

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт естествознания
Кафедра экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Е. В. Скрипникова
«05» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.02.2 Экологические основы биоиндикации

Направление подготовки/специальность: 05.03.06 - Экология и природопользование

Профиль/направленность/специализация: Экологическая безопасность

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

Автор программы:

Кандидат педагогических наук, доцент Дворецкая Татьяна Сергеевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 - Экология и природопользование (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 894).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры экологии и природопользования «09» июня 2021 г. Протокол № 13

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	14
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	21
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	23
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	24

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-4 Способен использовать в профессиональной деятельности теоретические знания и практические навыки в области учения об атмосфере, гидросфере, педосфере, биосфере, биогеографии

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- проектно-производственный

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: экологической безопасности в промышленности; обращения с отходами; охраны природы; предотвращения и ликвидации загрязнений, рационального природопользования, мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-4 Способен использовать в профессиональной деятельности теоретические знания и практические навыки в области учения об атмосфере, гидросфере, педосфере, биосфере, биогеографии	Использует методы биоиндикации и биомониторинга для оценки качества различных природных сред. Анализирует данные о состоянии окружающей среды, полученные с помощью методов биоиндикации

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-4 Способен использовать в профессиональной деятельности теоретические знания и практические навыки в области учения об атмосфере, гидросфере, педосфере, биосфере, биогеографии

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения				
		Очная (семестр)				
		2	3	4	5	7
1	Биогеография	+				
2	Биоповреждения	+				
3	Учение о сферах Земли		+	+	+	
4	Экология почв					+

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Экологические основы биоиндикации» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 05.03.06 - Экология и природопользование.

Дисциплина «Экологические основы биоиндикации» изучается в 2 семестре.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины:

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа	32
Лекции (Лекции)	16
Практические (Практ. раб.)	16
Самостоятельная работа (СР)	40
Зачет	-

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	Основы биологической индикации	2	2	5	Практическая работа
2	Методологические основы биоиндикации	2	2	5	Практическая работа
3	Основные параметры биондикаторов	2	2	5	Практическая работа
4	Биологическая индикация на организменном уровне организации	2	2	5	Практическая работа; Тестирование
5	Биологическая индикация на популяционном уровне организации	2	2	5	Практическая работа
6	Биологическая индикация на биоценотическом уровне организации	2	2	5	Практическая работа

7	Прикладные задачи биоиндикационных исследований	2	2	5	Практическая работа
8	Статистические методы обработки полученных данных	2	2	5	Практическая работа; Тестирование

Тема 1. Основы биологической индикации (ПК-4)

Лекция.

Благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое признание во всем мире и его все чаще используют наряду с методами аналитической химии.

В настоящее время биоиндикация является широко применимым методом контроля и мониторинга. Первоначально ее методический арсенал использовался в качестве диагностических тестов для определения качества загрязненных и контрольных территорий, сейчас эта отрасль носит название биотоксиметрия. Позднее к биоиндикации были отнесены традиционные методы дэм- и синэкологии, регистрирующие динамические и качественные параметры надорганизменных систем. Учитывая общность терминологии, можно использовать в качестве аналогов такие понятия как биотоксиметрия, биоиндикация, биотестирование.

Под биотестированием обычно понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций и характеристик. Биотестирование используется:

- при проведении токсикологической оценки окружающей среды с целью выявления общего благополучия и источников загрязнения,
- при проведении экологического мониторинга, за состоянием воздушного, водного бассейна и почвы,
- при диагностической оценке и мониторинге состояния популяций, видов и экологических систем различного ранга
- при проведении экологической экспертизы новых материалов, технологий очистки и деятельности предприятий.

Приемы определения ПДК, ПВК и др. характеристик загрязнения окружающей среды позволяют с предельной точностью описать количественные характеристики, т.е. они отвечают на вопросы: «Где? Сколько? Чего?». Однако, ключевым вопросом экологии, как науки призванной заботиться о благе человека, является «Насколько это отразится на моем здоровье?». Для решения этой насущной проблемы рациональнее использовать методы биомониторинга и биодиагностики. Проведем сравнительный анализ методов химической и биологической индикации среды.

