

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
экологии и земельных ресурсов
 Девятова Т.А.
подпись, расшифровка подписи
09.06.2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 Биомониторинг и индикация окружающей среды

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 05.03.06 Экология и природопользование
- 2. Профиль подготовки/специализация:** охрана окружающей среды
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** 0110 экологии и земельных ресурсов
- 6. Составители программы:**
Нумеров Александр Дмитриевич, доктор биологических наук, профессор
Негробов Владимир Викторович, кандидат биологических наук, доцент
Негробова Елена Андреевна
- 7. Рекомендована:** научно методическим советом медико-биологического факультета № 2 от 04.03.25 г.
- 8. Учебный год:** 2026-2027/ 2027-2028 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** 3, 4, 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование у обучающихся знаний о теоретических основах и методах биологической индикации, подходов к выбору объекта-индикатора, комплексной оценки состояния организма, популяции, природного сообщества.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование у студентов системы знаний о научных основах биологической индикации в наземных и водных экосистемах;
- формирование знаний о методах, применяемых при биоиндикационных исследованиях;
- формирование представлений о системе выбора и критериях выделения вида животного-индикатора.
- формирование у студентов представлений о комплексной оценке состояния окружающей среды;
- заложить у обучающихся методологические основы планирования и проведения фитомониторинговых исследований;
- развить у обучающихся навыки сбора, анализа, систематизации и использования данных фитоиндикации и фитмониторинга в оценке состояния природной и окружающей человека среды;
- сформировать у обучающихся теоретические и практические знания, умения и навыки в области фитоиндикации и фитомониторинга природной среды;
- сформировать у обучающихся теоретические и практические знания, умения и навыки в области биодиагностики почв по биохимическим свойствам.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина Б1.В.01 Биомониторинг и индикация окружающей среды относится к вариативной части блока 1.

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(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен организовывать и проводить мониторинг с применением природоохранных технологий, осуществлять отбор проб воды, почвы, воздуха и биологических объектов, проводить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов, а также использовать знания в области экологии животных, растений, микроорганизмов, токсикологии и эволюции экосистем для оценки экологического состояния территорий	ПК-1.5	владеет методами отбора и лабораторного анализа проб биологических объектов, умеет интерпретировать полученные результаты	знать: теоретические основы биологического мониторинга с применением природоохранных технологий уметь: осуществлять отбор проб воды, почвы, воздуха и биологических объектов, проводить лабораторные исследования, замеры, анализы отобранных природных образцов, а также использовать знания в области экологии животных, токсикологии и эволюции экосистем для оценки экологического состояния территорий владеть методами отбора и лабораторного анализа проб биологических объектов, уметь интерпретировать полученные результаты
ПК-3	Способен проводить исследования, направлен-	ПК-3.1	проводит теоретические и экспериментальные ис	знать: теоретические основы взаимо

	ные на решение исследовательских задач в рамках реализации научного проекта в области профессиональной деятельности		следования по заданной тематике, используя высокотехнологичное оборудование, современные IT-технологии и ландшафтно-картографические методы	обитания, анализирует воздействие факторов среды и механизмы ответных реакций организмов, принципы популяционной экологии, экологии сообществ, основы организации и устойчивости экосистем и биосферы в целом уметь: проводить теоретические и экспериментальные исследования по заданной тематике, используя высокотехнологичное оборудование, современные IT-технологии и ландшафтно-картографические методы владеть методами теоретических и экспериментальных исследований по заданной тематике, используя высокотехнологичное оборудование, современные IT-технологии и ландшафтно-картографические методы
--	---	--	---	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 8 ЗЕТ/288 час.

Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы (часть)

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			3 семестр	4 семестра	5 семестра
Аудиторные занятия					
в том числе:	лекции	46	16	14	16
	практические				
	лабораторные	138	34	70	34
Самостоятельная работа		68	22	24	22
в том числе: курсовая работа (проект)					
контроль					
Форма промежуточной аттестации (экзамен – _ час.)		36			36
Итого:		288	72	108	108

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Экологические основы биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живого.	Экологические основы биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живого.	
1.2	Общий обзор применения биоиндикации на клеточном и субклеточном уровнях	Клеточный и субклеточный уровни. Влияние поллютантов на клеточные мембраны. Изменение концентрации и активности макромолекул. Изменение размеров и нарушение физиологических процессов в клетке.	

