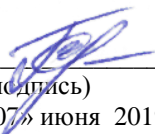




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
Гальшева Ю.А.  
(подпись)  
«07» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующая кафедрой экологии

  
Гальшева Ю.А.  
(подпись)  
«07» июня 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Биоиндикация и биотестирование  
Направление подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
Профиль «Экология и природопользование»  
Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5  
лекции 17 час.  
практические занятия 34 час.  
лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_\_\_ / пр. \_\_\_\_\_ / лаб. 21 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 51 час.  
в том числе с использованием МАО 21 час.  
самостоятельная работа 57 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
контрольные работы (количество) \_\_\_\_\_  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет \_\_\_\_\_ семестр  
экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Образовательного стандарта, самостоятельно установленного ДВФУ, утвержденного приказом ректора ДВФУ № 12-13-2030 от 21.10.2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ ЭКОЛОГИИ  
протокол № 16 от « 07 » \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2019 г.

Заведующий (ая) кафедрой Гальшева Ю.А.  
Составитель (ли): доцент Е.В. Журавель.

**Владивосток  
2019**

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий (ая) кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий (ая) кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель:** познакомить студентов с теоретическими основами использования реакций живых организмов для оценки качества или изменения среды их обитания.

### Задачи:

- изучить преимущества и недостатки биоиндикации и биотестирования по сравнению с другими методами оценки среды;
- выяснить требования, предъявляемые к организмам-индикаторам и тест-организмам;
- изучить основные направления и методы биоиндикации состояния атмосферного воздуха, природных вод, почв;
- научиться выявлять и объяснять причины различных реакций организмов-индикаторов и тест-организмов;
- оценивать пригодность местных видов животных и растений для использования в биологическом контроле качества среды.

Результаты освоения (формирование компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-8</b> – владение знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности	Знает	теоретические основы биоиндикации и биотестирования как базы биологического мониторинга
	Умеет	выбирать организмы-индикаторы и тест-организмы для экологических исследований
	Владеет	навыками использовать теоретические знания на практике
<b>ПК-2</b> -- владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной	Знает	основные методы биологической оценки водной, воздушной, почвенной сред.
	Умеет	обрабатывать, систематизировать и анализировать результаты биоиндикации и биотестирования
	Владеет	методиками биологического контроля состояния окружающей среды

<p>экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия</p>		
<p><b>ПК-12</b> – способность проводить мероприятия и мониторинг по защите окружающей среды от вредных воздействий, осуществлять производственный экологический контроль</p>	Знает	основы биологического мониторинга
	Умеет	организовать и провести биологическую оценку состояния среды, проанализировать результаты исследования
	Владеет	навыками биологического контроля состояния водной, почвенной, воздушной среды
<p><b>ПК-22</b> -- владение знаниями в области проявления адаптационных способностей к факторам среды на разных уровнях организации живого: генном, внутриклеточном (структурном и биохимическом), внутриорганизменном (органы и ткани), популяционном (показатели рождаемости, смертности миграционные процессы, возрастная и половая структура, наследственность), биоценотическом (видовое богатство и разнообразие, показатели обилия и выравненности</p>	Знает	биохимические, физиологические, анатомо-морфологические, флористические и биоценотические признаки, оцениваемые при биоиндикации
	Умеет	проводить биоиндикацию состояния окружающей среды на разных уровнях организации живого
	Владеет	методами анализа биохимических, морфологических, физиологических тест-функций

биоценозов, биоразнообразии им устойчивости), экосистемном, биосферном		
--	--	--

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### *Лекции (17 час)*

#### **Раздел I. Биоиндикация (6 час.)**

##### **Тема 1. Теоретические основы биоиндикации (2 час.)**

История развития биоиндикации. Основные направления современной биоиндикации (фитоиндикация, дендроиндикация, бриоиндикация, лишеноиндикация, микробная индикация и т.д.). Понятие о биоиндикации и биоиндикаторах. Преимущества и недостатки биоиндикации по сравнению с другими методами оценки окружающей среды. Классификация биоиндикаторов. Требования к биоиндикационным исследованиям и выбору организмов-индикаторов. Сравнение основных объектов биоиндикации – животных, растений, микроорганизмов. Типы чувствительности биоиндикаторов. Оценка достоверности индикаторов.

