



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВПО «ИГУ»  
Кафедра зоологии позвоночных и экологии

Декан биолого-почвенного факультета  
А.Н. Матвеев



**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины Б1.В.ДВ.07.01 «**Биотестирование и биоиндикация**»

Направление подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование»

Тип образовательной программы: прикладной бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки: «Экологическая экспертиза»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК  
биолого-почвенного факультета

Протокол № 4 от «15» апреля 2019 г.

Председатель \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой зоологии  
позвоночных и экологии:

Протокол № 7  
От «26» марта 2019 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А. Н. Матвеев

Иркутск 2019 г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины .....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины .....	3
4. Объем дисциплины и виды учебной работы .....	3
5. Содержание дисциплины .....	4
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины .....	4
5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами .....	6
5.3 Разделы и темы дисциплин и виды занятий .....	6
6. Перечень лабораторных работ .....	7
6.1. План самостоятельной работы студентов.....	9
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	14
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) .....	14
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	15
а) основная литература .....	15
б) дополнительная литература .....	15
в) программное обеспечение .....	16
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	16
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	16
10. Образовательные технологии .....	16
11. Оценочные средства (ОС) .....	16
11.1. Оценочные средства для входного контроля.....	16
11.2. Оценочные средства текущего контроля.....	16
11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.....	18

### 1. Цели и задачи дисциплины:

**Цель;** ознакомление студентов как с традиционными методами и областями применения биоиндикаторов, так и с более современными, основанными на новейших достижениях экологии и токсикологии. Особое внимание уделяется биоиндикации в узком смысле, как оценке изменений окружающей среды, вызванных антропогенными воздействиями.

#### Задачи курса:

- Рассмотреть основы токсикологии как теоретической базы биоиндикации состояния окружающей среды.
- Подробно рассмотреть особенности биоиндикации на разных уровнях организации живой материи.
- Ознакомиться с новейшими разработками в области биоиндикации и перспективными методами биотестирования.

#### 1. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Предмет относится к вариативной части блока Б1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по профилю «Экологическая экспертиза», изучается в 8 семестре. Содержание курса базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин: «Химия», «Зоология беспозвоночных», «Экология», «Ботаника» и может служить для выполнения ВКР по соответствующей тематике.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование компетенции:

ПК-8: владением знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологического менеджмента и аудита, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, основы техногенных систем и экологического риска.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** процессы самоочищения природных вод и участие в них живых организмов,

**Уметь:** научить по флористическому и фаунистическому составу, а также по количеству и качественному составу микробионтов оценивать состояние качества воды.

**Владеть:** информацией о различных методах биотестирования с применением беспозвоночных животных.

### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов /зачётных единиц	Семестры			
		8	-	-	-
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	33/0,91	33/0,91	-	-	-
<b>Из них объем занятий с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий</b>	7/0,19	7/0,19	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	16/0,44	16/0,44	-	-	

Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-	-
Семинары (С)	-	-	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	16/0,44	16/0,44	-	-	-
КСР	1/0,02	1/0,02	-	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>75/2,08</b>	<b>75/2,08</b>	-	-	-
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	-	-	-	-	-
Реферат	75/2,08	75/2,08	-	-	-
Доклад с презентацией	-	-	-	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	-	-	-	-	-
Письменные работы	-	-	-	-	-
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет			
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>33/0,91</b>	<b>33/0,91</b>	-	-	-
Общая трудоемкость	часы	108	108	-	-
	зачетные единицы	3	3	-	-

## 5. Содержание дисциплины (модуля)

### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля). Все разделы и темы нумеруются.

#### 1. Общие основы биотестирования.

Недостаточность физико-химических методов для оценки среды. Применение организмов, реагирующих на загрязнение среды обитания изменением визуальных признаков. Биотестирование и решаемые с его помощью задачи.