Черты химической индикации качества окружающей среды:

- + точное определение концентрации и объема поллютантов,
- + возможность ведения мониторинга количественными методами оценки,
- + продуктивный поиск загрязняющих веществ среде,
- не правомерность оценки токсического воздействия на биологические объекты в следствии синергитического принципа взаимодействия веществ в биосфере.
- не возможность прогноза о силе и продолжительности воздействия загрязнителей на живые организмы.
- не возможность определения полного количественного состава исследуемой среды,
- дороговизна большинства экспериментальных работ,

Особенности применения биологических объектов для определения качества окружающей среды:

- + заключение о действии всего комплекса веществ, находящихся в среде обитания исследуемого объекта;
- + возможность проведения экспресс оценки на больших территориях;

- + возможность точного определения силы и характера повреждающих воздействий средовых факторов;
- + возможность определения экологической эффективности природоохранных, мелиорационных и рекультивационных мероприятий;
- не специфичность функциональных реакций живых существ,
- не возможность определения точной концентрации и наименования загрязнителя.
- недостаточное количество описанных тест-объектов и тест-функций, для повсеместного применения методов биотестирования.

На основе выше отмеченных характеристик можно заключить, что биотестирование должно использоваться на первичном этапе исследований загрязненности окружающей среды, мониторинге ключевых территорий, при оценки эффективности природоохранных мероприятий.

Практическое занятие.

- 1 Основные направления биоиндикационных исследований.
- 2 Особенности биологической индикации как подхода к оцениванию состоянию окружающей среды.
- 3 Тест-объекты и тест-функции в биологической индикации.
- 4 Генеральные показатели состояния биологических систем

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Изучение качества водной среды
- 2 Биотестирование водных организмов.
- 3 Тест-объекты водной среды и особенности их изучения.

Тема 2. Методологические основы биоиндикации (ПК-4)

Лекция.

Из всего многообразия исследовательской деятельности в рамках проектов по биологической индикации выделяются три основных направления деятельности:

Теоретические исследования;

Прикладные, опытно-проблемные исследования;

Системные, комплексные исследования.

Теоретико-исследовательские работы направлены на изучение литературы, подготовку докладов, статей, тематических конференций по проблемам экологии

Прикладные, опытно-исследовательские проводятся, как правило, в рамках индивидуальных работ по прикладной региональной, проблемной тематике.

Третий вид деятельности, включающий системные, комплексные исследования, вводятся в практику в последние годы. Он предполагает многоплановые программы. В рамках каждого проекта осуществляется контроль за состоянием отдельных тест-признаков, тест-организмов и тест процессами экологических сообществ. Такие исследования позволяют получить наиболее репрезентативные количественные данные, подлежащие многофакторному анализу, дают представление о величине повреждающего воздействия и восстановительном потенциале сообществ.

Исследовательская работа по экологии предполагает наличие нескольких основных этапов.

Этап 1. Подготовительный. Изучается литература по проблеме исследования. Проводится сбор предварительных данных об объекте изучения, подбираются методики и необходимое оборудование, составляются бланки учетной документации.

Этап 2. Экспериментальный.

В процессе лабораторных исследований, экспедиций, экологических практик, лагерей и других видов экологической деятельности проводятся наблюдения и эксперименты по заранее составленному и утвержденному плану работы.

Этап 3. Камеральный.

Осуществляется обработка образцов экспедиционных материалов, определяется видовой состав, создаются коллекции и гербарии, составляются таблицы, проводится математическая обработка результатов, создание графических образов и моделей.

Этап 4. Аналитический.

Проводится работа по выявлению причинно-следственных связей, закономерностей, экологических проблем, составляющих рекомендации и предложения.

