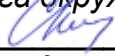


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
геоэкологии и мониторинга окружающей среды

 Куролап С.А.  
подпись, расшифровка подписи

30.05.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.02.01 Биоиндикация**

---

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:**  
05.03.06 – Экология и природопользование
- 2. Профиль подготовки:** Геоэкология и природопользование
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды
- 6. Составители программы:** Лепешкина Лилия Александровна, кандидат географических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** протокол о рекомендации: НМС ф-та географии, геоэкологии и туризма от 03.05.2024 г. №6

**8. Учебный год:** 2026-27

**Семестр:** 5

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- развитие умений и навыков практической оценки состояния окружающей среды на основе биоиндикационных методов;
- формирование экологического мышления обучающихся.

*Задачи учебной дисциплины:*

- ознакомить студентов с методами биоиндикации при загрязнении воздушной среды, почвы, водной среды;
- овладеть методами биотестирования почвенного покрова;
- уметь с применением методов биоиндикации оценить состояние окружающей среды различных экосистем на ландшафтной основе;
- уметь осуществлять сбор, анализ и прогноз результатов биомониторинга.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** дисциплина относится к вариативной части (дисциплины по выбору) учебного рабочего плана по направлению бакалавриата 05.03.06 - Экология и природопользование (Б1.В.ДВ).

Входными знаниями являются знания основ общей экологии, биологии, биоразнообразия, определения растений, почвоведения.

Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Оценка воздействия на окружающую среду», «Геохимия окружающей среды», «Экологическая токсикология и отходы», «Экологический мониторинг».

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Название компетенции	Код	Индикатор	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен разрабатывать и сопровождать выполнение программ производственного экологического контроля на предприятии, экологического нормирования и защиты окружающей среды от вредных воздействий на атмосферу, гидросферу, земельные ресурсы, биоту и население	ПК-2.5	Применяет технологии ресурсосбережения и защиты от вредных экологических воздействий биоты и населения	<p><b>Знать:</b> теоретические основы растений, животных и микроорганизмов, а также закономерности использования видов-индикаторов для проведения экологического мониторинга.</p> <p><b>Уметь:</b> с применением методов биоиндикации оценивать состояние окружающей среды различных экосистем; осуществлять сбор, анализ и прогноз результатов мониторинга; планировать и проводить лабораторные опыты; делать обработку результатов исследований, формулировать выводы; сравнивать биологические объекты;</p> <p><b>Владеть:</b> понятийным аппаратом, необходимым для профессиональной деятельности, умениями поисково-исследовательской работы.</p>

ПК-5	Способен реализовывать системы и методы экологического мониторинга, прогнозирования состояния окружающей среды	ПК-5.2	Выполняет комплекс наблюдений и измерений по реализации задач экологического мониторинга	<p><b>Знать:</b> методы оценки состояния окружающей среды с помощью видов-индикаторов.</p> <p><b>Уметь:</b> оценивать степень загрязненности воды, состояние чистоты воздуха и почвы, основываясь на показаниях растений и животных – биоиндикаторах; работать самостоятельно и в группах; осуществлять самостоятельный поиск экологической информации в различных источниках (справочниках, научно-популярных изданиях, ресурсах Интернета), а также осуществлять ее анализ и синтез в полевых и лабораторных исследованиях.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками осуществления экспериментальные работы в области биомониторинга.</p>
------	--	--------	--	--

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108

Форма промежуточной аттестации – зачет.

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			5 семестр
Аудиторные занятия		48	48
в том числе:	лекции	16	16
	практические	16	16
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		60	60
Форма промежуточной аттестации			
Итого:		108	108

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Введение	Определение предмета «Биоиндикация». Отличие понятий «биоиндикация», «биомониторинг», «биотестирование». История биоиндикации	-
1.2	Биоиндикация состояния наземных экосистем по реакциям растений	Биоиндикация по анатомо-морфологическим признакам растений (лихеноиндикация, бриоиндикация, дендроиндикация). Биоиндикация по физиолого-биохимическим признакам растений, аккумулятивная биоиндикация.	Онлайн-курс «Биоиндикация» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246</a>