#### 2. Методы биотестирования.

Подготовка проб воды к биотестированию. Приготовление разбавлений исследуемых вод для биотестирования. Приготовление водной вытяжки из твердых сред. Методы биотестирования атмосферного воздуха. Методы биотестирования и биоиндикации в контроле загрязнения водной среды. Методы биотестирования почв. Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей среды методами биотестирования.

#### 3. Общие основы биоиндикации.

Понятие биоиндикации в широком и узком смысле. История биоиндикации. Биоиндикаторы. Особенности растений, животных, микроорганизмов как индикаторов. Экологические основы биоиндикации. Виды и типы биоиндикации. Методы биоиндикации: активный и пассивный мониторинг. Антропогенные факторы,

вызывающие у организмов стресс. Закономерности биоиндикации на различных уровнях организации живой материи. Типы чувствительности биоиндикаторов.

#### **4. Стандарты сравнения при биологической индикации.**

Абсолютные и относительные стандарты сравнения при биологической индикации.

Абсолютные стандарты: системы свободные от воздействия поллютантов; системы с искусственным исключением действия антропогенных факторов; системы слабо или вовсе не подверженные действию антропогенных факторов; градиенты изменения функций объекта, вплоть до пренебрежимо малого времени воздействия.

Относительные стандарты сравнения: корреляции с пространственно-временными изменениями антропогенных факторов среды; выявлении эталонных объектов, испытывающих незначительное или изначально известное антропогенное воздействие.

#### **5. Требования к биоиндикаторам.**

Адекватные тест-системы и фитотесты, реагирующие на комплекс загрязнителей и пригодные для выявления мутагенного потенциала встречающихся в атмосфере поллютантов. Общие требования к растениям биоиндикаторам.

Требования к биоиндикаторам воздушной среды, агроценозов, урбанизированных зон, придорожных территорий, водных экосистем.

#### **6. Биоиндикация и охрана окружающей среды.**

Биоиндикация и контроль состояния окружающей среды. Биоиндикация загрязнения воздуха, почвы, береговых и околородных экосистем.

#### **7. Биоиндикация на разных уровнях организации живой природы.**

Закономерности биоиндикации на разных уровнях организации живой природы. Особенности биоиндикации на уровне биохимических и физиологических реакций. Применение биологических процессов и биохимических параметров как индикаторов (обмен веществ, состав и активность ферментов, энергетический баланс, пигменты, фотосинтез, биомембраны, фитогормоны, химический состав клетки, биоэлектрическая активность ЦНС).

Особенности биоиндикации на организменном уровне. Использование в качестве индикаторов анатомо-морфологических структур растений, животных, изменений биоритмов животных и растений. Биоиндикация по поведенческим признакам.

Особенности биоиндикации на популяционном уровне. Влияние антропогенных стрессоров на динамику и распространение растительных популяций. Формы применения популяций животных для биоиндикации. Применение микробиологических параметров как индикаторов загрязнения почв. Вирусы как потенциальные биоиндикаторы.

Особенности биоиндикации на уровне биоценозов. Параметры структуры фито- и зооценозов (доминирование, видовое разнообразие, ритм продуктивности), как индикаторы антропогенного влияния.

Ландшафтная индикация. Особенности биоиндикации на ландшафтном уровне. Применение шкалы гемеробности (Blume, Sukopp) для оценки состояния наземных ландшафтов и шкалы сапробности для оценки состояния водоемов. Определение степени достоверности индикатора. Эколого-генетические ряды биоценозов и циклические комплексы как индикаторы процессов.

#### **8. Биотесты на бактериях.**

Тестирование остатков пестицидов в почве и воде с помощью стандартного микробиотеста. Метод индикаторных штаммов (или "почвенной закладки") в санитарно-эпидемиологических исследованиях для определения "токсикога" почвы. Метод прямого определения патогенных микроорганизмов в почве и воде.