Этап 5. Отчетный. Составляется отчет об исследовании по следующим разделам:

- актуальность темы

цели и задачи исследования,

литературный обзор

экспериментальная часть (описание методик, постановка эксперимента, использование и комментарий чертежей, диаграмм, таблиц, фотографий);

выводы и предложения по работе;

список используемой литературы.

Этап 6. Информационный.

На этом этапе выводы работы приводятся к научно-популярной форме. Делаются публичные доклады о социально значимых результатах, проводится диспут, печатаются статьи в научной и публицистической литературе.

Практическое занятие.

1 Планирование исследовательской деятельности.

2 Типы мониторинга.

3 Цели и задачи биологической индикации.

4 Биомониторинг и биодиагностика.

Задания для самостоятельной работы.

1 Метод флуктуирующей асимметрии.

2 Основные положения метода.

3 Ограниченность применения метода флуктуирующей ассиметрии.

Тема 3. Основные параметры биондикаторов (ПК-4)

Лекция.

Основные параметры биоиндикации.

Выбор изучаемых параметров определяется целью и задачей исследования, характер их изучения. Однако существует базовый набор параметров, оценка которых является наиболее часто практикующейся.

Так при изучении качества среды на основе микроорганизмов и клеток регистрируется продолжительность их жизни, способность к окрашиванию, подвижность, интенсивность размножения.

Изучение на основании тест-организмов претерпела наиболее кардинальные и принципиальные изменения. На сегодняшний момент первостепенным объектом исследования является не организм как таковой, а тест-признаки. Правильность такой перемены обусловлена восстребованностью оценки параметров и свойств четко регистрирующих изменения в среде и не скомпенсированных гомеостатическими механизмами и ошибкой комплексного усреднения. Традиционными параметрами являются: линейные размеры тела, его масса, продолжительность жизни, наличие проявлений старческих черт (физиологические параметры, наличие и развитие вторичной кроны и т.п.). К числу тест-признаков относятся флуктуирующие признаки морфологического и анатомического характера. Принципиально важным является регистрация и анализ именно флуктуирующих признаков, а не проявлений функциональной или генетически детерминированной ассиметрии (ассиметрия нижней челюсти млекопитающих, глоточных зубов некоторых видов рыб и т.д.). Выяснения флуктуационного характера признака – тема отдельного, но обязательно исследования.

Наиболее распространенными параметрами являются показатели популяционного уровня. В этом разделе биоиндикация расширяет спектр своих задач и оценивает не только степень нарушенности под влиянием антропогенных факторов, но и выступает в качестве маркирующего агента определенных динамических свойств экологических объектов организменного и надорганизменного уровней. Такими параметрами являются показатели встречаемости, плотности, численности видов, сравнительная оценка репродуктивного потенциала и реальной интенсивности процесса размножения, соотношение возрастных групп, полов, возраст наступления половой зрелости, степень акселерации, возраст смерти, уровень агрессивности, показатели целостности ареала, наличие и доля особей фенотипических отклонений.

Практическое занятие.

- 1 Особенности лабораторных методов биологической индикации.
- 2 Особенности полевых методов биологической индикации.
- 3 Сравнительный анализ методов полевого и лабораторного исследования.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Морфо-весовые методы биоиндикации.
- 2 Ключевые морфологические параметры, используемые в биоиндикационных исследованиях.
- 3 Изучение качества окружающей среды по весо-ростовому методу оценивания листовой пластинки растений.

Тема 4. Биологическая индикация на организменном уровне организации (ПК-4)

Лекция.

Особенность изучения биоиндикационных закономерностей на уровне организма заключается в специфичности исследовательских программ этого уровня.

Основные факторы уникальности:

- высокая роль индивидуальных различий в реакции на факторы окружающей среды;
- потребность в высоко репрезентативных выборках;
- «эффект рук», заключающийся в большой индивидуальной ошибке инструментальных или глазомерных измерений;
- повышенные требования к однородности выборки;
- возможность определения индикаторных параметров по тест-функциям.

