

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра физиологии растений и экологии почв**

**Авторы-составители: Шестаков Игорь Евгеньевич**

Рабочая программа дисциплины

**БИОТЕСТИРОВАНИЕ И БИОИНДИКАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Код УМК 82968

Утверждено  
Протокол №9  
от «16» апреля 2019 г.

Пермь, 2019

## **1. Наименование дисциплины**

Биотестирование и биоиндикация окружающей среды

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.06** Экология и природопользование (ПБ)  
направленность Экология

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Биотестирование и биоиндикация окружающей среды** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.06** Экология и природопользование (ПБ) (направленность : Экология)

**ОПК.3** знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

**ПК.3** владеть методами полевых экологических исследований

**ПК.4** владеть методами экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.06 Экология и природопользование (ПБ) (направленность: Экология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	14
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Биотестирование и биоиндикация окружающей среды**

#### **Биотестирование и биоиндикация. Общие понятия и термины.**

Введение. Цели и задачи экологического мониторинга. Методы оценки экологического состояния окружающей среды. Биологические методы: активный и пассивный мониторинг. Понятие о биоиндикации и биотестировании. Развитие биотестирования в 20 веке. Термины и понятия: устойчивость биосистемы, эустресс и дистресс, норма реакции организмов, адаптационные возможности биосистем. Специфическая и неспецифическая реакция организмов – индикаторов. Чувствительные и кумулятивные биоиндикаторы. Аккумулятивная биоиндикация. Биоиндикация на разных уровнях организации живой материи: организменном, популяционном, биогеоценотическом. Требования к биоиндикаторам. Тест-объект, тест-реакция, тест-параметр, критерий токсичности, концентрация средняя летальная и т.д.

#### **Общие принципы и особенности использования биоиндикаторов**

Особенности использования растений в качестве биоиндикаторов. Морфологические реакции чувствительных фитоиндикаторов. Растения-аккумуляторы и их ответные реакции. Индикация по флористическим, физиологическим и анатомо-морфологическим признакам. Фитоценотические признаки: структура сообществ, обилие вида, ярусность, мозаичность, степень сомкнутости и т.д. Аномалии роста и развития растений. Деформации растений: махровость, пролиферация, нитевидность, редукция, филлодий тычинок и т.д. Почвенно-альгологическая диагностика. Растительные индикаторы почвенно-геохимических условий. Фитоиндикаторы грунтовых вод, вечной мерзлоты. Индикаторы типов почв. Индикаторы эдафических факторов. Биоиндикация рекреационной нагрузки на почвы. Особенности использования грибов в качестве биоиндикаторов. Использование грибов при оценке загрязнения почв тяжелыми металлами и радионуклидами. Чувствительность микромицетов и макромицетов.

Методы биотестирования с использованием беспозвоночных и позвоночных животных.

Биоиндикационная чувствительность органов и физиологических систем животных.

Животные-индикаторы загрязнения воздуха, почвы, береговых и водных экосистем. Отклонения в поведении животных как индикационный признак. Нарушения в онтогенезе животных.

Особенности использования микроорганизмов в качестве биоиндикаторов. Показатели структуры, количества и функциональной активности микроорганизмов: биохимические и микробиологические методы. Почвенные аппликационные методы оценки активности отдельных групп микроорганизмов.

Методы активности дыхания, азотфиксации. Простейшие как тест-объект биоиндикации.

#### **Области применения биоиндикаторов**

Комплексная система экологического мониторинга атмосферы, гидросферы, педосферы. Биоиндикация в целях охраны природы. Задачи и приемы биотестирования окружающей среды. Основные подходы биотестирования: морфологический, физиологический, биохимический, генетический, иммунологический. Биологические индексы и коэффициенты, используемые при индикационных исследованиях.

#### **Биотестирование**

Правила выбора тест-объекта. Требования к тест-объекту. Растительные тест-объекты. Беспозвоночные как тест-объекты. Микроорганизмы как тест-объекты. Контролируемые параметры.