##### **Тема 2. Фитоиндикация (4 час.)**

Особенности растений – индикаторов качества среды. Уровни фитоиндикации, методы применяемые в фитоиндикации. Биохимические, физиологические, анатомо-морфологические, флористические и биоценотические признаки, оцениваемые при биоиндикации.

Дендроиндикация, бриоиндикация, лишеноиндикация. Виды древесных растений, используемых в качестве индикаторов. Ответные реакции деревьев на загрязнение. Шкалы для оценки жизненного состояния деревьев. Анатомо-физиологические особенности мхов и лишайников, используемые в фитоиндикации. Группы лишайников по отношению к загрязнению атмосферы. Биохимические, физиологические и морфологические реакции лишайников на изменения в среде их обитания. Основные показатели, оцениваемые в лишеноиндикации – проективное покрытие, показатель обилия, индекс чистоты атмосферы, индекс полеотолерантности. Региональная шкала полеотолерантности для юга Дальнего Востока.

#### **Раздел II. Биоиндикация сред жизни (8 час.)**

##### **Тема 1. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха (2 часа).**

Приоритетные загрязняющие вещества в атмосфере, их источники и биологическое действие. Воздействие загрязняющих веществ и кислотных осадков на растения. Формы газоустойчивости растений. Зависимость газоустойчивости и газочувствительности от биологических особенностей растений и изменения абиотических факторов. Неспецифические индикаторы стрессовой нагрузки на растения. Специфическая индикация загрязнения атмосферы.

##### **Тема 2. Биоиндикация состояния водных экосистем (4 часа).**

Характеристика антропогенных изменений в водных экосистемах. Трофность, классификация водоемов по трофности. Причины и последствия эвтрофирования водоемов. Ориентировочные критерии оценки трофности стоячих водоемов. Растения – индикаторы эвтрофных условий. Степень сапробности, индекс сапробности. Химические и биологические изменения в разных зонах сапробности. Оценка состояния водоема по отдельным индикаторным группам (индекс Вудивисса, индекс Майера).

### **Тема 3. Биоиндикация состояния почвенного покрова (2 часа).**

Индикаторы закисления почв. Индикаторы механического состава почв, литоиндикаторы. Экологические группы растений по отношению к плодородию, засолению, химическому составу почв.

### **Раздел III. Биотестирование (3 часа)**

#### **Тема 1. Теоретические основы биотестирования (2 часа).**

История применения биотестирования. «Рыбная проба». Виды биотестов. Преимущества биотестирования. Тест-организмы, тест-функции, их виды. Требования к выбору тест-организмов. Примеры реакций тест-организмов на действие токсикантов.

#### **Тема 2. Биотестирование морских вод (1 час).**

Тест-организмы, используемые в биотестировании морских вод. Требования к ним, фиксируемые реакции. Использование микроводорослей в биотестировании. Применение эмбрионов и личинок морских ежей в биотестировании морских вод. Виды биотестов с морскими ежами. Критические стадии развития морских ежей.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### ***Практические занятия (34 часа)***

#### **Занятие 1. Вычисление индекса сапробности пресного водоема (2 час.)**

1. Теоретические основы вычисления индекса сапробности.
2. Значения индекса для водоемов с различными уровнями сапробности
3. Работа с таблицей по приуроченности различных групп и видов гидробионтов к разным зонам сапробности.
4. Вычисление индекса, вывод об уровне сапробности водоема.

#### **Занятие 2. Расчет летальных концентраций токсикантов для рачков *Daphnia magna* пробит-методом (2 час.)**

1. Понятие об эффективных и летальных концентрациях.
2. Сущность графического подхода к вычислению пробит-методом.
3. Вычисление летальных концентраций.

**Занятие 3. Расчет эффективной концентрации ионов меди, подавляющей рост численности культуры микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* (2 час.)**

1. Какие микроводоросли чаще всего используют для биотестирования?
2. С какой целью оценивают чувствительность тест-культур к модельному токсиканту?
3. Каковы критерии пригодности культуры *Scenedesmus quadricauda* для биотестирования?
4. Каковы механизмы токсического воздействия ионов меди на гидробионтов?