1.3	Организменный уровень.	Биоиндикация с применением видов-индикаторов животных: морфологические изменения, физиологические изменения, изменения онтогенеза и продолжительности жизни.	
1.4	Популяционно-видовой уровень.	Понятия популяции и вида. Для индикаторов животных: плотность популяции, динамика популяций, пространственная и половая структура популяций.	
1.5	Экосистемный и биосферный уровни Биоиндикация в наземно-воздушной среде	Общая и частная численность видов – индикаторов, биологическое разнообразие сообществ, видовая структура сообществ, спектр жизненных форм и биотопических групп, трофическая структура популяций	
1.6	Биоиндикация в водной среде.	Биоиндикация в водной среде: виды-индикаторы разных типов гидроценозов, угроза инфекционных заболеваний, оценка токсичности воды, эвтрофикация водоемов.	
1.7	Биоиндикация в почве	Биоиндикация в почве: установление таксона почвы и ее происхождения, выяснение отдельных свойств почвы, диагностика элементарных почвенных процессов, антропогенное воздействие на почвы.	
1.8	Фитоиндикация	Методы лишеноиндикации. Шкала реакции лишайников на загрязнители. Индекс полеотолерантности. Классы полеотолерантности. Показатель относительной частоты атмосферы. Картирование территории с использованием лишеноиндикации.	
1.9	Фитоиндикация	Методы индикационной ботаники. Высшие растения в биоиндикации. Особенности использования растений в качестве биоиндикаторов. Фитоиндикация техногенного загрязнения с использованием высших растений. Реакция хвойных и лиственных растений на присутствие загрязнителей воздуха: газоустойчивость и индикационная значимость растений. Структурно-функциональные параметры органов растений и их использование в фитоиндикации.	
1.10	Фитоиндикация	Методы индикационной ботаники. Преимущества и ограничения отдельных структурно-функциональных показателей высших растений при их включении в систему биоиндикации. Экоморфные характеристики, морфометрические показатели растений, оценка их жизненного состояния; структурные показатели вегетативных органов, оценка их флуктуирующей асимметрии, биохимические показатели фитомассы, качества пыльцы, плодов и семян.	
1.11	Фитоиндикация	Методы индикационной геоботаники. Общие сведения об индикационной геоботанике и её история. Основные понятия и направления. Методы индикационной геоботаники. Ландшафты, экосистемы, биогеоценозы и их значение для индикации. Индикационные функции видов и сообществ. Оценка сопряженности индикаторов и индикатов.	
1.12	Фитоиндикация	Методы индикационной геоботаники. Выявление индикаторов. Метод ключевых участков и экологических профилей. Метод эталонов. Выявление видов индикаторов и индикаторных групп методами ординации. Индикационные справочники.	
1.13	Фитоиндикация	Методы индикационной геоботаники.	

		Флористическое разнообразие, экологический потенциал и антропоустойчивость растений степей и лесов. Эколого-фитоценозные группы и антропоустойчивость степных и лесных растений. Растительный покров степей и лесов бассейна Среднего Дона.	
1.14	Фитомониторинг	Методы феномониторинга. Основы фенологических наблюдений. Сезонные явления. Классификация методов: классический метод (регистратор срока), описательные, индикаторы «урожайности», экометрические.	
1.15	Фитомониторинг	Урбомониторинг. Экологические факторы современной урбанизированной среды. Закономерности развития растительных сообществ урбанизированных территорий. Флористическое разнообразие, экологический потенциал и антропоустойчивость растений урбанизированных территорий.	
1.16	Биологические и экологические свойства почвы	Микробиологическая активность почв, ферментативная активность почв, гумусное состояние.	
1.17	Основные принципы методологии исследования и оценки эколого-биологического состояния почв	Выбор наиболее информативных показателей, определение интегрального показателя биологической активности почвы, профильно-генетический метод, сравнительно-географический анализ, учет пространственной и временной изменчивости, единообразие методики и методов исследования.	
1.18	Определение экологических и биологических свойств почвы	Основные методы определения экологических и биологических свойств почвы, методика проведения лабораторных и полевых модельных исследований	
1.19	Экологические последствия антропогенных воздействий	Прогнозирование экологических последствий антропогенных воздействий, нормирование антропогенной нагрузки по степени нарушения экологических функций почвы, оценка применимости различных показателей биологического состояния в мониторинге и диагностике почв	
2. Лабораторные занятия			
2.1	Экологические основы биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живого.	Знакомство с разными уровнями организации живого: одноклеточные организмы, колонизаторы, тканевая организация живого, организм, популяция	
2.2	Клеточный и субклеточный уровни.	Примеры биоиндикационных исследований на клеточном и субклеточном уровнях. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии по одноклеточным животным и методы использования их в биоиндикации	
2.3	Клеточный и субклеточный уровни.	Примеры биоиндикационных исследований на клеточном и субклеточном уровнях. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии по одноклеточным животным и методы использования их в биоиндикации	
2.4	Организменный уровень.	Примеры биоиндикационных исследований на организменном уровне. Использование в биоиндикации тканей животных, реакций организма в целом. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии по тканям и организмам животных и методы использования их в биоиндикации	
2.5	Популяционно-видовой	Примеры биоиндикационных исследований на	