Анатомо-морфологические реакции на антропогенные стрессоры у животных. Действие антропогенных стрессоров на биоритмы. Влияние антропогенных стрессоров на поведение животных. Практическая востребованность биотестирования.

#### **Применение методов биотестирования и биоиндикации в целях оценки экологического**

### **состояния антропогенно измененных экосистем**

Биоиндикация и биотестирование компонентов урбоэкосистемы. Биоиндикация и биотестирование агроценозов. Инсектициды, гербициды, фунгициды. Сельскохозяйственные мероприятия и их влияние на биоту. Биоиндикация в лесном хозяйстве. Действие промышленных и транспортных выбросов на живые организмы. Биоиндикация антропогенных воздействий на ландшафт. Биоиндикация в целях охраны природы.

### **Итоговое контрольное мероприятие**

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Биоиндикация и биомониторинг:[Сб. ст.]/АН СССР. Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова, Нац. ком. биологов Сов. Союза].-М.:Наука,1991, ISBN 5-02-005419-4.-289.- Библиогр. в конце ст.
2. Каракеян, В. И. Экологический мониторинг : учебник для академического бакалавриата / В. И. Каракеян, Е. А. Севрюкова ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 397 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02491-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/433790>
3. Почвенная и растительная диагностика : учебное пособие / М. С. Сигида, О. Ю. Лобанкова, А. Н. Есаулко [и др.]. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. — 128 с. — ISBN 978-5-9596-1379-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/76048.html>

### Дополнительная:

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем/[Вайнерт Э., Вальтер Р., Ветцель Т. и др.].- М.:Мир,1988, ISBN 5-03-000016-X.-348.-Библиогр.: с. 304-339. - Указ. предм., латин. назв.: с. 340-346. - Перевод изд.: Bioindikation in terrestrischen Okosystemen (Jena, 1985)
2. Экологический мониторинг:учебно-методический пособие для преподавателей, студентов, учащихся/Т. Я. Ашихмина [и др.] ; ред. Т. Я. Ашихмина.-3-е изд., испр. и доп..-Москва:Академический Проект,2006, ISBN 5-902844-14-2.-416.-Библиогр.: с. 334-339
3. Биоиндикация в городах и природных зонах:Сб.науч.тр/РАН.-М.:Наука,1993, ISBN 5-02-005455-0.-123.-Библиогр.в конце ст



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://cyberleninka.ru/> НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА «КИБЕРЛЕНИНКА  
eLIBRARY.RU Научная электронная библиотека

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Биотестирование и биоиндикация окружающей среды** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);  
доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)  
доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1) офисный пакет приложений (текстовый процессор, программа для подготовки электронных презентаций);

Дисциплина не предусматривает использование специализированного программного обеспечения

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивают доступ к локальной и глобальной сетям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Биотестирование и биоиндикация окружающей среды**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.3**

**знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ОПК.3</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Знать теоретические основы и проблемы биоиндикации и биотестирования.	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает теоретические основы и проблемы биоиндикации и биотестирования</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Фрагментарно знает теоретические основы и проблемы биоиндикации и биотестирования</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>В целом знает, но имеет отдельные пробелы в знании теоретических основ и проблем биоиндикации и биотестирования.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Знает теоретические основы и проблемы биоиндикации и биотестирования</p>

**ПК.3**

**владеть методами полевых экологических исследований**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<b>ПК.3</b> владеть методами полевых экологических исследований	Владеть навыками использования биодиагностики в области прикладной экологии и экологического мониторинга.	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не владеет методами биодиагностики и биотестирования в области прикладной экологии и экологического мониторинга.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Фрагментарно владеет методами биодиагностики и биотестирования в области прикладной экологии и экологического мониторинга.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>В целом владеет методами, но допускает отдельные ошибки в биодиагностике и биотестировании в области прикладной экологии и экологического мониторинга.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Владеет методами биодиагностики и биотестирования в области прикладной экологии и экологического мониторинга.</p>