1.3	Биоиндикация наземных экосистем по реакциям животных	Особенности использования животных в качестве биоиндикаторов. Биоиндикация на основе свойств популяций. Биоиндикация загрязнения среды по анатомо-морфологическим признакам у животных. Изменение биоритмов у животных. Влияние стрессоров на поведение животных.	Онлайн-курс «Биоиндикация» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246</a>
1.4	Биоиндикация водных и береговых ландшафтов	Определение степени загрязненности водоема: прозрачности, цветности воды визуальными методами. Биоиндикация водоема с помощью растений. Определение степени загрязнения водоема по беспозвоночным зооиндикаторам. Биологическая детоксикация. Биологическая индикация водоемов.	Онлайн-курс «Биоиндикация» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246</a>
1.5	Биоиндикация состояния почвенного покрова	Индикаторы типов почв. Индикаторы механического состава почв. Индикаторы богатства, увлажнения, кислотности и засоления почв. Особенности индикации комплекса эдафических факторов. Индикаторы пастбищной дигрессии растительного покрова. Индикаторы залежей. Индикация почвенных разностей и экологических условий в агроценозах. Биоиндикация рекреационной нагрузки. Беспозвоночные как показатели порозности, плотности и механического состава почв. Беспозвоночные как показатели реакции и солевого режима почв. Почвенные беспозвоночные как показатели богатства почв кальцием.	Онлайн-курс «Биоиндикация» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246</a>
1.6	Ландшафтная биоиндикация больших территорий	Ландшафтно-индикационное дешифрирование. Принципы составления ландшафтно-индикационных карт. Ландшафтная индикация динамики природной среды и антропогенных изменений экологических условий. Ландшафтно-индикационный подход к прогнозированию динамики экологических условий. Использование ландшафтной индикации при изучении сельскохозяйственных земель.	-
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Биоиндикация состояния наземных экосистем по реакциям растений	Определение площади листьев у древесных растений в загрязненной и чистой зонах. Оценка качества среды с помощью флуктуирующей асимметрии древесных растений. Изменение цвета флавоноидных пигментов цветковых растений под влиянием pH среды и солей тяжелых металлов. Определение состояния окружающей среды за многие годы по радикальному приросту древесных растений. Оценка жизненного состояния древесных растений по комплексу морфологических изменений. Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных	-
2.2	Биоиндикация наземных экосистем по реакциям животных	Изучение численности дождевых червей в разных экологических условиях	-
2.3	Биоиндикация водных и береговых ландшафтов	Биотестирование воды по прорастанию семян. Оценка качества воды по ряске малой	-
2.4	Биоиндикация состояния	Биотестирование растворенных токсических	-

	почвенного покрова	веществ по росту отрезков колеоптилей пшеницы. Растения-индикаторы почвенного покрова	
2.5	Ландшафтная биоиндикация больших территорий	Изменение феноритмов у растений – интегральный индикационный показатель	-

### 13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	2	-	-	4	6
2	Биоиндикация состояния наземных экосистем по реакциям растений	4	8	8	10	30
3	Биоиндикация наземных экосистем по реакциям животных	4	2	2	10	18
4	Биоиндикация водных и береговых ландшафтов	2	2	2	10	16
5	Биоиндикация состояния почвенного покрова	2	2	2	10	16
6	Ландшафтная биоиндикация больших территорий	2	2	2	16	22
	Итого:	16	16	16	60	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Необходима регулярная работа с текстом конспектов лекций для понимания и освоения материала предшествующей и последующей лекций. По указанию преподавателя необходимо регулярно выполнять домашние задачи, выполнять контрольные тесты в ходе текущей аттестации (по каждой пройденной теме).

При подготовке к промежуточной аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат.

Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

- при подготовке нужно обратить внимание на сложности реакции биологических систем на загрязняющие вещества и в ее рамках – выбора биологических индикаторов, – связанная с необходимостью учета особенностей поступления, аккумуляции разных веществ для разных биологических систем, а также необходимость учета особенностей индивидуального развития, метаболизма и репродукции биологического объекта; сложность оценки воздействия сочетающихся в пространстве и во времени разных концентраций множества агентов неодинаковой природы (физической, химической, биологической); проблема анализа специфичности, неспецифичности и соотношения между специфическим и неспецифическим, имеющих место при осуществлении реакции живых систем на повреждающие воздействия; проблема устойчивости систем и определения самого понятия "устойчивость" систем.