	уровень.	популяционно-видовом уровне (животные). Биоиндикация с применением видов-индикаторов животных: морфологические изменения, физиологические изменения. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии	
2.6	Популяционно-видовой уровень.	Примеры биоиндикационных исследований на популяционно-видовом уровне (животные). Биоиндикация с применением видов-индикаторов животных: изменения онтогенеза и продолжительности жизни. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии	
2.7	Экосистемный и биосферный уровни.	Примеры биоиндикационных исследований на экосистемном и биосферном уровнях: общая и частная численность видов – индикаторов, биологическое разнообразие сообществ, видовая структура сообществ, Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии	
2.8	Экосистемный и биосферный уровни.	Примеры биоиндикационных исследований на экосистемном и биосферном уровнях: общая и частная численность видов – индикаторов, спектр жизненных форм и биотопических групп, трофическая структура популяций. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии	
2.9	Биоиндикация в наземно-воздушной среде	Индикация на уровне видов, семейств животных, приспособления к обитанию в разных климатических зонах и условиях. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии	
2.10	Биоиндикация в почве	Биоиндикация в почве: установление таксона почвы и ее происхождения, выяснение отдельных свойств почвы. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии	
2.11	Биоиндикация в почве	Биоиндикация в почве: диагностика элементарных почвенных процессов, антропогенное воздействие на почвы. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии	
2.12	Биоиндикация в водной среде.	Примеры биоиндикационных исследований на разных уровнях в водной среде. Биоиндикация в водной среде: виды-индикаторы разных типов гидробиоценозов. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии: планктонные организмы	
2.13	Биоиндикация в водной среде	Биоиндикация в водной среде: угроза инфекционных заболеваний, оценка токсичности воды. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии: бентос и перифитон	
2.14	Биоиндикация в водной среде	Биоиндикация в водной среде: эвтрофикация водоемов. Коллекционный материал кафедры зоологии и паразитологии	
2.15	Фитоиндикация	Лихеноиндикация. Методика определения лишайников.	
2.16	Фитоиндикация	Лихеноиндикация. Методика определения лишайников. Виды-индикаторы..	
2.17	Фитоиндикация	Лихеноиндикация. Оценка состояния атмосферы на основе расчета индекса полеотолерантности Трасса. Сбор данных.	
2.18	Фитоиндикация	Лихеноиндикация. Оценка состояния атмосферы на основе расчета индекса полеотолерантности Трасса. Обработка данных.	
2.19	Фитоиндикация	Фитоиндикация по высшим растениям. Методика комплексной оценки загрязнения воздуха в городах по состоянию древесных растений. Выбор растений-биоиндикаторов.	
2.20	Фитоиндикация	Методики биоиндикации с использованием сосны обыкновенной. Индекс повреждения хвои.	