### 9. Биоиндикация с использованием водорослей.

Классический тест-объект на загрязнители *Chlorella vulgaris*. Метод “бумажных дисков”. Метод замедленной флюоресценции. Визуальные методы биологического тестирования с использованием зеленых и диатомовых водорослей. Методы количественной регистрации воздействия загрязнителей (плазмолиз). Система тестов, фиксирующих изменение каких-либо функций организма (циклолиз). Тест учета биологического разнообразия водорослей на единицу площади.

### 10. Биоиндикация с использованием мхов и лишеноиндикация.

Метод индукции флюоресценции хлорофилла (*Mnium hotnum* L.). Основные причины, обуславливающие малую устойчивость лишайников и их группировок к атмосферному загрязнению. Методы лишеноиндикации. Шкала реакции лишайников на поллютанты. Картирование территории с использованием лишеноиндикации.

### 11. Биоиндикация с использованием высших растений.

Методы биотестирования с использованием голосеменных и цветковых растений. Растения индикаторы на гербициды, пестициды, загрязнение воздуха, почвы, береговых и около водных экосистем. Растения индикаторы сырых, временно пересыхающих, сухих, очень кислых почв. Биотесты на засоление, содержание азота, подкисление почв.

### 12. Области применения биоиндикации.

Традиционные области применения. Агроиндикация: педоиндикация, галоиндикация, гидроиндикация. Литоиндикация и индикация полезных ископаемых. Геокриологическая индикация. Индикация процессов и предсказание стихийных бедствий. Прогноз погоды. Ландшафтное планирование и обустройство. Контроль состояния окружающей среды. Биоиндикация загрязнений воздуха, почв, водоемов. Биоиндикация в целях охраны природы. Комплексная система экологического мониторинга атмосферы, гидросферы, педосферы, включая обнаружение негативных изменений, их диагностику на самой ранней стадии антропогенного воздействия. Сохранение биоразнообразия экосистем, позволяющее обеспечить существование как можно большего числа организмов, в особенности редких видов биоты, высокочувствительных к загрязнению. Применение биоиндикаторов для оценки устойчивости экосистем урбанизированных и придорожных территорий, агроценозов.

## 5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Экологическая экспертиза и проектирование	+			+								+
2.	Выполнение ВКР	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

## 5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ.	Семи	Лаб.	СРС	Всего

				зан.	н	зан.		
1.	Тема 1. Общие основы биотестирования	Тема 1. Общие основы биотестирования	1	-	-	1	4	6
2.	Тема 2. Методы биотестирования	Тема 2. Методы биотестирования	2	-	-	2	8	12
3	Тема 3. Общие основы биоиндикации	Тема 3. Общие основы биоиндикации	1	-	-	1	6	8
4	Тема 4. Стандарты сравнения при биологической индикации	Тема 4. Стандарты сравнения при биологической индикации	1	-	-	1	6	8
5	Тема 5. Требования к биоиндикаторам	Тема 5. Требования к биоиндикаторам	1	-	-	1	6	8
6	Тема 6. Биоиндикация и охрана окружающей среды	Тема 6. Биоиндикация и охрана окружающей среды	1	-	-	1	8	8
7	Тема 7. Биоиндикация на разных уровнях организации живой природы	Тема 7. Биоиндикация на разных уровнях организации живой природы	3	-	-	2	6	11
8	Тема 8. Биотесты на бактериях	Тема 8. Биотесты на бактериях	1	-	-	2	7	10
9	Тема 9. Биоиндикация с использованием водорослей	Тема 9. Биоиндикация с использованием водорослей	1	-	-	2	6	9
10	Тема 10. Биоиндикация с использованием мхов и Лихеноиндикация	Тема 10. Биоиндикация с использованием мхов и Лихеноиндикация	1	-	-	1	6	8
11	Тема 11. Биоиндикация с использованием высших растений	Тема 11. Биоиндикация с использованием высших растений	1	-	-	1	6	8
12	Тема 12. Области применения биоиндикации	Тема 12. Области применения биоиндикации	2	-	-	1	6	9

