Г. М. Чуйко, И. И. Томилина, Н. В. Холмогорова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль: ЯрГУ, 2018. — 140 с.

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, которые размещены на платформе «Moodle».

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Биологический контроль окружающей среды : биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др. — М. : Академия, 2007. — 288 с.

– Каплин, В. Г. Биоиндикация состояния экосистем / В. Г. Каплин. — Самара : СамГСХА., 2001. — 143 с.

– Комплексная оценка биоэкологических и химических систем: учебное пособие / Г. М. Чуйко, И. И. Томилина, Н. В. Холмогорова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. — Ярославль: ЯрГУ, 2018. — 140 с.

б) дополнительная литература:

Флеров, Б. А. Эколого-физиологические аспекты токсикологии пресноводных животных / Б. А. Флеров. — Л. : Наука, 1989. — 144 с.

Черкашин, С. А. Биотестирование : терминология, задачи, основные требования и применение в рыбохозяйственной токсикологии / С. А. Черкашин // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. — 2001. — Т. 128. — С. 1020–1035.

Гиляров, М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров. — М. : Наука, 1965. — 278 с.

Здоровье среды : методика оценки / В. М. Захаров, А. С. Баранов, В. И. Борисов и др. — М. : Центр экологической политики России, 2000. — 318 с.

Лукиянова, О. Н. Молекулярные биомаркеры / О. Н. Лукиянова. — Владивосток : Изд-во ДВГАЭУ, 2001. — 196 с.

Мэннинг У.Дж., Федер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 144 с.

Никаноров А.М., Жулидов А.В. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 312 с.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. В 2-х т. М.: Наука, 2005. Т.1. 281 с. Т.2. 337 с.

Экологический мониторинг: Учебно-метод. пособие / Под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, 2005. 416 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы;

– – Электронный ресурс <http://biodat.ru>.

Г) периодические издания

1. «Экология»

2. «Экология урбанизированных территорий»

3. «Экология и промышленность России»

4. «Сибирский экологический журнал»

5. «Биосфера»

## 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/>

в) профессиональные базы данных:

- База данных по таксономии живых организмов – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi> ;
- База данных нуклеотидных последовательностей – <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>.

#### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, с доступом к сети Интернет.  
 Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, с доступом к сети Интернет.

#### 15. Информация о разработчиках

Холмогорова Надежда Владимировна, канд. биол. наук, кафедра ихтиологии и гидробиологии БИ ГТУ, доцент.