Жизненная функция или критерий токсичности (toxicity criterion), используемые в биотестировании для характеристики отклика тест-объекта на повреждающее действие среды.

Тест-функции, используемые в качестве показателей биотестирования для различных объектов:

для инфузорий, ракообразных, эмбриональных стадий моллюсков, рыб, насекомых - выживаемость (смертность) тест-организмов.

для ракообразных, рыб, моллюсков - плодовитость, появление аномальных отклонений в раннем эмбриональном развитии организма, степень синхронности дробления яйцеклеток.

для культур одноклеточных водорослей и инфузорий - гибель клеток, изменение (прирост или убыль) численности клеток в культуре, коэффициент деления клеток, средняя скорость роста, суточный прирост культуры.

для растений - энергия прорастания семян, длина первичного корня и т.д.

Параметры органной организации стали активно внедряться в индикационные работы после описания метода морфо-физиологических показателей (индикаторов) Шварца.

Метод предусматривал вынесение заключения об успехе функционирования организма по результатам сравнительного описания и оценки весо-размерных показателей удельных масс органов, а также соотношения их масс. В настоящее время этот метод применяется в меньшем объеме вследствие его противоречия нормам научной этики.

Практическое занятие.

- 1 Параметры биологического разнообразия, как ключевые объекты биоиндикации.
- 2 Индексы видовой структуры как объект биоиндикации.
- 3 Признаки, маркирующие устойчивость биологических сообществ

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Область практического применения данных биологической диагностики и мониторинга популяционных систем.
- 2 Градация методов биоиндикации на популяционном уровне.

Тема 5. Биологическая индикация на популяционном уровне организации (ПК-4)

Лекция.

Изучение популяционной экологии давно стало частью методического аппарата биологической индикации. Этому способствовало несколько оптимизирующих факторов:

- структуры популяции являются доказанными показателями устойчивости и депрессивности популяции,
- учитываемые показатели являются дискретными, что исключает субъективность оценивания и повышает точность результатов.
- существует четко разработанная теоретическая основа динамики популяционных состояний при различной напряженности средовых факторов, «сопротивления среды», а также фаз популяционного цикла.

Особенностями сбора информации является сложность выбора ключевого параметра и способа оценивания характеристик. Выбор этих параметров обусловлен не только целями и задачами исследования, но и

- локальными физико-географическими и ландшафтными особенностями района исследования,
- видоспецифичными закономерностями жизненного цикла,
- характера использования пространства,
- базовыми параметрами экологической ниши.

Основными параметрами оценки при биоиндикации на популяционном уровне являются:

- численность,
- показатели обилия,
- генетическая структура,
- пространственная структура,
- функциональная структура,
- иерархическая структура.

Область практического применения данных биологической диагностики мониторинга популяционных образований остается самой востребованной информацией при региональном менеджменте окружающей среды.

Итоги подобной оценки применимы при экологическом зонировании, разработках стратегий охраны редких, исчезающих, ключевых и промысловых видов.

Практическое занятие.

- 1 Цели и задачи биометрической обработки эмпирических данных.
- 2 Основные методы статистического анализа экологических данных.
- 3 Введение в математический анализ.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Классификация методов популяционного анализа.
- 2 Особенности сбора полевых материалов.
- 3 Стратификация, как метод повышения точности аналитических данных.

Тема 6. Биологическая индикация на биоценотическом уровне организации (ПК-4)

Лекция.

Методы биологической индикации на экосистемном (биоценотическом) уровне являются наиболее молодыми и перспективными к числу их неоспоримых преимуществ относится:

- нивелирование ошибок, возникающих в результате повышенной (или пониженной) резистентности отдельных видов или особей;

- получение интегрированной оценки состояния окружающей среды;
- корректное оценивание фоновых показателей среды;
- получение итоговых оценок устойчивости изучаемых сообществ;
- возможность широкой экстраполяции полученных данных;
- малозатратность методов исследования.