**Занятие 5. Идентификация аномалий развития эмбриональных и личиночных стадий морских ежей под действием токсичных веществ (2 часа).**

1. Характеристика раннего развития морских ежей.
2. Критические стадии эмбрионального и личиночного развития.
3. Сопоставление нормальных и аномальных эмбрионов и личинок.

**Занятие 6. Расчет эффективных концентраций нефтяных углеводородов для морских ежей пробит-методом (2 час).**

1. Составление таблицы исходных данных на основе результатов токсикологических экспериментов.
2. Расчет  $EC_{50}$
3. Сопоставление полученных данных с уровнями загрязнения зал. Петра Великого нефтяными углеводородами.

**Занятие 7. Обсуждение результатов лабораторных и практических работ (2 час).**

**Лабораторные работы**

Лабораторная работа № 1. Определение активности пероксидазы (2 часа)

Лабораторная работа № 2. Оценка выраженности флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы плосколистной, произрастающей в различных районах г. Владивостока (4 часа)

Лабораторная работа № 3. Оценка токсического воздействия загрязняющих веществ в почве на проращение семян и рост проростков кресс-салата и редиса (4 часа).

Лабораторная работа № 4. Определение выживаемости рачков *Artemia salina* L. в морской воде с разной соленостью и в растворах токсикантов (4 часа).

Лабораторная работа № 5. Оценка чувствительности лабораторной культуры микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* к ионам меди (4 часа).

Лабораторная работа № 6. Оценка чувствительности культуры дафний

*Daphnia magna* к модельному токсиканту бихромату калия (4 часа).

### Самостоятельная работа (57 час)

#### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	2-4 неделя	Изучение основной и дополнительной литературы по разделу «Биоиндикация»	3	Собеседование (УО-1)
2.	3 неделя	Отбор биологического материала для лабораторной работы № 1	1	Лабораторная работа (ЛР-6)
3.	4-5 неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 1	2	Собеседование (УО-1), проверка отчета
4.	6-8 неделя	Изучение основной и дополнительной литературы по разделу «Биоиндикация сред жизни»	3	Собеседование (УО-1)
5.	7 неделя	Подготовка отчета по лабораторной работе № 2	2	Собеседование (УО-1), проверка отчета
6.	9-12 неделя	Изучение основной и дополнительной литературы по разделу «Биотестирование»	3	Собеседование (УО-1)
7.	14 неделя	Отбор проб почвы для лабораторной работы № 3	1	Лабораторная работа (ЛР-6)
8.	16-17 неделя	Подготовка отчетов по лабораторным работам № 3-6	6	Собеседование, проверка отчетов (УО-1)
9.	В течение семестра	Подготовка к экзамену	36	Экзамен (УО-1)



### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Биоиндикация и биотестирование» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристику заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

В ходе лабораторной работы, выполняемой во время аудиторного занятия, все наблюдения по ходу выполнения эксперимента, результаты записываются в тетрадь. Для более полного же осмысления результатов работы и закрепления методики ее выполнения студенты самостоятельно оформляют отчет по лабораторной работе.

Отчет состоит из четырех обязательных частей.

1. Наименование и цель выполнения работы, перечень и описание приборов и оборудования, теоретическое обоснование работы, закономерности, лежащие в основе ее выполнения.
2. Ход работы (план ее выполнения).
3. Результаты работы, включающие результаты измерений, их обработку, расчеты. По каждой отдельной работе форма фиксации фактического материала (в виде таблиц, рисунков) указана в методических пособиях.
4. Выводы по работе.

#### **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

**5 баллов** выставляется, если студент представил полный отчет по лабораторной работе, содержащий все необходимые разделы и результаты самостоятельной работы, статистические сведения, продемонстрировал знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа. При устном ответе на собеседовании фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные

ответы, приводить примеры; логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры.

**4 балла** выставляется, если студент представил полный отчет по лабораторной работе, содержащий все необходимые разделы и результаты самостоятельной работы, статистические сведения, продемонстрировал знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа. При собеседовании обнаружил прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, однако допустил одну-две неточности в ответе.