		Изучение генеративных органов. Оценка загрязнения по качеству пыльцы. Коэффициент флуктуирующей асимметрии как показатель качества воздуха.	
2.21	Фитомониторинг	Методы феномониторинга. Календарь природы. Расчеты средней многолетней даты, феноаномалий каждого года и средней феноаномалии. Оценка погодичной фенологической изменчивости рассмотренных явлений.	
2.22	Фитомониторинг	Методы феномониторинга. Описательный интегральный метод фенологических наблюдений. Определение учетных единиц перешедших между, сравнение участков по сезонному развитию, оценка динамики сезонного развития растений.	
2.23	Фитомониторинг	Методы феномониторинга. Интегральный индикатор «урожайности». Расчет среднего размера листовой пластинки, оценка динамики сезонного развития, сравнение сезонного развития двух участков.	
2.24	Фитомониторинг	Методы феномониторинга. Экометрический метод. обработка полевых материалов экологического картирования. Оценка влияния антропогенных факторов на сезонную динамику растительных сообществ.	
2.25	Фитомониторинг	Организация фитомониторинга. Способы оценки фиторазнообразия при изменении окружающей среды: закладка и описание пробных площадей и учетных площадок, учет видового состава, численности, обилия, доминирования видов.	
2.26	Фитомониторинг	Организация фитомониторинга. Методика описания травянистого сообщества.	
2.27	Фитомониторинг	Организация фитомониторинга. Методика описания древесного сообщества.	
2.28	Фитомониторинг	Классификация растений урбанизированных территорий: Постоянные, полноправные виды местной флоры: несинантропные растения: индигенные (индигенофиты и синапофиты) и адвентивные (агриофиты); синантропные растения: апофиты, антропофиты эргазиофиты; адвентивные виды: эфеме(рой)фиты, колонофиты, эпойкофиты. Урбанофлора.	
2.29	Ферментативная активность почв	Каталаза, дегидрогеназы, пероксидазы, инвертаза, протеазы, уреазы, фосфотаза.	
2.30	Определение «дыхания» почвы	Определение «дыхания» почвы в лаборатории по Галстяну, определение интенсивности дыхания микробной биомассы по Роуэллу.	
2.31	Аппликационные методы	Определение целлюлозолитической активности почвы, определение протеазной активности методом фотобумажной автографии.	
2.32	Статистическая обработка результатов	Расчет и интерпретация результатов, коэффициенты — показатели биологических процессов в почве, шкалы для оценки биологической активности почвы.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Экологические основы биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живого. Общий обзор применения биоиндикации на клеточном и субклеточном уровнях. Организменный уровень.	6	20	21	47
2.	Популяционно-видовой уровень. Экосистемный и биосферный уровни.	4	20	21	45
3.	Биоиндикация в наземно-воздушной среде. Биоиндикация в водной среде. Биоиндикация в почве	4	30	22	56
4.	Фитоиндикация	10	30	14	54
5.	Фитомониторинг	4	40	10	54
6.	Биологические и экологические свойства почвы	4	-	2	6
7.	Основные принципы методологии исследования и оценки эколого-биологического состояния почв	4	-	4	8
8.	Определение экологических и биологических свойств почвы	4	-	2	6
9.	Экологические последствия антропогенных воздействий	4	-	2	6
10.	Ферментативная активность почв	-	10	4	14
11.	Определение «дыхания» почвы	-	8	2	10
12.	Аппликационные методы	-	8	2	10
13.	Статистическая обработка результатов	-	8	2	10
	Всего	46	138	68	252

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий, согласно указанному списку.

На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе выполнения работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, самостоятельно и при помощи преподавателя знакомятся с признаками видов, вредящих сельскому и лесному хозяйству, используя материалы кафедры (энтомологические коллекции, гербарии со следами деятельности вредителей), составляют схемы, графики и диаграммы. Результаты учебно-исследовательской работы, включая необходимые рисунки, схемы, заключения и выводы, ответы на вопросы (задания) оформляются в виде письменного отчета. В конце лабораторного занятия результаты и материалы учебно-исследовательской работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе. В случаях пропуска занятия по каким-либо причинам студент обязан его самостоятельно выполнить и во время индивидуальных консультаций отчитаться преподавателю.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов,

формирования профессиональных компетенций ПК-1,5 (владеет методами отбора и лабораторного анализа проб биологических объектов, умеет интерпретировать полученные результаты), ПК-3.1 (проводит теоретические и экспериментальные исследования по заданной тематике, используя высокотехнологичное оборудование, современные IT-технологии и ландшафтно-картографические методы).

Текущие аттестации включают в себя регулярные отчеты студентов, выполненные на лабораторных занятиях, выполнение тестов (контрольных работ) по соответствующим разделам дисциплины. При подготовке к текущей аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат, закрепляют теоретические знания с использованием учебно-методических материалов.