## 6. Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1-2	Обнаружение присутствия нефтепродуктов в растворах с помощью дафний	1	Задание	ПК-8
2.	9	Биотестирование водной среды по изменению скорости движения протоплазмы водных растений или харовых водорослей	1	Задание	ПК-8
3.	9	Метод биотестирования по определению живых и мертвых клеток водорослей и водных растений с помощью люминесцентной микроскопии	1	Задание	ПК-8
4.	2, 7, 12	Методы биотестирования воды с использованием простейших	1	Задание	ПК-8
5.	7	Влияние токсичных веществ на целостность биологической мембраны	1	Задание	ПК-8
6.	11	Оценка токсичности по прорастанию семян редиса и по увеличению длины проростков	1	Задание	ПК-8
7.	12	Изучение накопления нефтепродуктов байкальскими веслоногими ракообразными методом люминесцентной микроскопии	1	Задание	ПК-8
8.	8	Метод биотестирования воды по гашению люминесценции светящихся бактерий	1	Задание	ПК-8
9.	7	Реакции избегания-привлечения у водных животных: инфузорий, трубочников, дафний, рыб	1	Задание	ПК-8
10.	4, 5	Сходство и видовые различия реакций на токсиканты	1	Задание	ПК-8
11.	4	Зависимость эффекта от дозы, времени воздействия	1	Задание	ПК-8
12.	12	Оценка загрязнения почвы тяжелыми металлами	1	Задание	ПК-8
13.	11	Морфологические и анатомические признаки растений как показатели качества среды	1	Задание	ПК-8
14.	1-5, 11	Изучение изменений концентрации пигментов фотосинтеза у растений при различных воздействиях	1	Задание	ПК-8
15.	1-5, 11	Приготовление вытяжек из листьев	1	Задание	ПК-8



		проростков и черенков, подвергшихся действию различных токсикантов			
16.	3-5	Изучение поведенческих реакций дрозофилы, инфузорий и дафний после кратковременного и длительного действия токсикантов	1	Задание	ПК-8

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
	Тема 1. Общие основы биотестирования	Реферат, конспект	Изучить основные принципы биотестирования, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с. Биологический контроль окружающей среды. Генетический мониторинг: учеб. пособие / ред.: С. А. Гераськин, Е. И. Сарапульцева. // М.: Академия, 2010. - 207 с. (1 экз.)	4
	Тема 2. Методы биотестирования	Реферат, конспект	Изучить многообразие методов и тест-объектов биотестирования, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с.	8
	Тема 3. Общие основы биоиндикации	Реферат, конспект	Рассмотреть основные принципы биоиндикации, подготовить реферат по	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация	6

			выбранной теме	и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с. Туровцев В. Д. Биоиндикация: учеб. пособие / В. Д. Туровцев, В. С. Краснов // Тверской гос. ун-т. - Тверь: Изд-во ТвГУ, 2005. - 175 с.	
	Тема 4. Стандарты сравнения при биологической индикации	Реферат, конспект	Изучить основные стандарты сравнения, используемые при биологической индикации, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с.	6
	Тема 5. Требования к биоиндикаторам	Реферат, конспект	Рассмотреть, какие требования предъявляются к организмам, используемым в качестве биоиндикаторов, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с. Туровцев В. Д. Биоиндикация: учеб. пособие / В. Д. Туровцев, В. С. Краснов // Тверской гос. ун-т. - Тверь: Изд-во ТвГУ, 2005. - 175 с.	6
	Тема 6. Биоиндикация и охрана окружающей	Реферат, конспект	Изучить принципы и примеры использования биотестирования и биоиндикации в охране	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация	8