**3 балла** выставляется, если студент представил отчет по лабораторной работе с недочетами. При собеседовании обнаружил недостаточную глубину и полноту раскрытия темы; знание основных вопросов теории; слабо сформированные навыки анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

**2 балла** выставляется, если студент представил отчет по лабораторной работе со значительными недочетами и ошибками. При собеседовании обнаружил незнание процессов изучаемой предметной области, неглубокое раскрытие темы; незнание основных вопросов теории, несформированные навыки анализа явлений, процессов; неумение давать аргументированные ответы, слабое владением монологической речью, отсутствие логичности и последовательности. Допустил серьезные ошибки в содержании ответа; обнаружил незнание современной проблематики изучаемой области.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Биоиндикация	ОПК-8, ПК-2, ПК-22	Знает	Собеседование по вопросам к лабораторным работам № 1 (УО-1)	экзамен, вопросы 1-5, 7-9, 20-21
			Умеет	Отчет по лабораторной работе № 1 (ПР-	экзамен, вопросы 1-5, 7-9, 20-21

			Владеет	б)	экзамен, вопросы 1-5, 7-9, 20-21
2.	Биоиндикация сред жизни	ПК-2, ПК-12, ПК-22	Знает	Собеседование по вопросам к лабораторным работам № 2 (УО-1)	экзамен, вопросы 6-11, 13-19
			Умеет	Отчет по лабораторной работе № 2 (ПР-б)	экзамен, вопросы 6-11, 13-19
			Владеет		экзамен, вопросы 6-11, 13-19
3.	Биотестирование	ОПК-8, ПК-2, ПК-22	Знает	Собеседование по вопросам к лабораторным работам № 3-6 (УО-1)	экзамен, вопросы 20-24
			Умеет	Отчет по лабораторным работам № 3-6 (ПР-б)	
			Владеет	экзамен, вопросы 20-24	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в разделе VIII.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

#### **(электронные и печатные издания)**

1. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: Учебное пособие // О.А. Ляшенко. -- СПб: ГТУРП, 2012. -- 67 с. -- Научно-информационный центр Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров. Режим доступа: [nizrp.narod.ru/bioindikaziya.pdf](http://nizrp.narod.ru/bioindikaziya.pdf)
2. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений / М.Г. Опекунова. – СПб.: Изд-во С-Пб. Ун-та, 2016. – 300 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/941411>

3. Скупченко В.Б., Соколова Л.О. Биоиндикация окружающей среды: учебное пособие / В.Б. Скупченко, Л.О. Соколова. — СПб. : СПбГЛТУ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет), 2009. -- 73 с. -- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45196](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45196)

#### Дополнительная литература

##### (печатные и электронные издания)

1. Аралбаева Л.С., Уразгильдин Р.В., Кулагин А.Ю. Оценка относительного жизненного состояния и стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.) города Салават // Вестник ОГУ. 2009. – № 6. – С. 39-42.
2. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта; пер. с нем. Г. И. Лойдиной, В. А. Турчаниновой. -- М.: Мир, 1988. -- 348 с.
3. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. /под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – М.: Академия, 2007. – 288 с. — Режим доступа: <http://www.ecoindustry.ru/tutorial.html>
4. Брагинский Л.П., Игнатюк А.А. Визуально фиксируемые реакции пресноводных гидробионтов как экспресс-индикаторы токсичности водной среды // Гидробиол. журн. 2005. – Т. 41, № 4. – С. 89-103.
5. Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации / А.Д. Булохов. – Брянск: Издательство БГПУ, 1996. – 104 с.
6. Бурдин К.С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 158 с.
7. Гелашвили Д.Б., Лобанова И.В., Ерофеева Е.А., Наумова М.М. Влияние лесопатологического состояния березы повислой на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки // Поволжский экологический журнал. 2007. – № 2. – С. 106-115.
8. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
9. Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Захаров В.М. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях химического загрязнения // Экология. 1996. – №6. – С. 441 - 444.
10. Лукьянова О.Н., Журавель Е.В., Недоросткова И.Г. Эмбрионы и личинки морских ежей в биотестировании морских вод / О.Н. Лукьянова, Е.В. Журавель, И.Г. Недоросткова. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2004. – 39 с.
11. Методика определения токсичности высокоминерализованных поверхностных и сточных вод, почв и отходов по выживаемости