Планирование и организация текущих аттестации знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине (лекции, методические рекомендации к выполнению работ на практических занятиях, фонды оценочных средств, основная и дополнительная литература) на лекционных и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекционных и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения контрольная работа и рефераты могут быть заменены на устное собеседование по вопросам. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата с учетом состояния их здоровья часть занятий может быть реализована при необходимости в присутствии ассистента. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Тетиор А.Н. Экология городской среды /А.Н. Тетиор. – М.: изд центр Академия, 2013. – 352 с.
2.	Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование / [О.П. Мелехова и др.] - 2-е изд. — М.: Academia, 2018. — 283 с.
3.	Основы фитомониторинга: учебное пособие / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. — 3-е изд., доп. и перераб. — Екатеринбург: УГЛУ, 2020. — 90 с. — ISBN 978-5-94984-727-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157286 (дата обращения: 14.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4.	Скворцов, В. В. Методы биоиндикации с использованием донных беспозвоночных

	животных: учебно-методическое пособие / В. В. Скворцов. — Санкт-Петербург: РГПУ им. А. И. Герцена, 2017. — 32 с. — ISBN 978-5-8064-2433-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136714
5.	Лузянин, С. Л. Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей среды: учебное пособие / С. Л. Лузянин, О. А. Неверова. — Кемерово: КемГУ, 2020. — 135 с. — ISBN 978-5-8353-2659-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162581
6.	Карташев, А. Г. Биоиндикационные методы контроля окружающей среды: учебное пособие для вузов / А. Г. Карташев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 138 с. — URL: https://urait.ru

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Ревич Б.А. Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека / Б.А. Ревич, С.Л. Авалиани, Г.И. Тихонова. — М., Центр экологической политики России, 2004. — 268 с.
4.	В.В. Владимиров. Урбоэкология. Конспект лекций. Москва Издательство МНЭПУ, 1999. — 166 с.
5.	Клаусницер Б. Экология городской фауны / Б. Клаусницер. — М.: Мир, 1990. — 164 с.
6.	Коломыц Э.Г. Природный комплекс большого города. Ландшафтно-экологический анализ / Э.Г. Коломыц, Г.С. Розенберг, О.В. Глебова и др. — М.: Наука, МАИК «Наука»/Интерпериодика, 2000. — 286 с.
7.	Хоружая Т.А. Методы оценки экологической опасности. — М.: Экспертное бюро-М, 1998. — 224 с.
8.	Скупченко, В. Б. Биоиндикация окружающей среды : учебное пособие / В. Б. Скупченко, Л. О. Соколова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2009. — 72 с. — ISBN 978-5-9239-0188-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/45196 (дата обращения: 14.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9.	Фитооптимизация урбосреды : учебное пособие / сост. Л. О. Петункина ; Кемеровский государственный университет, Кафедра ботаники. — Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. — 173 с. : схем., табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481510 (дата обращения: 14.11.2021). — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-8353-1813-1. — Текст : электронный.
10.	Викторов С.В., Ремезова Г.Л. Индикационная геоботаника. М., 1988, DjVu+
11.	Кондратюк С.Я., Мартыненко В.Г. Лихеноиндикация. К., 2006, DjVu+
12.	Булохов А.Д. Фитоиндикация и ее практическое применение. Брянск, 2004, DjVu+
13.	Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации. Брянск, 1996, DjVu
14.	Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии. Л., 1982, DjVu
15.	Соловьев А.Н. Сезонные наблюдения в природе. Программа и практика регионального фенологического мониторинга. Киров., 2005, DjVu
16.	Девятова Т.А. Биодиагностика почв: учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности и направлению подгот. высш. проф. образования 020700 "Почвоведение" / Т.А. Девятова, Т.Н. Крамарева; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. — 140 с

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

№ п/п	Ресурс
8	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. — (http://www.lib.vsu.ru/)
9	Фундаментальная электронная библиотека «Флора и фауна». — (http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm)

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (http://www.lib.vsu.ru/)
2	Фундаментальная электронная библиотека «Флора и фауна». – (http://ashipunov.info/shipunov/school/sch-ru.htm)
3	Экология и охрана окружающей среды. Практикум: учебное пособие / В. В. Денисов, Т. И. Дровозова, Б. И. Хорунжий [и др.]. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-4697-1. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/124585 (дата обращения: 14.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

- информационно-коммуникационные технологии: методическое обеспечение учебной дисциплины, с использованием электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО "ВГУ" - Образовательный портал «Электронный университет ВГУ» (www.edu.vsu.ru).