Осложняющими условиями являются:

- трудность получения значимых оценок в рамках диагностических исследований;
- высокая трудоемкость методов;
- большое число оцениваемых критериев;
- повышенные требования к уровню квалифицированности исследователя.

Биологическая индикация экосистемных параметров основана на определении генеральных показателей и свойств, а также возможность исполнения основополагающих экологических правил и законов систем надпопуляционного ранга.

К числу таковых принадлежат:

1. фаза сукцессионного цикла;

- тип сукцессии;
- закон сукцессионного замедления;
- скорость обменных процессов;
- видовое богатство;
- относительная выравненность видов;
- адекватность нарушений вдов различных трофических уровней;
- правило полночленности трофической сети;
- продуктивность экосистем;
- видовая структура биоценоза;
- напряженность, сила и объем конкуренции;
- разнообразие условий обитания (первый принцип Тинеманна);
- принцип отклонения условий существования от нормы (второй принцип Тинеманна).

Сбор первичной информации для индикации экологических систем должен быть ориентирован на удовлетворение современных требований биометрических тестов:

Формирование выборок. По Э. Мэгарран анализируемые выборки должны быть репрезентативны, достаточно велики и одинаковы по объему, сформированы с соблюдением правил случайного отбора.

Графический анализ данных. Необходимо построение графиков рангового распределения обилий, которые позволят получить первое представление о модели распределения.

Проверка соответствия эмпирических данных теоретической модели. В тех исследованиях, где оценка разнообразия является основной задачей, часто бывает полезно формально оценить соответствие эмпирических распределений основным моделям видового обилия, а результаты подтвердить с помощью критериев согласия, используя графики рангового распределения обилий и сравнивая их с ожидаемым распределением. Этот прием представляет наибольший интерес, когда исследуемые сообщества подвергаются действию средового стресса.

Расчет индексов разнообразия. Видовое богатство и доминирование рассчитываются по индексам Маргалефа и Бергера-Паркера. Легкость вычисления и интерпретации – их большое преимущество. Затем определяется параметр H' логарифмического распределения. Это стандартная статистическая мера разнообразия. Вместо него можно использовать индекс Q. Для сравнения с результатами исследований других авторов бывает полезным определение индекса Шеннона.

Проверка статистических гипотез. Когда выборки представлены несколькими повторностями, для проверки значимости различий между сообществами необходимо использовать дисперсионный анализ. Если непосредственно сравниваются результаты двух исследований, важно использовать один и тот же индекс разнообразия. По этой причине более информативным может оказаться использование индекса Шеннона, а не поиск новых показателей, более приемлемых с теоретической и прикладной точек зрения.

Практическое занятие.

Популяционные параметры как биологические индикаторы состояния систем надорганизменного уровня.

Особенностями сбора информации.

Основные параметры биоиндикации на популяционном уровне.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Классификация методов популяционного анализа.
- 2 Особенности сбора полевых материалов.
- 3 Стратификация, как метод повышения точности аналитических данных.

Тема 7. Прикладные задачи биоиндикационных исследований (ПК-4)

Лекция.

Применение результатов биоиндикации при управлении природными процессами и проектировании охраняемых территорий. Исследования биоиндикационного профиля представляют собой форму получения информации о состоянии жизнестойкости устойчивости отдельных представителей органического мира и надорганизменных структур. В настоящее время ведется разработка биоиндикационного механизма экспресс-оценки практически значимых параметров. Их оценивание позволит в кратчайший срок отмечать деградационные процессы, выявлять уязвимые сообщества и виды, находящиеся под угрозой деградации и уничтожения. Для разработки программ по управлению природными процессами чаще всего используются результаты изучения популяционных и биоценотических структур, как объектов интегрирующих в себе многообразие действующих факторов и суммарные величины ответов на эти воздействия. Видя восстановительных работ весьма специфичны и будут рассмотрены на практических занятиях.