- солонатоводных рачков *Artemia salina* L. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2006. – 26 с.
12. Основы биоіндикации // Я.П. Дідух. – Київ: Наук. Думка, 2012. – 344 с.
13. Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем / под ред. В.В. Куриленко. – СПб.: Изд-во С-Пб. Ун-та, 2004. – 448 с.
14. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002. – 118 с.
15. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод // В.П. Семенченко. – Минск: Орех, 2004. – 125 с.
16. Скирина И.Ф., Коженкова С.И., Родникова И.М. Эпифитные лишайники Приморского края и использование их в экологическом мониторинге / И.Ф. Скирина, С.И. Коженкова, И.М. Родникова. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 150 с.
17. Солдатова В.Ю. Флуктуирующая асимметрия березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz) как критерий качества городских территорий, подверженных антропогенному воздействию (на примере Якутии). Автореф. дисс. ...канд. биол. наук. – Якутск: Якутский Гос. Ун-т, 2006. – 18 с.
18. Стрельцов А.Б., Захаров В.М. Региональная система биологического мониторинга на основе анализа стабильности развития // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2000. № 4-5. <http://www.priroda.ru/reviews/detail.php?ID=4259>
19. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация: Учебное пособие / В.Д. Туровцев, В.С. Краснов. -- Тверь: Тверской гос. ун-т, 2005. -- 260 с.-- Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/889/77889>
20. Тюрин А.Н., Христофорова Н.К. Выбор тестов для оценки загрязнения морской среды // Биол. моря. 1995. – Т. 21, № 3. – С. 320-327.
21. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами / Н.К. Христофорова. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.
22. Шадрина Е.Г., Солдатова В.Ю. Флуктуирующая асимметрия березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz) как показатель качества городской среды // [МИТС-НАУКА: Международный научный вестник: сетевое электронное научное издание. 2006. – № 4. – С. 79.](#)
23. Bellas J., Nieto O., Beiras R. Integrative assessment of coastal pollution Development and evaluation of sediment quality criteria from contamination and ecotoxicological data // Continental Shelf Research. 2011. – Vol. 31. – P. 448-456.
24. Kobayashi N. Comparative sensitivity of various developmental stages of sea

- urchins to some chemicals // Mar. Biol. 1980. – Vol. 58. – P.163-171.
25. Mariani L., De Pascale D., Faraponova O., Tornambe A., Sarni A., Giuliani S., Ruggero G., Onorati F., Magaletti E. The use of test battery in marine ecotoxicology: the acute toxicity of sodium dodecyl sulfate // Environmental Toxicology. 2006. – Vol. 21. № 4. – P. 373-379.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Биотестирование в вопросах и ответах  
<http://www.bioassay.narod.ru/biotest/biot.html>
2. Экология производств <http://www.ecoindustry.ru/tutorial.html>
3. Принципы построения биотестовой системы  
<http://fadr.msu.ru/~letap/biotesting.html>
4. Биоиндикация водной фауны  
[http://www.ecosystema.ru/07referats/mon\\_biota/mon\\_biota.ht](http://www.ecosystema.ru/07referats/mon_biota/mon_biota.ht)
5. Биотестирование. Общие вопросы  
<http://forum.integral.ru/viewtopic.php?f=34&t=10281>
6. Руководство по биотестированию сточных вод  
<http://www.complexdoc.ru/ntdtext/541963/5>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения Не используются**

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методические указания по изучению курса «Биоиндикация и биотестирование» содержатся в следующем издании:

Журавель Е.В. Биоиндикация и биотестирование: Методические рекомендации для студентов, обучающихся по направлению Экология и природопользование / Е.В. Журавель. – Владивосток: Изд-во Дальневост. Ун-та, 2011. – 20 с.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения лекций и практических занятий используются аудитории, оснащенные мультимедиа-проекторами, экранами и ноутбуками для показа комплекта презентаций лекционного курса, а также демонстрации видеофайлов по отдельным темам практических занятий.