- мультимедийные технологии: проектор Acer DSV0809-DLP, Телевизор Supra STV-LC42T410FL, ноутбук Acer, проектор NEC V281W, Телевизор Hyundai H-LED32V8, ноутбук Asus, компьютеры (системный блок Intel Celeron CPU 430 1.8 GHz, монитор Samsung SyncMaster 17) (12 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»

Программное обеспечение:

DreamSpark (неограниченное кол-во настольных и серверных операционных систем Microsoft для использования в учебном и научном процессе) - лицензия действует до 31.12.2019, дог. 3010-15/1102-16 от 26.12.2016.

Microsoft Office Professional 2003 Win32 Russian, бессрочная лицензия Academic Open, дог. 0005003907-24374 от 23.10.2006.

Офисная система LibreOffice 4.4.4 (Свободно распространяемое программное обеспечение)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория № 282(для проведения занятий семинарского типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Специализированная мебель, экран для проектора, проектор Acer DSV0809-DLP, Телевизор Supra STV-LC42T410FL, ноутбук Acer, Биноклярные микроскопы, коллекционный материал кафедры.
Учебный корпус №1, ауд. 375, 377	Специализированная мебель, микроскопы (МБС, БМ-51-2), гербарий и демонстрационный материал, инструментарий, ноутбук, проектор, экран для проектора на треноге. WinPro 8, OfficeSTD, браузер
Учебный корпус №1, ауд. 470	Специализированная мебель, мобильный экран для проектора, проектор Benq MS502, ноутбук Samsung NP270E5-X01 с возможностью подключения к сети «Интернет» Весы технические АСОМ, газоанализатор Палладий – 3М – 02, шкаф для посуды, плитка электрическая, термостат ТС – 80, водяная баня, муфельная печь, вытяжной шкаф, штативы Бунзена, насос Комовского, шкаф сушильный.

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 (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	Экологические основы биоиндикации. Биоиндикация на разных уровнях организации живого. Общий обзор применения биоиндикации на клеточном и субклеточном уровнях Организменный уровень.	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Доклады, результаты лабораторных работы
	Популяционно-видовой уровень. Экосистемный и биосферный уровни.	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Доклады, результаты лабораторных работы
	Биоиндикация в наземно-воздушной среде Биоиндикация в водной среде. Биоиндикация в почве	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Доклады, результаты лабораторных работы
	Фитоиндикация	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Реферативная работа
	Фитомониторинг	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Реферативная работа
	Биологические и экологические свойства почвы	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Доклады
	Основные принципы методологии исследования и оценки эколого-биологического состояния почв	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Доклады
	Определение экологических и биологических свойств почвы	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Доклады
	Экологические последствия антропогенных воздействий	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Доклады
	Ферментативная активность почв	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Результаты лабораторных работы
	Определение «дыхания» почвы	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Результаты лабораторных работы
	Аппликационные методы	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Результаты лабораторных работы
	Статистическая обработка результатов	ПК – 1 ПК – 3	ПК – 1.5 ПК – 3.1	Результаты лабораторных работы
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет, экзамен				Комплект КИМ

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

20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме защиты обучающимся реферативной работы. Тема реферата выбирается из рекомендованного ниже списка или по предложению обучающегося с согласия преподавателя.

Реферативная работа – краткая запись идей, содержащихся в одном или нескольких источниках, которая требует умения сопоставлять и анализировать различные точки зрения. Это одна из форм интерпретации исходного текста или нескольких источников. Поэтому реферативная работа, в отличие от конспекта, является новым, авторским текстом. Новизна в данном случае подразумевает новое изложение, систематизацию материала, особую авторскую позицию при сопоставлении различных точек зрения.

Реферирование предполагает изложение какого-либо вопроса на основе классификации, обобщения, анализа и синтеза одного или нескольких источников.

Специфика реферативной работы (по сравнению с курсовой работой):

- не содержит развернутых доказательств, сравнений, рассуждений, оценок,
- дает ответ на вопрос, что нового, существенного содержится в тексте.