Вместе с тем есть набор пар «нарушение – способ защиты», относительно универсальных и позволяющих сузить круг действий по предупреждению критических форм нарушений и купированию деградационных проявлений. Для задач применения данных биоиндикации для управления природными процессами проектировании природоохранных территорий наиболее часто употребимы следующие пары:

Снижения численности объекта – регулирование его промысла, восстановление спектра ресурсов (защитных, кормовых и др.), контроль за обилием паразитов и силой конкурентных отношений.

Снижение устойчивости экосистем - правовое регулирование с целью оптимизации экологической ситуации на окружающих территориях, создание условий (восстановление ресурсов, территориальная защита и реакклиматизация) для восстановления видового богатства и выравнивания видов, устранение кластерного характера ключевой (охраняемой) территории, восстановление оптимального соотношения между площадью и протяженностью периметра территории.

Биоиндикация как средство мониторинга фоновых и нарушенных территорий и акваторий. Различные методы физического и химического тестирования позволяют определить компонентный состав абиотической среды в определенный момент времени. Особенностью учитываемых параметров и состояний является их крайняя вариабельность и жесткая зависимость от, зачастую, случайных факторов. Кроме того, результативность данных методов зависит от инструментального фактора. На этом фоне биологические объекты их ключевые функциональные отправления выступают в качестве чувствительных и интегрирующих индикаторов состояния окружающей среды. Их вовлеченность в длительные циклы биогенной циркуляции не всегда позволяют выполнять роль диагностических тестеров. Описанные особенности указывают на приоритетность использования живых организмов и их совокупности для оценки долговременных воздействий, опосредованный характер которых может значительно отличаться по своей направленности и силе воздействия от первоначального. Нельзя не отметить, только биоиндикация в форме фонового мониторинга учитывает и регистрирует результаты синергетические и суммарные эффекты взаимодействия отдельных факторов среды. Осуществление фонового биомониторинга является единственным адекватным методом контроля за качеством среды обитания вблизи потенциально опасных объектов, чье загрязняющее воздействие носит скрытый, многолетне нарастающий, бифуркационный или триггерный характер.

Практическое занятие.

- 1 Методы биологической индикации на экосистемном (биоценотическом) уровне.
- 2 Преимущества индикационных исследований на биоценотическом уровне.
- 3 Предмет индикационных экосистемных исследований.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Особенности изучения пой- и гомойокилотермных животных.
- 2 Основные территориальные (площадочные) методы изучения популяционных характеристик.
- 3 Метод фокальных наблюдений.
- 4 Метод восстановления численности.
- 5 Методы добавления особей или их изъятия.
- 6 Метод относительного учета по промысловому виду .

Тема 8. Статистические методы обработки полученных данных (ПК-4)

Лекция.

История экологии как естественной науки неразрывна связана с использованием в ее методическом аппарате методов математического анализа. Согласно этому признаку экологию, и биоиндикацию, как ее часть, можно разделить на три этапа. Первый связан с описательным характером исследований. Его можно назвать этапом нечисленной оценки (нечисленной биоиндикации). В середине 18 столетия Профессор московского университета К.Ф. Рулье предложит выделить из биологии новую ветвь, зообиологию. Ее основой он считал точные описания взаимодействий между животными и неживой природой. Это положило начало этапу полукчисленной биоиндикации, при котором все процессы и явления относились к глазомерным, чрезвычайно субъективным категориям. Например: много, мало, очень обильно и т.д. И, наконец, во второй половине 20-го века в экологию пришли строгие математические методы. Началась эпоха биометрии.

Биометрия – раздел математической статистики, объединяющий методы анализа полевого или лабораторного материала.

Статистическая обработка цифрового материала, полученного путем опытов, учетов и наблюдений при биологических исследованиях, необходима для проверки степени достоверности результатов и правильного их обобщения. Особенно важна роль статистических методов, как средства, помогающего принять верное решение в условиях неопределенности. Каждый из методов математической статистики имеет свои возможности и ограниченную область своего применения. Использование метода, не соответствующего данному экспериментальному материалу, может привести к неверным обобщениям и необоснованным выводам.