## **VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах**

## формирования компетенций в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Биоиндикация	ОПК-8, ПК-2, ПК-22	Знает	Собеседование по вопросам к лабораторным работам № 1 (УО-1)	экзамен, вопросы 1-5, 7-9, 20-21
			Умеет	Отчет по лабораторной работе № 1 (ПР-б)	экзамен, вопросы 1-5, 7-9, 20-21
			Владеет		экзамен, вопросы 1-5, 7-9, 20-21
2.	Биоиндикация сред жизни	ПК-2, ПК-12, ПК-22	Знает	Собеседование по вопросам к лабораторным работам № 2 (УО-1)	экзамен, вопросы 6-11, 13-19
			Умеет	Отчет по лабораторной работе № 2 (ПР-б)	экзамен, вопросы 6-11, 13-19
			Владеет		экзамен, вопросы 6-11, 13-19
3.	Биотестирование	ОПК-8, ПК-2, ПК-22	Знает	Собеседование по вопросам к лабораторным работам № 3-6 (УО-1)	экзамен, вопросы 20-24
			Умеет	Отчет по лабораторным работам № 3-6 (ПР-б)	экзамен, вопросы 20-24
			Владеет		экзамен, вопросы 20-24

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<b>ОПК-8</b> – владение знаниями о теоретических	знает (пороговый уровень)	теоретические основы биоиндикации и биотестирования	преимущества и недостатки биологических методов	реакции индикаторов на воздействие стрессора

<p>основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности</p>			мониторинга по сравнению с химико-аналитическими	
	умеет (продвинутый)	выбирать организмы-индикаторы и тест-организмы для экологических исследований	критерии выбора организмов-индикаторов и тест-организмов	чувствительность организмов-индикаторов и тест-организмов
	владеет (высокий)	навыками использовать теоретические знания на практике	методики биоиндикации и биотестирования для оценки воздушной, водной среды и почв	стандартные методы биоиндикации и биотестирования
<p><b>ПК-2</b> -- владение методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственно й, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять</p>	знает (пороговый уровень)	основные методы биологической оценки водной, воздушной, почвенной сред.	отбор проб и проведение процедур биологической оценки	газоустойчивость и газочувствительность растений, сапробность, трофность водоемов, экологические группы обитателей почв
	умеет (продвинутый)	обрабатывать, систематизировать и анализировать результаты биоиндикации и биотестирования	вычисление летальных, эффективных концентраций, ЛКР50 и БКР10	математическая обработка результатов биотестирования с помощью расчетных и графических методов
	владеет (высокий)	методиками биологического контроля состояния окружающей среды	выбор методов в зависимости от особенностей анализируемых сред	методики биологического контроля



источники, виды и масштабы техногенного воздействия				
ПК-12 – способность проводить мероприятия и мониторинг по защите окружающей среды от вредных воздействий, осуществлять производственный экологический контроль	знает (пороговый уровень)	основы биологического мониторинга	роль биологического мониторинга в мониторинге экологическом	области применения биологического мониторинга; биоиндикация активная и пассивная
	умеет (продвинутый)	организовать и провести биологическую оценку состояния среды, проанализировать результаты исследования	биологическая оценка качества среды	выводы о состоянии среды
	владеет (высокий)	навыками биологического контроля состояния водной, почвенной, воздушной среды	навыки проведения биологического мониторинга	организация биологического мониторинга в целях экологического контроля
ПК-22 -- владение знаниями в области проявления адаптационных способностей к факторам среды на разных уровнях организации живого: генном, внутриклеточном (структурном и биохимическом), внутриорганизменном (органы и ткани), популяционном (показатели рождаемости, смертности миграционные процессы, возрастная и половая структура, наследственность)	знает (пороговый уровень)	биохимические, физиологические, анатомо-морфологические, флористические и биоценотические признаки, оцениваемые при биоиндикации	реакции биоиндикаторов на антропогенное воздействие	уровни биоиндикации
	умеет (продвинутый)	проводить биоиндикацию состояния окружающей среды на разных уровнях организации живого	выявлять адаптационные способности чувствительных и аккумулирующих биоиндикаторов	использование адаптивных реакций в индикационных целях
	владеет (высокий)	методами анализа биохимических, морфологических, физиологических тест-функций	физиолого-биохимические основы адаптаций биоиндикаторов	методы контроля тест-функций

ь), биоценологическо м (видовое богатство и разнообразие, показатели обилия и выравненности биоценозов, биоразнообразие им устойчивость), экосистемном, биосферном				
---	--	--	--	--

### **Методические рекомендации, определяющие процедуру оценивания результатов освоения дисциплины**

Фонд оценочных средств по дисциплине «**Биоиндикация и биотестирование**» включает вопросы для подготовки к собеседованию по темам лабораторных работ и вопросы для промежуточной аттестации.