- при подготовке к лабораторным работам и для самостоятельной работы использовать рекомендуемую литературу, электронные учебные пособия и ресурсы Интернет, в том числе электронный образовательный портал Moodle.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Методы экологический исследований : учебное пособие для вузов с грифом ФУМО / Н.В. Каверина и др. - Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2019. - 355 с. <a href="https://christmas-plus.ru/publications/rukovod">https://christmas-plus.ru/publications/rukovod</a>
2	Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды : учебное пособие / Т.И. Прожорина, Н.В. Каверина, А.Н. Никольская и др. - Воронеж: изд-во "Истоки", 2010. - 304с.
3	Федорова А.И. Древесные растения г. Воронежа (биоразнообразии и устойчивости): учебное пособие для вузов / А.И. Федорова; М.А. Михеева. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008. — 98 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Федорова А. И. Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей среды: учеб. пособие / А. А. Федорова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2006.- 39 с.
5	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие / О.П. Мелехова [и др.] ; под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. — М. : Academia, 2008. — 287 с.
6	Основы экогеологии, биоиндикации и биотестирования водных экосистем : учеб. пособие / под ред. В.В. Куриленко. — СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. — 443 с.
7	Опекунова, М. Г. Биоиндикация загрязнений : учебное пособие / М.Г. Опекунова ; Санкт-Петербургский государственный университет. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2016. — 307 с. : схем., табл., ил. — <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> . — ISBN 978-5-288-05674-1. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458079">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=458079</a> >.
8	Биоиндикация водных экосистем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 1 к. днев. отд-ния, направления 020800 - Экология и природопользование] / Воронеж. гос. ун-т ; сост. Г.А. Анциферова. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. — Загл. с титула экрана. — Свободный доступ из интранета ВГУ. — Текстовый файл. — Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-70.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-70.pdf</a> >.
9	Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / А.Г. Бубнов [и др.]; под общ. ред. В.И. Гриневича, ГОУ ВПО ИГХТУ. – Иваново, 2007. – 112 с. - Режим доступа <a href="http://www.isuct.ru/e-lib/node/63">http://www.isuct.ru/e-lib/node/63</a> .
10	Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) [Электронный ресурс] / Центр экологической политики России. – М., 2003. – Режим доступа: <a href="http://www.ecopolity.ru/upload/MetRecom.doc">http://www.ecopolity.ru/upload/MetRecom.doc</a> .

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Источник
11	ЗНБ ВГУ <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>
12	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>
13	Электронный курс по дисциплине на портале «Электронный университет ВГУ» – Режим доступа: по подписке. – <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Клевцова М.А. Лабораторно-полевой практикум по биоиндикации : (учебное пособие для

	вузов) / М.А. Клевцова ; Воронеж. гос. ун-т, Фак. географии, геоэкологии и туризма .— Воронеж : Научная книга, 2016 .— 105 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 101-105 .— ISBN 978-5-98222-894-9.
2	Практикум к курсу "Экология и рациональное природопользование" : специальность 020201 - Биология / Воронеж. гос. ун-т; сост.: О.П. Негроров [и др.] .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2004 .— 43 с. : табл. — Библиогр.: с. 38 .— <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan05025.pdf>.
3	Федорова А.И. Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей среды : учебное пособие / А.И. Федорова ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 .— 39 с. — Библиогр.: с. 38 .— <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b257279.djvu>.
4	Биоиндикация водных экосистем [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : [для студ. 1 к. днев. отд-ния , направления 020800 - Экология и природопользование] / Воронеж. гос. ун-т ; сост. Г.А. Анциферова .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— Загл. с титула экрана .— Свободный доступ из интранета ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-70.pdf>.