Структура реферативной работы

- 1) титульный лист;
- 2) содержание, с указанием страниц каждого раздела (главы), подраздела (подглавы);
- 3) введение;
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на разделы (главы) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;
- 5) заключение;
- 6) список источников информации;
- 7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата).

Темы рефератов

Клеточный и субклеточный уровни. Влияние поллютантов на клеточные мембраны. Изменение концентрации и активности макромолекул. Изменение размеров и нарушение физиологических процессов в клетке.

Организменный уровень. Морфологические изменения растений, используемые в биоиндикации.

Биоиндикация с применением видов-индикаторов животных: морфологические изменения, физиологические изменения, изменения онтогенеза и продолжительности жизни.

Популяционно-видовой уровень. Понятия популяции и вида. Для индикаторов растений: плотность популяции, возрастная и экологическая структуры популяции, изменение ареала вида.

Для индикаторов животных: плотность популяции, динамика популяций, пространственная и половая структура популяций.

Экосистемный и биосферный уровни: общая и частная численность видов – индикаторов, биологическое разнообразие сообществ, видовая структура сообществ, спектр жизненных форм и биотопических групп, трофическая структура популяций.

Агроиндикация: педоиндикация, галоиндикация, гидроиндикация.

Биоиндикация природных сред на основе растительных организмов.

Методы биотестирования с использованием голосеменных и цветковых растений.

Литоиндикация и индикация полезных ископаемых.

Индикационные закономерности в степях

Индикационные закономерности в лесах

Фитоиндикаторы временно пересыхающих почв.

Фитоиндикаторы сырых почв.

Фитоиндикаторы очень кислых почв.

Фитоиндикаторы влажных лугов.

Фитоиндикаторы на пастбищах.

Рясковые – биоиндикаторы качества водной среды.

Устойчивость к влиянию техногенной среды разных жизненных форм высших растений.

Фитомониторинг древесных городских насаждений

Фитомониторинг за состоянием агроценозов

Фитомониторинг и охрана растительного мира

Мониторинг видов растений, занесенных в Красную книгу

Фитомониторинг луговой растительности

Фитомониторинг водной и болотной растительности

Фитомониторинг сорно-полевой растительности

Адвентивные виды, мигранты, синантропные виды как объекты мониторинга в урбоэкосистемах.

Роль индикаторных видов при изучении и оценке фиторазнообразия

Роль ключевых видов при изучении и оценке фиторазнообразия.

Критерии оценивания реферативной работы

Реферативная работа оценивается по балльной шкале, балы переводятся в оценки успеваемости следующим образом:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности и компетенций	Шкала оценок
Обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.	Повышенный уровень	85-100 баллов – «отлично»;
Основные требования к курсовой работе и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём работы; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	Базовый уровень	75-84 баллов – «хорошо»
Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании работы или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.	Пороговый уровень	60-74 баллов – «удовлетворительно»
Тема работы не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или курсовая работа не представлена. Не сформированы компетенции:	—	менее 60 баллов – «неудовлетворительно».

20.2. Промежуточная аттестация

Вопросы для промежуточной аттестации

Экологические основы биоиндикации и ее применение в разных областях науки и практики.

Биоиндикация на разных уровнях организации живого.

Клеточный и субклеточный уровни. Влияние поллютантов на клеточные мембраны. Изменение концентрации и активности макромолекул. Изменение размеров и нарушение физиологических процессов в клетке.

Организменный уровень.

Морфологические изменения растений, используемые в биоиндикации.

Биоиндикация с применением видов-индикаторов животных: морфологические изменения, физиологические изменения, изменения онтогенеза и продолжительности жизни.

Популяционно-видовой уровень. Понятия популяции и вида.

Для индикаторов растений: плотность популяции, возрастная и экологическая структуры популяции, изменение ареала вида.

Для индикаторов животных: плотность популяции, динамика популяций, пространственная и половая структура популяций.

Экосистемный и биосферный уровни: общая и частная численность видов – индикаторов, биологическое разнообразие сообществ, видовая структура сообществ, спектр жизненных форм и биотопических групп, трофическая структура популяций.

Биоиндикация в наземно-воздушной среде с помощью растений-индикаторов.