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Биоиндикация и биотестирование» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Биоиндикация и биотестирование» проводится в форме контрольных мероприятий (собеседований на занятиях УО-1) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность и качество подготовки к собеседованиям, посещаемость занятий);
- степень усвоения теоретических знаний и практических навыков;
- результаты самостоятельной работы (выполнение отчета по лабораторной работе).

### **Вопросы для подготовки к собеседованию**

#### **Лабораторная работа № 1. Определение активности пероксидазы (ПК-22)**

1. Какие функции в клетке выполняет пероксидаза?
2. Какова структура пероксидазы?
3. На каких реакциях основан метод определения активности пероксидазы?

4. Какой экологический смысл имеет определение активности пероксидазы в листьях?
5. Какова последовательность анализа пробы для определения активности пероксидазы?

**Лабораторная работа № 2. Оценка выраженности флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы плосколистной, произрастающей в различных районах г. Владивостока (ПК-22)**

1. Какие виды асимметрии Вам известны?
2. Почему именно флуктуирующая асимметрия является показателем неблагоприятных условий среды?
3. Какие виды растений используются для оценки флуктуирующей асимметрии листьев?
4. Какова методика отбора и обработки материала для оценки флуктуирующей асимметрии листьев?
5. С помощью каких методов можно выявить флуктуирующую асимметрию?
6. Перечислите основные факторы, влияющие на развитие растений на анализируемых участках.

**Лабораторная работа № 3. Оценка токсического воздействия загрязняющих веществ в почве на проращивание семян и рост проростков (ПК-2, ПК-12)**

1. От каких физико-химических свойств почв зависит их плодородие?
2. Какие компоненты в анализируемых почвах могут оказать стимулирующее или ингибирующее воздействие на рост проростков?
3. Какие растения применяются для оценки токсичности почв? Каким требованиям они должны удовлетворять?
4. Как проводится пробоподготовка почв для анализа?
5. Как и для чего определяют всхожесть семян?
6. Каковы основные подходы к проведению фитотестирования?
7. Почему при выращивании семян в увлажненной почве и водной вытяжке из пробы почвы получаются разные результаты?
8. Какие факторы влияют на состояние почв на анализируемых участках? Каковы источники их загрязнения?

**Лабораторная работа № 4. Определение выживаемости рачков *Artemia salina* L. в морской воде с разной соленостью и в растворах токсикантов (ПК-22)**

1. Биология и экология *Artemia salina*.

2. К какой экологической группе по отношению к солености воды относится *Artemia salina*?
3. Каким образом культура *Artemia salina* подготавливается для эксперимента?
4. Каковы механизмы токсического воздействия ионов меди и кадмия на гидробионтов?
5. Что означают  $LC_{50}$ ,  $EC_{50}$ ?
6. Последовательность проведения эксперимента.

**Лабораторная работа № 5. Оценка чувствительности лабораторной культуры микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* к ионам меди (ПК-2)**

1. Какие микроводоросли чаще всего используют для биотестирования?
2. С какой целью оценивают чувствительность тест-культур к модельному токсиканту?
3. В какой фазе роста должна быть тест-культура микроводорослей для биотестирования? Почему?
4. Каковы критерии пригодности культуры *Scenedesmus quadricauda* для биотестирования?
5. Каковы механизмы токсического воздействия ионов меди на гидробионтов?
6. Последовательность проведения эксперимента.
7. Какова предварительная математическая обработка результатов эксперимента по установлению  $LC_{50}$ ?
8. Сущность графического подхода к вычислению  $LC_{50}$  пробит-методом.