### 17. Образовательные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Программа курса реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий на платформе «Электронный университет ВГУ». Режим доступа <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2246>

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для лекционных занятий – учебная аудитория (учебный корпус №5 ВГУ), оснащенная специализированной мебелью, мультимедийным проектором, экраном настенным, компьютером; для лабораторных занятий – учебная аудитория (учебный корпус №5 ВГУ), оснащенная специализированной мебелью и основным оборудованием. Основное оборудование: учебная эколого-аналитическая лаборатория, специализированная мебель, лаборатория химического анализа типа "X", аспираторы, дистиллятор, муфельная печь, рН-метры, КФК, лаборатория "Пчёлка-Н", НКВ, экспресс-анализаторы, термостат, стерилизатор, весы электронные, вольтамперометрический анализатор, микроскопы/

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
1	Введение	ПК-2	ПК-2.5	Тестовое задание Лабораторные работы
2	Биоиндикация состояния наземных экосистем по реакциям растений	ПК-2	ПК-2.5	
3	Биоиндикация наземных экосистем по реакциям животных	ПК-2	ПК-2.5	
4	Биоиндикация водных и береговых ландшафтов	ПК-5	ПК-5.2	Контрольная работа
5	Биоиндикация состояния почвенного покрова	ПК-5	ПК-5.2	
6	Ландшафтная биоиндикация больших тер-	ПК-2	ПК-2.5	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	риторий			
	Промежуточная аттестация форма контроля – зачёт		<p><b>Перечень вопросов к зачёту:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие «биоиндикация». Формы биоиндикации</li> <li>2. Флористические, фаунистические изменения. Ценолитические изменения. Биогеоценолитические изменения. Изменения ландшафтов.</li> <li>3. Антропогенные факторы, вызывающие у организмов стресс</li> <li>4. Морфологические изменения у растений (макро- и микроскопические изменения), их характеристика</li> <li>5. Чувствительность и достоверность биоиндикаторов. Методы биоиндикационных исследований</li> <li>6. Лишайники как индикаторы загрязнения окружающей среды</li> <li>7. Уровни биоиндикации (генетические, биохимические и физиологические реакции)</li> <li>8. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. Источники загрязняющих веществ</li> <li>9. Проблема оценки морфологических изменений у растений</li> <li>10. Биоиндикаторы нефтяного загрязнения</li> <li>11. Биоиндикаторы вредных веществ в воздухе</li> <li>12. Применение химических средств защиты растений, их биоиндикация</li> <li>13. Газоустойчивость растений. Симптоматология влияния сернистого газа, хлора, аммиака</li> <li>14. Понятие «биотестирование». Методы биотестирования различных сред</li> <li>15. Биоиндикация качества воды и степени загрязнения водоемов</li> <li>16. Полиароматические углеводороды и диоксиды, их биоиндикация</li> <li>17. Тяжелые металлы и их биоиндикаторы</li> <li>18. Использование хвойных как биоиндикаторов</li> </ol> <p><b>Практические задания:</b> задачи по организации биоиндикационных исследований.</p>	

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

**- лабораторных работ, выполняемых по тематике:**

Определение состояния окружающей среды за многие годы по радиальному приросту древесных
---



растений.
Оценка качества среды с помощью флуктуирующей асимметрии древесных растений.
Изменение цвета флавоноидных пигментов цветковых растений под влиянием pH среды и солей тяжелых металлов.
Определение площади листьев у древесных растений в загрязненной и чистой зонах.
Оценка жизненного состояния древесных растений по комплексу морфологических изменений.
Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных

**- контрольной работы:**

1. В настоящее время разработано множество методов оценки состояния окружающей среды по растениям. Широко используются различные параметры развития живых организмов от молекулярного до ландшафтного уровня. Они предусматривают как изучение биоты в естественных условиях их обитания, так и проведение различного рода экспериментальных и лабораторных исследований. Наиболее распространенные методы оценки состояния окружающей среды по различным параметрам индикаторных видов, а также по структуре и строению растительных сообществ приведены в таблице.

*Задание: сопоставьте название метода и его краткое описание*

№	Краткое описание метода
1	Исследование спектрального отклика растений и растительности на загрязнение окружающей среды
2	Исследование особенностей видового состава, индикаторных видов, характера распространения и динамики ареала, популяционный анализ и др.
3	Неотъемлемая часть биогеохимического метода для оценки взаимосвязи химического состава живой и неживой природы, трансформации химических элементов по звеньям пищевой цепи и др.
4	Изучение внешнего облика растений и его изменение под действием внешних факторов
5	Изучение и анализ древесной растительности
6	Изучение и анализ мохового покрова
7	Изучение и анализ лишайникового покрова
8	Состоит из ряда методик изучения состава, вертикальной и горизонтальной структуры и строения растительных сообществ: анализ видового разнообразия, экобиоморфного состава, обилия и проективного покрытия показательных групп видов, анализ продуктивности, анализ жизненного состояния ярусов и др.