Индикация на уровне видов, свойств почвы, определение содержания азота, расчеты и анализ значимости индикаторов.

Биоиндикация в водной среде: виды-индикаторы разных типов гидроценозов, угроза инфекционных заболеваний, оценка токсичности воды, эвтрофикация водоемов.

Биоиндикация в почве: установление таксона почвы и ее происхождения, выяснение отдельных свойств почвы, диагностика элементарных почвенных процессов, антропогенное воздействие на почвы.

Принципы экономических расчетов в биоиндикации: выбор метода и проведение репрезентативных исследований, территория исследований, географическое положение, количество индикаторных показателей, используемых в исследовании.

Понятие фитомониторинга.

Понятие фитоиндикатора. Индикаторные и аккумулирующие растения. Понятие антропотолерантности.

Стандартизация индикаторных и аккумулирующих растений. Контроль в биоиндикации.

Антропогенные стрессоры, их воздействие на растения.

Понятия «стресс» и «стрессоры».

Принципы организации фитомониторинга.

Особенности использования растений в качестве биоиндикаторов.

Лихеиндикация при мониторинге состояния среды.

Растения и их признаки, используемые при биоиндикации атмосферных Загрязнений.

Видовое разнообразие как показатель состояния экосистем.

Использование метода флуктуирующей асимметрии для оценки состояния среды.

Индикационные функции видов и сообществ.

Метод ключевых участков и экологических профилей.

Индикация литологического состава поверхностных отложений и механического состава почв.

Индикационное ландшафтоведение и индикационная геоботаника.

Экологические группы растений по отношению к суммарной оценке условий увлажнения.
 Экологические группы растений по отношению к грунтовому увлажнению.
 Экологические группы растений по отношению к механическому составу почв.
 Экологические группы растений по отношению к содержанию в почве различных соединений.
 Экологические группы растений по отношению к кислотности почв.
 Индикационные функции видов и сообществ.
 Оценка сопряженности индикаторов и индикатов.
 Серии фитоценозов как индикаторы процессов.
 Региональный характер индикации и экстраполяция индикаторов.
 Выявление индикаторов.
 Метод эталонов.
 Метод ординации.
 Индикационные справочники.
 Индекс полеотолерантности. Классы полеотолерантности.
 Методы фенологических наблюдений

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Компетенция	Показатель сформированности	Шкала и критерии оценивания уровня освоения компетенции			
		5	4	3	2
ПК-1	Знает теоретические основы биологической индикации, пути и методы выявления видов-индикаторов состояния окружающей среды, может применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач	В полном объеме знает теоретические основы биологической индикации, пути и методы выявления видов-индикаторов состояния окружающей среды, способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач	В целом знает, имеет отдельные пробелы в теоретических основах биологической индикации, путях и методах выявления видов-индикаторов состояния окружающей среды, частично освоил знание биологического разнообразия и использования методов наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач	Выборочно (частично) знает теоретические основы биологической индикации, пути и методы выявления видов-индикаторов состояния окружающей среды, частично освоил знание биологического разнообразия и использования методов наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач	Фрагментарные знания или отсутствие знаний
ПК-3	Применяет на практике принципы взаимодействия организмов со средой обитания, анализирует воздействие факторов среды и механизмы ответных реакций организмов, принципы популяционной экологии, экологии сообществ, основы организации и устойчивости экосистем и биосферы в целом	В полном объеме владеет методами и способен применять на практике принципы взаимодействия организмов со средой их обитания, анализирует воздействие факторов среды и механизмы ответных реакций орга-	В целом знает, имеет отдельные трудности в овладении методами, способен частично применять на практике принципы взаимодействия организмов со средой обитания, анализирует воздействие фак-	Выборочно (частично) владеет методами, способен применять на практике некоторые принципы взаимодействия организмов со средой обитания, анализирует воздействие факторов среды и механиз-	Фрагментарные навыки или отсутствие навыков

		низмов, принципы популяционной экологии, экологии сообществ, основы организации и устойчивости экосистем и биосферы в целом	торов среды и механизмы ответных реакций организмов, принципы популяционной экологии, экологии сообществ, основы организации и устойчивости экосистем и биосферы в целом	мы ответных реакций организмов, принципы популяционной экологии, экологии сообществ, основы организации и устойчивости экосистем и биосферы в целом	
--	--	--	---	--	--