Перед обработкой материалов исследования, прежде всего, необходимо определить задачи, которые должны быть решены математическим путем. Обычно направления статистического анализа заключаются в

1. Вычислении средней арифметической и ее ошибки, коэффициента вариации и других показателей, характеризующих один ряд однородных чисел, полученных в эксперименте или иным путем,
2. Установление по двум и более сопряженным рядам чисел наличия связи (корреляции) между признаками,
3. Определение по двум сопряженным рядам чисел формы зависимости (регрессии) одного признака от другого,
4. Проверка гипотезы о различии (или сходстве) между признаками или вариантами опыта,
5. Выяснение зависимости вариант одного ряда от нескольких вариационных рядов (многомерный анализ),
6. Выяснение характера графической зависимости сравниваемых вариационных рядов (детриты, плеяды, кластеры).

Практическое занятие.

- 1 Цели и задачи биометрической обработки эмпирических данных.
- 2 Основные методы статистического анализа экологических данных.

3 Введение в математический анализ.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Гипергеометрическое распределение.
- 2 Распределение Пуассона.
- 3 Негативное биномиальное распределение.
- 4 Распределение Максвелла.
- 5 Равномерное распределение.
- 6 Логнормальное распределение.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

2 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 10 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Основы биологической индикации	Практическая работа	10	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>9 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>6 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>

2.	Методологические основы биоиндикации	Практическая работа	10	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>9 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>6 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
3.	Основные параметры биондикаторов	Практическая работа	10	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>9 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>6 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>

4.	Биологическая индикация на организменном уровне организации	Практическая работа	10	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>8 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>6 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	<p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>7 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>4 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>
5.	Биологическая индикация на популяционном уровне организации	Практическая работа	10	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>9 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>6 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>

6.	Биологическая индикация на биоценотическом уровне организации	Практическая работа	10	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>9 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>6 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
7.	Прикладные задачи биоиндикационных исследований	Практическая работа	10	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>9 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>6 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>

8.	Статистические методы обработки полученных данных	Практическая работа	10	<p>Устное выступление по результатам доклада сосредоточено на основных вопросах, и завершается выводами, сформулированными в ходе изучения материала. Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>8 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию.</p> <p>6 баллов - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию.</p> <p>3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему.</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	<p>10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>7 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>4 балла – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>
9.	Премияльные баллы		10	Добавляются за результативное участие в проектах, олимпиадах, выставках, конференциях и другие формы активности в процессе изучения дисциплины.
10.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Практическая работа

Тема 1. Основы биологической индикации

- 1 Основные направления биоиндикационных исследований.
- 2 Особенности биологической индикации как подхода к оцениванию состоянию окружающей среды.
- 3 Тест-объекты и тест-функции в биологической индикации.
- 4 Генеральные показатели состояния биологических систем

Тема 3. Основные параметры биондикаторов

- 1 Особенности лабораторных методов биологической индикации.
- 2 Особенности полевых методов биологической индикации.
- 3 Сравнительный анализ методов полевого и лабораторного исследования.

Тема 4. Биологическая индикация на организменном уровне организации

- 1 Параметры биологического разнообразия, как ключевые объекты биоиндикации.
- 2 Индексы видовой структуры как объект биоиндикации.
- 3 Признаки, маркирующие устойчивость биологических сообществ

Тема 5. Биологическая индикация на популяционном уровне организации

- 1 Особенность изучения биоиндикационных закономерностей на уровне организма.
- 2 Тест-функции, используемые в качестве показателей биотестирования.
- 3 Метод морфо-физиологических показателей индикаторов.

Тема 6. Биологическая индикация на биоценотическом уровне организации

- 1 Популяционные параметры как биологические индикаторы состояния систем надорганизменного уровня.
- 2 Особенности сбора информации.
- 3 Основные параметры биоиндикации на популяционном уровне.