Метод	Ответ (№)
дендроиндикация	
анализ химического состава растений	
морфологический метод	
бриоиндикационный метод	
флористический метод	
фитоценотический	
лихеноиндикация	
спектрофотометрический	

2. Близкое залегание грунтовых вод может быть определено по морфологическим особенностям корневых систем (рисунок 1). На заболоченной территории корни имеют экстенсивный характер роста, на суходолах с глубоким залеганием грунтовых вод – интенсивный.

*Задание: соотнесите местообитания с номерами на рисунке.*

Местообитания: заболоченная территория, свежий (влажный) луг, сухой луг, сырой луг.

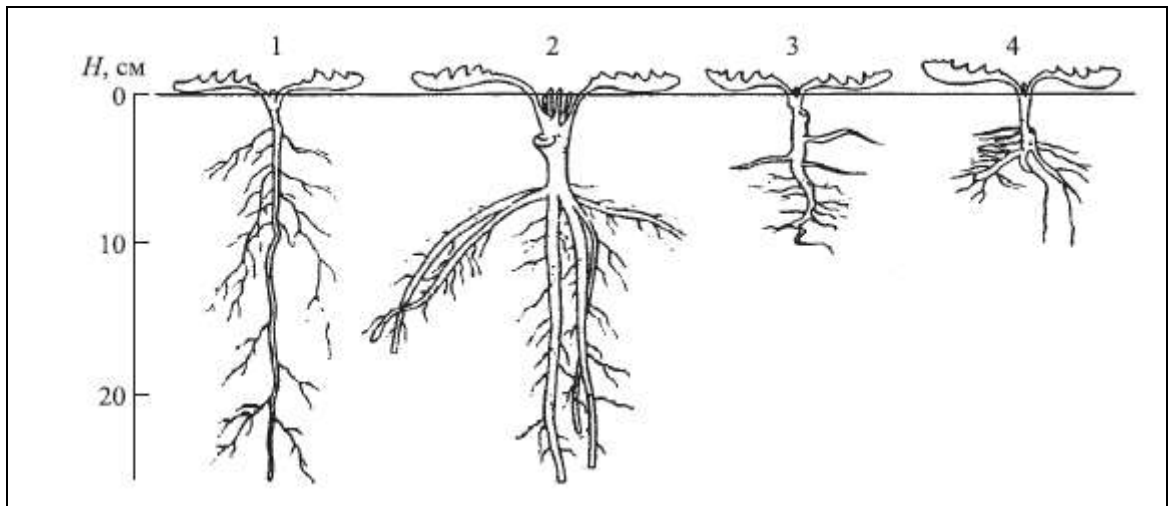


Рисунок 1- Изменение направления роста у корней одуванчика (*Taraxacum sp.*) в зависимости от уровня грунтовых вод (по Шуберту, 1988).

Местообитания: 1 - \_\_\_\_\_, 2 - \_\_\_\_\_, 3 - \_\_\_\_\_, 4 - \_\_\_\_\_.

3. В процессе развития живые организмы приспособились к обитанию в определенных кислотно-щелочных условиях. Для определения кислотности почв и изменения ее под влиянием природных и антропогенных факторов удобнее всего использовать индикаторные виды растений и особенности состава фитоценозов. В экологии растений существует следующая классификация видов по отношению к pH окружающей среды: ацидофилы – растения, произрастающие на кислых почвах; нейтрофилы - растения почв с нейтральной реакцией; базифилы - растения, произрастающие на щелочных почвах.

Приуроченность растений к почвам с определенным значением pH дает возможность использовать растительность в качестве индикатора кислотно-щелочных почвенных растворов. Индикаторная значимость видов дана при их массовом или обильном произрастании.