	среды		окружающей среды, подготовить реферат по выбранной теме	и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с. Ашихмина Т. Я. Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина // Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН, 2011. - 386 с. (1 экз.)	
	Тема 7. Биоиндикация на разных уровнях организации живой природы	Реферат, конспект	Изучить многообразие методов биоиндикации, подготовить реферат по выбранной теме	Туровцев В. Д. Биоиндикация: учеб. пособие / В. Д. Туровцев, В. С. Краснов // Тверской гос. ун-т. - Тверь: Изд-во ТвГУ, 2005. - 175 с. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с.	6
	Тема 8. Биотесты на бактериях	Реферат, конспект	Рассмотреть существующие методы биоиндикации и биотестирования, основанные на бактериях, принципы выбора бактерий в качестве тест-объектов, основные тест-функции бактерий, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с.	7

				Стом Д. И. Бактериальная люминесценция и биотестирование / Д. И. Стом, Т. А. Гиль, А. Э. Балаян // Иркутск: Изд-во ИГУ, 1993. - 152 с. (12 экз.)	
	Тема 9. Биоиндикация с использованием водорослей	Реферат, конспект	Рассмотреть существующие методы биоиндикации и биотестирования, основанные на водорослях, принципы выбора водорослей в качестве тест-объектов, их основные тест-функции, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с.	6
	Тема 10. Биоиндикация с использованием мхов и лишеноиндикация	Реферат, конспект	Изучить методы биоиндикации и биотестирования, основанные на использовании мхов, их тест-функции, принципы выбора мхов в качестве тест-объектов, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с.	6
	Тема 11. Биоиндикация с использованием высших растений	Реферат, конспект	Рассмотреть существующие методы биоиндикации и биотестирования, основанные на высших растениях, принципы выбора растений в качестве тест-объектов, основные тест-функции растений, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с.	6
	Тема 12. Области применения биоиндикации	Реферат, конспект	Рассмотреть области применения биоиндикации, подготовить реферат по выбранной теме	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П.	6

				<p>Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с.</p> <p>Ашихмина Т. Я. Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина // Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН, 2011. - 386 с. (1 экз.)</p>
--	--	--	--	--

### План проведения самостоятельной работы

№ темы по учебной программе	Вопросы для самостоятельного изучения	Количество часов
Тема 1. Общие основы биотестирования	Тест-реакции, используемые в биотестировании природных и сточных вод. Оценка токсичности воды методами биотестирования как интегральная.	4
Тема 2. Методы биотестирования	Методы биотестирования Беспозвоночные – тест-объекты и биоиндикаторы в биомониторинге. <i>Daphnia magna</i> – как объект биотестирования Действие токсических веществ на физиолого-биохимические процессы у водных беспозвоночных.	8
Тема 3. Общие основы биоиндикации	Понятие об индикаторных и представительных тест-объектах. Биологический мониторинг на Байкале. Состояние вод р. Ангары и ангарских водохранилищ.	6
Тема 4. Стандарты сравнения при биологической индикации	Биохимические тест-системы и перспективы их использования для нормирования загрязнения окружающей среды. Генетические тест-системы для оценки мутагенности и канцерогенности компонентов среды.	6
Тема 5. Требования к биоиндикаторам	Механизмы адаптации живых организмов к токсическим веществам. Экологические группы гидробионтов в оценке состояния водных экосистем. Требования, предъявляемые к	6

	биоиндикаторам.	
Тема 6. Биоиндикация и охрана окружающей среды	Биотестирование и биоиндикация в загрязнениях водоемов. Совершенствование системы оценки сапробности водоемов. Биоиндикация состояния городской среды. Биоиндикация радиоактивного загрязнения территорий.	8
Тема 7. Биоиндикация на разных уровнях организации живой природы	Закономерности биоиндикации на различных уровнях организации живой материи.	6
Тема 8. Биотесты на бактериях	Ферментативная активность микроорганизмов как тест-реакция Ростовые функции микроорганизмов и их применение в биотестировании. Использование прокариот в биотестировании	7
Тема 9. Биоиндикация с использованием водорослей	Водоросли и макрофиты как объекты для биотестирования. Фито- и лишеноиндикация загрязнения атмосферного воздуха.	6
Тема 10. Биоиндикация с использованием мхов и лишеноиндикация	Лишеноиндикация. Использование лишайников в экологическом мониторинге. Бриоиндикация.	6
Тема 11. Биоиндикация с использованием высших растений	Растения – индикаторы загрязнения природной среды. Воздействие антропогенных стрессоров на морфологическую структуру растений.	6
Тема 12. Области применения биоиндикации	Биоиндикация загрязнения придорожной территории. Биоиндикация в сельском и лесном хозяйстве. Биоиндикация состояния водных объектов. Биомониторинг качества городской среды.	6

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Биотестирование и биоиндикация» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к лабораторному занятию.
- Подготовка рефератов.
- Подготовка к зачету.