**Лабораторная работа № 6. Оценка чувствительности культуры дафний *Daphnia magna* к модельному токсиканту бихромату калия (ПК-2)**

1. Биология и экология *Daphnia magna*.
2. Каковы механизмы токсического воздействия бихромат-ионов на гидробионтов?
3. С какой целью тест-культуры тестируют с помощью модельных токсикантов?
4. Каким требованиям должна отвечать лабораторная культура дафний?
5. Последовательность проведения эксперимента.
6. Понятие об эффективных и летальных концентрациях. Что означают  $LC_{50}$ ,  $EC_{50}$ ,  $LC_{10}$ ?
7. Почему чаще всего при расчетах эффективных и летальных концентраций находят таковые, вызывающие 50% гибель тест-организмов?

## **Критерии оценки (устный ответ)**

**5 баллов** -- если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**4 балла** -- ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Допускается одна-две неточности в ответе.

**3 балла** -- оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**2 балла** -- ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Биоиндикация и биотестирование» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является

обязательной. Учебным планом предусмотрен экзамен, проводимый в виде устного ответа на вопросы. При выставлении оценки учитывается также качество подготовки отчетов по лабораторным и практическим работам.

### **Вопросы к экзамену**

1. Понятие о биоиндикации и биоиндикаторах. Преимущества и недостатки биоиндикации по сравнению с другими методами оценки окружающей среды. ОПК-8
2. Классификация биоиндикаторов. ОПК-8
3. Требования к биоиндикационным исследованиям и выбору организмов-индикаторов. ОПК-8
4. Типы чувствительности биоиндикаторов. ОПК-8
5. Оценка достоверности индикаторов. ОПК-8
6. Уровни фитоиндикации. Биохимические, физиологические, анатомо-морфологические, флористические и биоценотические признаки, оцениваемые при фитоиндикации. ПК-22
7. Дендроиндикация. ОПК-8, ПК-22
8. Бриоиндикация. ОПК-8, ПК-22
9. Лихеноиндикация. ОПК-8, ПК-22
10. Механизмы воздействия токсичных газов и кислотных осадков на растения. ПК-22
11. Газоустойчивость, ее формы. Газочувствительность. ПК-22
12. Индикаторы стрессовой нагрузки на растения при загрязнении атмосферы. ПК-2
13. Биоиндикация закисления почв. ПК-12
14. Биоиндикация засоления почв. ПК-12
15. Биоиндикация почвенного плодородия. ПК-12
16. Биоиндикация химического состава почв. ПК-12
17. Понятие сапробности. Классификация вод по сапробности, их характеристика. Индекс сапробности. ПК-2, ПК-12
18. Индикация трофности водоемов. ПК-12
19. Оценка состояния водоема по отдельным индикаторным группам. Биотические индексы. ПК-2

20. Тест-организмы, тест-функции, их виды. ОПК-8
21. Требования к выбору тест-организмов. ОПК-8
22. «Рыбная проба». Реакции рыб на загрязнение воды. ПК-22
23. Тест-организмы, используемые в биотестировании морских вод. ПК-2
24. Тест-организмы, используемые в биотестировании пресных вод и почв. ПК-2

### **Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Биоиндикация и биотестирование»:**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, владеет понятийным аппаратом и специальной терминологией. Студент активно принимал участие в выполнении экспериментальной работы и обсуждении ее результатов, представил полные отчеты по лабораторным работам, содержащие все необходимые разделы и результаты самостоятельной работы, статистические сведения, продемонстрировал знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, владеет понятийным аппаратом и специальной терминологией, но допускает незначительные ошибки и недочеты. Студент активно принимал участие в выполнении экспериментальной работы и обсуждении ее результатов, представил полные отчеты по лабораторным работам, содержащие все необходимые разделы и результаты самостоятельной работы, статистические сведения, продемонстрировал знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, слабо владеет понятийным аппаратом и специальной терминологией. Студент участвовал в выполнении экспериментальной работы и обсуждении ее результатов, представил отчеты по лабораторным работам и конспекты с недочетами.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на поставленные вопросы, не владеет понятийным аппаратом и специальной терминологией. Студент слабо участвовал в выполнении экспериментальной работы и обсуждении ее результатов, пропускал занятия, представил отчеты по лабораторным работам со значительными недочетами.