Задание: Заполните столбец таблицы «Характеристика и распространение почв»

Таблица

Растения-индикаторы кислотности и богатства почвы (по Раменскому, 1956)

Ступени богатства почв	pH	Характеристика и распространение почв	Растения-индикаторы
1-3	4,0-4,5		Подбел обыкновенный; вереск обыкновенный; осока малоцветковая; мирт болотный; вороника, или водяника чёрная; пушица влагалищная
4-6	5,0-5,5		Полевица собачья; манжетка обыкновенная; осока волосистоплодная; овсяница овечья; ястребинка волосистая; линнея северная; молиния голубая; белоус торчащий; папоротник-орляк; сивец луговой
7-9	5,5-6,5		Трясунка средняя; осока водяная; хвощ болотный; земляника лесная; нивяник обыкновенный; марьяник дубравный; кислица; горец змеиный
10-13	6,0-7,5		Тысячелистник обыкновенный; ольха черная; осока пузырчатая; василек луговой; ежа сборная; хмель обыкновенный; чина луговая
14-16	7,0-7,5		Лисохвост; осока коротковолосистая; цикорий обыкновенный; келерия гребенчатая; лядвенец рогатый; люцерна хмеле-

			видная; лапчатка гусиная; чабрец Маршалла
--	--	--	---

4. При изучении действия токсических веществ (пестицидов, производственных сточных вод и т. д.) на рыб применяется большое количество критериев различной степени чувствительности от «рыбной пробы», т. е. определения выживаемости до современных методов исследования на молекулярном уровне. При оценке методик, применяемых для решения задач водной токсикологии, Строгановым (1960 и др.) неоднократно отмечалась необходимость применять критерии, обеспечивающие биологическую и хозяйственную нормы для основных гидробионтов, полезных человеку, для чего следует определять выживаемость, размножение и плодовитость, качество потомства. Одним из решающих моментов при оценке действия токсических веществ является выбор объекта, на котором можно проводить испытания.

Какой вид рыб согласно «Руководству по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов» целесообразно использовать для определения острой летальной токсичности сточных и поверхностных и подземных вод, донных отложений (водных вытяжек), буровых растворов, водных растворов отдельных веществ и их смесей ??? Объясните, почему именно вид рыб используется в качестве тест-объекта???

5. Иерархичность организации живой материи позволяет условно подразделить ее на ряд уровней. Уровень организации живой материи - это функциональное место биологической структуры определенной степени сложности в общей иерархии живого. В соответствии с организационными уровнями биологических систем условно выделяют шесть уровней биоиндикации.

Расположите уровни биоиндикации от низшего к высшему.

№	Уровень биоиндикации
	Биогеоэкологические изменения
	Флористические, фаунистические, хорологические изменения
	Изменения ландшафтов
	Биохимические и физиологические реакции
	Анатомические, морфологические, биоритмические и поведенческие отклонения
	Ценоэкологические изменения

6. Какая экологическая группа лишайников по приуроченности к субстрату является наиболее чувствительной к загрязнению атмосферного воздуха? Приведите примеры.

#### Критерии оценивания контрольной работы:

- все задания выполнены верно – зачтено
- в решениях имеются ошибки – не зачтено

#### - тестовых заданий (пример):

1. Биологическая индикация - это:

- A. определение состояния среды по наличию или отсутствию в ней тех или иных организмов, называемых индикаторами;
- B. использование живых объектов в эксперименте;
- C. биологические часы;
- D. метод изучения животных.

2. Биоиндикаторами называют:

- A. датчик аналитических приборов, изучающих животных;
- B. организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых так тесно коррелируют с определенными факторами среды, что могут применяться для их оценки;
- C. растения;
- D. микроорганизмы.