**7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии): не предусмотрены учебным планом.**

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

### а) основная литература:

1. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование: Учеб. пособие для студ. вузов / О. П. Мелехова [и др.] ; ред.: О. П. Мелехова, Е. И. Егорова. – М.: Академия, 2007. - 288 с. (9 экз.)

### б) дополнительная литература:

1. Биологический контроль окружающей среды. Генетический мониторинг: учеб. пособие / ред.: С. А. Гераськин, Е. И. Сарapultцева. // М.: Академия, 2010. - 207 с. (1 экз.)
2. Ашихмина Т. Я. Биологический мониторинг природно-техногенных систем / Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина // Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН, 2011. - 386 с. (1 экз.)
3. Туровцев В. Д. Биоиндикация: учеб. пособие / В. Д. Туровцев, В. С. Краснов // Тверской гос. ун-т. - Тверь: Изд-во ТвГУ, 2005. - 175 с. (1 экз.)
4. Стом Д. И. Бактериальная люминесценция и биотестирование / Д. И. Стом, Т. А. Гиль, А. Э. Балаян // Иркутск: Изд-во ИГУ, 1993. - 152 с. (12 экз.)

### в) программное обеспечение

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Издательство «Лань», адрес доступа <http://e.lanbook.com/>.
2. ЦКБ «Бибком», адрес доступа <http://rucont.ru/>
3. ООО «Айбукс», адрес доступа <http://ibooks.ru>
4. ООО «РУНЭБ», адрес доступа <http://elibrary.ru/>
5. ФГБУ «РГБ», адрес доступа <http://diss.rsl.ru>
6. Поисковая система по научной литературе: [scholar.google.ru](http://scholar.google.ru)
7. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru)
8. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
9. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в

открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

- Аудитория для проведения занятий практического типа  
Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 20 посадочных мест; оборудована *техническими средствами обучения*, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Биотестирование и биоиндикация»: проектор Epson EB-X05, экран Digis; *учебно-наглядными пособиями*, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Биотестирование и биоиндикация» в количестве 6 шт., презентации по каждой теме программы.

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы

Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой;

оборудована техническими средствами обучения:

Системный блок Pentium G850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок Pentium D 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.;

Моноблок IRU T2105P – 2 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ G955 – 1 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.;

Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot.

С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Аудитория оборудована:

специализированной мебелью на 11 посадочных мест; Шкаф для документов - 3 шт.;

Сейф – 1 шт.; Шкаф-купе - 2 шт.; Принтер цв. Canon LBR-5050 Laser Printer; Принтер Canon LBP-3010; Ноутбук Lenovo G580 - 1 шт.

### **10. Образовательные технологии:**

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской



деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа*. Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума также проверяются рефераты, другие письменные работы студентов, проводится заслушивание докладов.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п. 6.2).

- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении данной дисциплины используются следующие технологии:

- кейсовая технология – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);

- интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

## 11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами): **не предусмотрены.**

### 11.2. Оценочные средства текущего контроля

В рамках дисциплины используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- коллоквиум;
- реферат;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине,
- тематика и материалы заданий,
- тематика и вопросы к коллоквиумам,
- перечень тем рефератов/докладов,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы для зачета

- критерии оценки знаний студентов.