## ПК.4

**владеть методами экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.4</b> владеть методами экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду</p>	<p>ЗНАТЬ теоретические основы и проблемы биоиндикации и биотестирования. УМЕТЬ использовать растения, животных, грибы и микроорганизмы для оценки окружающей среды.</p>	<p><b>Неудовлетворител</b> Не владеет методами биотестирования и биоиндикации в целях оценки экологического состояния антропогенно измененных экосистем</p> <p><b>Удовлетворительн</b> Фрагментарно владеет методами биотестирования и биоиндикации в целях оценки экологического состояния антропогенно измененных экосистем</p> <p><b>Хорошо</b> В целом владеет методами, но допускает отдельные ошибки в биотестировании и биоиндикации в целях оценки экологического состояния антропогенно измененных экосистем</p> <p><b>Отлично</b> Владеет методами биотестирования и биоиндикации в целях оценки экологического состояния антропогенно измененных экосистем</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.3</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области <b>ПК.4</b> владеть методами экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду	Общие принципы и особенности использования биоиндикаторов <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Общие принципы и проблемы использования биоиндикаторов
<b>ОПК.3</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области <b>ПК.4</b> владеть методами экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду	Применение методов биотестирования и биоиндикации в целях оценки экологического состояния антропогенно измененных экосистем <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Применение живых организмов в целях биотестирования и биоиндикации

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.3</b> знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p><b>ПК.3</b> владеть методами полевых экологических исследований</p> <p><b>ПК.4</b> владеть методами экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, оценки воздействия на окружающую среду</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Владение навыками использования методов биодиагностики в области прикладной экологии и экологического мониторинга</p>

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Общие принципы и особенности использования биоиндикаторов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
При выполнении теста более 81 % правильных ответов	30
При выполнении теста 61-80 % правильных ответов	21
При выполнении теста 41-60 % правильных ответов	13

#### **Применение методов биотестирования и биоиндикации в целях оценки экологического состояния антропогенно измененных экосистем**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
<p>Ознакомление с конкретным методом биомониторинга. Названы области применения метода, требуемые материалы и оборудование. Раскрыта суть метода, названы основные этапы проведения биомониторинга. Подробно расписаны все этапы проведения мониторинга, особенности применения материалов и оборудования. В дополнение приведены плюсы и минусы метода, его аналоги, оценки. Продемонстрировано глубокое знание и понимание метода.</p>	30

Ознакомление с конкретным методом биомониторинга. Названы области применения метода, требуемые материалы и оборудование. Раскрыта суть метода, названы основные этапы проведения биомониторинга. В дополнение подробно расписаны все этапы проведения мониторинга, особенности применения материалов и оборудования.	21
Ознакомление с конкретным методом биомониторинга. Названы области применения метода, требуемые материалы и оборудование. В дополнение раскрыта суть метода, названы основные этапы проведения биомониторинга.	13

### **Итоговое контрольное мероприятие**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Выбор конкретного метода биомониторинга для ведения контроля за состоянием окружающей среды. Названы области применения метода, требуемые материалы и оборудование. Раскрыта суть метода, названы основные этапы проведения биомониторинга. Подробно расписаны все этапы проведения мониторинга, особенности применения материалов и оборудования. Приведены плюсы и минусы метода, его аналоги, оценки. Продемонстрировано глубокое знание и понимание метода.	40
Выбор конкретного метода биомониторинга для ведения контроля за состоянием окружающей среды. Названы области применения метода, требуемые материалы и оборудование. Раскрыта суть метода, названы основные этапы проведения биомониторинга. Подробно расписаны все этапы проведения мониторинга, особенности применения материалов и оборудования.	30
Выбор конкретного метода биомониторинга для ведения контроля за состоянием окружающей среды. Названы области применения метода, требуемые материалы и оборудование. Раскрыта суть метода, названы основные этапы проведения биомониторинга.	20