3. Использование в качестве биоиндикаторов лишайников называют:
- A. фитоиндикация;
  - B. альгоиндикация;
  - C. лишеноиндикация;
  - D. зооиндикация.
4. Водоемы, загрязненные органическими стоками, как и организмы, способные в них жить, называют;
- A. сапробными;
  - B. трофными;
  - C. гемеробными;
  - D. самоочищающимися.
5. Выберите из перечня тип некрозов, выпадающий из рассматриваемой классификации:
- A. верхушечные;
  - B. межжилковые;
  - C. поверхностные;
  - D. краевые.
6. Выберите из списка макроскопические изменения листового аппарата растений, используемые в биоиндикации в качестве тест-функций:
- A. изменение размеров клетки;
  - B. изменение скорости радиального прироста;
  - C. изменение субклеточных структур;
  - D. плазмолиз.
7. Сферами применения биоиндикации могут быть:
- A. контроль над состоянием популяций с целью ранней диагностики возможных нарушений ее экологических характеристик и возможности повлиять на структуру и функции биоты, продуктивность биоценоза;
  - B. сохранение биоразнообразия природных ландшафтов, позволяющее обеспечить существование как можно большего числа организмов, в особенности редких видов биоты, высокочувствительных к загрязнению;
  - C. выявление естественного буферного потенциала биологической макросистемы и допустимых нагрузок экзогенных веществ при разнообразных воздействиях на систему;
  - D. все три ответа верны.
8. Реакция биологической системы на экстремальные факторы среды, которые могут в зависимости от силы и интенсивности, момента и продолжительности воздействия более или менее сильно влиять на систему - это :
- A. стресс;
  - B. дистресс;
  - C. эустресс;
  - D. нет верных ответов
9. К абиотическим стрессорам относятся:
- A. химические вещества, вода, температура;
  - B. ветер, химические вещества, излучение, инфекция, вода;
  - C. шум, соли, ветер, химические вещества, пестициды;
  - D. хищничество, температура, вода, ветер, инфекция.
10. Формы поражения организмов-биоиндикаторов, воспринимаемые невооруженным глазом:
- A. физиологические;
  - B. латентные;
  - C. необратимые;

- D. морфологические.
11. К макроскопическим изменениям относят:
- A. изменение окраски, изменение размеров клетки;
  - B. изменение плодovitости, дефолиация;
  - C. изменение формы, количества и положения органов, плазмолиз;
  - D. плазмолиз.
12. Гемеробность - это:
- A. нарушение ландшафта;
  - B. окультуренность ландшафта;
  - C. обеднение флоры;
  - D. элементарная единица ландшафта.
13. Агемеробные территории:
- A. интенсивно используемые пастбища, луга и леса;
  - B. специальные культуры, мусорные свалки, отвалы;
  - C. скалистые, болотистые, тундровые, высокогорные;
  - D. полностью застроенные экосистемы.
14. Метод организмов-уловителей используется при:
- A. пассивном мониторинге;
  - B. активном мониторинге;
  - C. эталонном оценивании;
  - D. верны все три ответа.
15. Агрехимикаты -
- A. зола, известковая пыль;
  - B. средства защиты растений;
  - C. продукты ископаемых видов топлива;
  - D. радиоактивные осадки.
16. Индикатором очень кислых почв является:
- A. фиалка трехцветная;
  - B. пырей ползучий;
  - C. черника обыкновенная;
  - D. осока низкая.
17. По степени загрязненности вод органическими веществами водоемы классифицируют на:
- A. полисапробные;
  - B. мезосапробные,
  - C. олигосапробные;
  - D. все три ответа верны.
18. Процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих нарушением жизненно важных функций об изменениях в среде - это:
- A. биотестирование;
  - B. биоиндикация;
  - C. экспресс-оценка;
  - D. нет верных ответов.
19. Ведущая роль при биоиндикации изменения состояния водных экосистем принадлежит:
- A. млекопитающим;
  - B. водорослям;
  - C. рыбам;

D. насекомым.

20. Обилие видов и видовое разнообразие для биоиндикации нарушений являются параметрами:

- A. условными и неточными;
- B. достоверными;
- C. непригодными для использования;
- D. нет верных ответов.

**Критерии оценивания тестовых заданий:**

правильные ответы:

- на 15-20 вопросов – зачтено
- менее, чем на 15 вопросов – не зачтено

**20.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- проведение устного опроса и решение практических заданий.

***Теоретические вопросы для устного опроса:***

1. Понятие «биоиндикация». Формы биоиндикации
2. Флористические, фаунистические изменения. Ценотические изменения. Биогеоценотические изменения. Изменения ландшафтов.
3. Антропогенные факторы, вызывающие у организмов стресс
4. Морфологические изменения у растений (макро- и микроскопические изменения), их характеристика
5. Чувствительность и достоверность биоиндикаторов. Методы биоиндикационных исследований
6. Лишайники как индикаторы загрязнения окружающей среды
7. Уровни биоиндикации (генетические, биохимические и физиологические реакции)
8. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. Источники загрязняющих веществ
9. Проблема оценки морфологических изменений у растений
10. Биоиндикаторы нефтяного загрязнения
11. Биоиндикаторы вредных веществ в воздухе
12. Применение химических средств защиты растений, их биоиндикация
13. Газоустойчивость растений. Симптология влияния сернистого газа, хлора, аммиака
14. Понятие «биотестирование». Методы биотестирования различных сред
15. Биоиндикация качества воды и степени загрязнения водоемов
16. Полиароматические углеводороды и диоксиды, их биоиндикация
17. Тяжелые металлы и их биоиндикаторы
18. Использование хвойных как биоиндикаторов