#### *Темы лабораторных занятий*

1. Обнаружение присутствия нефтепродуктов в растворах с помощью дафний
2. Биотестирование водной среды по изменению скорости движения протоплазмы водных растений или харовых водорослей
3. Метод биотестирования по определению живых и мертвых клеток водорослей и водных растений с помощью люминесцентной микроскопии
4. Методы биотестирования воды с использованием простейших
5. Влияние токсичных веществ на целостность биологической мембраны
6. Оценка токсичности по прорастаню семян редиса и по увеличению длины проростков
7. Изучение накопления нефтепродуктов байкальскими веслоногими ракообразными методом люминесцентной микроскопии
8. Метод биотестирования воды по гашению люминесценции светящихся бактерий
9. Реакции избегания-привлечения у водных животных: инфузорий, трубочников, дафний, рыб.
10. Сходство и видовые различия реакций на токсиканты.
11. Зависимость эффекта от дозы, времени воздействия.
12. Оценка загрязнения почвы тяжелыми металлами.
13. Морфологические и анатомические признаки растений как показатели качества среды.
14. Изучение изменений концентрации пигментов фотосинтеза у растений при различных воздействиях.
15. Приготовление вытяжек из листьев проростков и черенков, подвергшихся действию различных токсикантов.
16. Изучение поведенческих реакций дрозофилы, инфузорий и дафний после кратковременного и длительного действия токсикантов.

#### *Перечень тематик рефератов*

1. Тест-реакции, используемые в биотестировании природных и сточных вод.
2. Оценка токсичности воды методами биотестирования как интегральная.
3. Методы биотестирования
4. Беспозвоночные – тест-объекты и биоиндикаторы в биомониторинге.
5. *Daphnia magna* – как объект биотестирования
6. Действие токсических веществ на физиолого-биохимические процессы у водных беспозвоночных.
7. Понятие об индикаторных и представительных тест-объектах.
8. Биологический мониторинг на Байкале.
9. Состояние вод р. Ангары и ангарских водохранилищ.
10. Биохимические тест-системы и перспективы их использования для нормирования загрязнения окружающей среды.
11. Генетические тест-системы для оценки мутагенности и канцерогенности компонентов среды.
12. Механизмы адаптации живых организмов к токсическим веществам.
13. Экологические группы гидробионтов в оценке состояния водных экосистем.
14. Требования, предъявляемые к биоиндикаторам.
15. Биотестирование и биоиндикация в загрязнениях водоемов.
16. Совершенствование системы оценки сапробности водоемов.
17. Биоиндикация состояния городской среды.

18. Биоиндикация радиоактивного загрязнения территорий.
19. Закономерности биоиндикации на различных уровнях организации живой материи.
20. Ферментативная активность микроорганизмов как тест-реакция
21. Ростовые функции микроорганизмов и их применение в биотестировании.
22. Использование прокариот в биотестировании
23. Водоросли и макрофиты как объекты для биотестирования.
24. Фито- и лишеноиндикация загрязнения атмосферного воздуха.
25. Лишеноиндикация.
26. Использование лишайников в экологическом мониторинге.
27. Бриоиндикация.
28. Растения – индикаторы загрязнения природной среды.
29. Воздействие антропогенных стрессоров на морфологическую структуру растений.
30. Биоиндикация загрязнения придорожной территории.
31. Биоиндикация в сельском и лесном хозяйстве.
32. Биоиндикация состояния водных объектов.
33. Биомониторинг качества городской среды.

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Итоговый контроль – зачет в форме собеседования, при оценке ответа учитывается подготовленный студентом доклад (реферат) по избранной теме.

#### *Примерный список вопросов к зачету*

1. Ограничения физико-химических методов оценки качества среды.
2. Отличие методов биоиндикации от методов биотестирования.
3. Понятие биоиндикации в широком и узком смысле.
4. Виды биоиндикации.
5. Понятие биоиндикаторов. Виды биоиндикаторов.
6. Эколого-физиологические основы биоиндикации.
7. Биотестирование: основные понятия и практическое применение.
8. Методы биоиндикации. Активный и пассивный мониторинг.
9. Понятия токсиканта и токсического эффекта, их относительность.
10. Понятие токсиканта, его относительность. Критерии токсичности.
11. Проблема нормы в биологии и ее решение.
12. Регламентация загрязняющих веществ. ПДК, их виды, способ определения.
13. Зависимость эффекта от дозы, времени воздействия. Парадоксальные эффекты.
14. Соотношение понятий “доза” и “концентрация”. Виды доз (концентраций).
15. Биоаккумуляция токсикантов и биогеохимическая индикация.
16. Общие закономерности биоиндикации на разных уровнях организации материи.
17. Особенности биоиндикации на уровне биохимических и физиологических реакций.
18. Биоиндикация на биохимическом уровне. Ферменты как биоиндикаторы.
19. Биоиндикация на биохимическом уровне. Пигменты, фитогормоны, химический состав клетки, состояние биомембран как индикаторы стресса у растений.
20. Биоиндикация на физиологическом уровне. Обмен веществ и биохимические индикаторы стресса у животных.
21. Биоиндикация на физиологическом уровне. Энергетический баланс и интенсивность фотосинтеза как индикаторы стресса у растений.
22. Особенности биоиндикации на организменном уровне. Анатомо-морфологическая структура растений как индикатор качества среды.
23. Анатомо-морфологические признаки животных как индикаторы качества среды.
24. Изменение биоритмов как индикаторный признак.
25. Биоиндикация по поведенческим признакам.
26. Общие закономерности поведенческих реакций на загрязнение среды.

27. Биоиндикация на популяционном уровне. Показатели растительных популяций как индикаторы качества среды.
28. Формы применения популяций животных для биоиндикации.
29. Микробиологические параметры как индикаторы качества среды.
30. Вирусы как потенциальные биоиндикаторы.
31. Особенности биоиндикации на уровне биоценоза.
32. Особенности ландшафтной индикации. Методы выявления ландшафтных индикаторов.
33. Оценка достоверности и значимости ландшафтного индикатора.
34. Антропогенный ландшафт и оценка степени гомогенности.
35. Индикация степени сапробности водоемов.
36. Педоиндикация и галоиндикация.
37. Биоиндикация разных элементов гидросферы.
38. Литоиндикация и индикация полезных ископаемых.
39. Индикация климата.
40. Индикация процессов (засоления, заболачивания, опустынивания и т.д.)
41. Индикация стадий животных и древних поселений человека.
42. Биоиндикация загрязнений воздуха и почв.
43. Биоиндикация токсического и эвтрофного загрязнения водоемов.
44. Биоиндикация радиоактивного загрязнения.
45. Современные области применения биоиндикации. Использование индикаторов в очистных сооружениях.
46. Биоиндикация – определение, основные задачи. Преимущества биоиндикации.
47. Экологические основы биоиндикации.
48. Основные принципы применения биоиндикации.
49. Закономерности биоиндикации на различных уровнях организации живой материи.
50. Типы чувствительности биоиндикаторов.
51. Стандарты равнения при биоиндикации.
52. Требования к биоиндикаторам.
53. Требования к биоиндикаторам агроценоза.
54. Особенности биоиндикации агроценоза.
55. Сферы применения биоиндикации.
56. Биоиндикация для оценки устойчивости экосистем урбанизированных территорий.
57. Биоиндикация для оценки устойчивости экосистем придорожных территорий.
58. Биоиндикация и охрана окружающей среды.
59. Биотесты на бактериях.
60. Биоиндикация с использованием водорослей.
61. Биоиндикация с использованием мхов.
62. Лихеноиндикация.
63. Биоиндикация в сельском хозяйстве.
64. Биоиндикация в лесном хозяйстве.
65. Биоиндикация и геология
66. Сравнительные исследования с помощью биоиндикационных параметров.

**Разработчики:**

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)

профессор кафедры зоологии позвоночных и экологии Д. И. Стом