***Практические задания (примеры):***

Задание 1. В городах в зимний период часто используются противогололедные соли, которые являются одним из вредных факторов, вызывающих угнетение древесно-кустарниковой растительности. Так, применение натриевой соли (NaCl) приводит к накоплению в почве обменного натрия, который блокирует нормальные условия питания растений и ухудшает их физико-химические и биологические свойства. В результате произрастания в таких зонах на листьях растений сначала возникают ярко-желтые неравномерно расположенные краевые зоны, затем край листа отмирает, а желтая зона передвигается к середине и основанию листа.

Продолжительные и разносторонние исследования по этому вопросу позволили разработать бонитировочные шкалы, на основании которых возможно оценить уровень засоления почвы по степени нарушения листовых пластинок.

Назовите виды древесных растений, которые могут служить индикаторами засоления почв?

Задание 2. В последние десятилетия при геоэкологических изысканиях для индикации условий среды и выявления степени ее загрязнения стали использовать мохообразных (главным образом листостебельных мхов).

В России данное направление пока делает только самые первые шаги, в то время как за рубежом этот метод развивается уже давно. Европейскими, канадскими и японскими исследователями разработаны методики диагностики атмосферного загрязнения при помощи мхов; особенно крупные исследования в этой области ведутся в Японии, где проблема загрязнения атмосферы особенно остра. Так, в Токио на основании полученных результатов проведено картирование территории городов. В ряде крупных городов Канады применяются методики, предполагающие использование в качестве тест-объекта мохово-лишайниковые синузии (сообщества). В Испании бриомониторингом охвачено 40 городов в разных районах страны. Как называется метод комплексной диагностики состояния городской среды с помощью мхов? И какие преимущества он имеет по сравнению с лишайноиндикацией?

Задание 3. При оценке радиоактивного загрязнения лесных биогеоценозов грибы играют особую роль. В первые годы после Чернобыльской аварии к биоиндикаторам относили гриб польский, свинушку тонкую, горькушку и масленок обыкновенный. Однако уже тогда полагали, что по мере загрязнения более глубоких слоев почвы среди видов-биоиндикаторов возможны перестановки. Сейчас к биоиндикаторам причисляют желчный гриб. А вот тонкую свинушку в настоящее время нельзя считать достоверным индикатором, поскольку она относится к двум экологическим группам - сапротрофам на почве и факультативным микоризообразователям. Хотя вначале, когда загрязнение локализовалось в поверхностных слоях, она отлично выполняла эту роль.

Объясните, почему именно грибы следует использовать в качестве биоиндикаторов радиоактивного загрязнения в лесных биогеоценозах?

**Технология проведения** промежуточной аттестации включает подготовку и устный ответ по теоретическим вопросам (не менее 2), а также решение практического задания. При выполнении всех заданий в ходе текущей аттестации, обучающемуся выставляется результат «зачтено».

**Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации:**

- владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами биоиндикации);
- способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- применять теоретические знания для проведения экологических исследований с использованием методов биоиндикации и биотестирования.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется двухуровневая шкала: «зачтено», «не зачтено».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами биоиндикации), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; применять теоретические знания для решения практических задач в сфере	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>

экологического мониторинга на основе результатов биоиндикационных исследований		
Ответ на контрольно-измерительный материал содержит существенные ошибки. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не умеет применять теоретические знания для решения практических заданий в области экологического мониторинга на основе результатов биоиндикационных исследований	-	<i>Не зачтено</i>

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: *устного опроса (индивидуальный опрос, доклады); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); тестирования; оценки результатов самостоятельной работы (реферат)*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков при изучении дисциплины.

При оценивании используются количественные шкалы оценок, приведенные выше.