Тема 7. Прикладные задачи биоиндикационных исследований

- 1 Методы биологической индикации на экосистемном (биоценотическом) уровне.
- 2 Преимущества индикационных исследований на биоценотическом уровне.
- 3 Предмет индикационных экосистемных исследований.

Тема 8. Статистические методы обработки полученных данных

- 1 Цели и задачи биометрической обработки эмпирических данных.
- 2 Основные методы статистического анализа экологических данных.
- 3 Введение в математический анализ.

Практическая работа

Тема 2. Методологические основы биоиндикации

- 1 Планирование исследовательской деятельности.
- 2 Типы мониторинга.
- 3 Цели и задачи биологической индикации.
- 4 Биомониторинг и биодиагностика.

Тестирование

Тема 4. Биологическая индикация на организменном уровне организации

1. Система биомониторинга какой среды отработана лучше всего.
атмосферы.
гидросферы.
педосферы.
биосферы.
2. В каком случае метод биоиндикации практически незаменим.
контролируемый фактор не может быть измерен.
контролируемый фактор не поддается измерению современными физико-химическими методами.

контролируемый фактор напрямую связан с жизнедеятельностью живых организмов.

контролируемый фактор вызывает у живых организмов однозначную реакцию.

3. В каком случае метод биоиндикации практически незаменим.

контролируемый фактор не поддается измерению современными физико-химическими методами.

контролируемый фактор легко измерить, но трудно интерпретировать.

контролируемый фактор напрямую связан с жизнедеятельностью живых организмов.

контролируемый фактор вызывает у живых организмов однозначную реакцию.

Тема 8. Статистические методы обработки полученных данных

1. Какой тип живых организмов-биоиндикаторов не существует.

избирательный.

специфичный.

аккумулятивный.

универсальный.

2. В каких странах наиболее развиты системы биомониторинга окружающей среды.

США и Канада.

Япония и Китай.

Германия и Нидерланды.

Бразилия и Аргентина.

3. Что такое биоиндикторы.

биологические объекты, используемые для оценки состояния окружающей среды.

вещества природного происхождения, используемые при химическом определении некоторых загрязнителей.

животные и растения, проявляющие повышенную чувствительность к загрязнению окружающей природной среды.

биомеханические устройства, показывающие уровень загрязненности окружающей природной среды.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-4)

1. Предмет, цели и задачи биологической индикации.
2. Основные исследовательские направления.
3. Правила. Законы. Понятийный аппарат.
4. Сравнительный анализ полевых и лабораторных исследований.
5. Биомониторинг и биодиагностика.
6. Основные параметры оценивания токсичности окружающей среды.
7. Особенности биоиндикации на популяционном уровне организации.
8. Параметры оценки качества окружающей среды при изучении организмов.
9. Особенности биоиндикации на биоценоотическом уровне организации.
10. Параметры оценки окружающей среды при изучении биоценозов.
11. Методы, применяемые при изучении биоценозов.
12. Применение результатов биоиндикации при управлении природными процессами, проектировании.
13. Биоиндикация как средство мониторинга фоновых и нарушенных территорий и акваторий.
14. Биоиндикация как метод оценки качества (здоровья) среды.
15. Понятие о выборочной совокупности. Репрезентативность выборки.
16. Вариационный ряд. Типы вариационных рядов. Основные параметры вариационного ряда.
17. Типы распределения дат вариационного ряда.

18. Регрессионный анализ. Методы и область применения.
19. Корреляционный анализ. Методы и область применения.
20. Кластерный анализ. Методы и область применения.
21. Биометрия. Методы и область применения.
22. Индексы биометрии, применяемые при биоиндикационных исследованиях.
23. Методы оценки качества окружающей среды на организменной уровне.
24. Индексы определения обилия.
25. Индексы, применяемые в популяционных исследованиях. Биологический смысл и область применения.
26. Индексы, применяемые в биоценологических исследованиях. Биологический смысл и область применения.
27. Индексы, применяемые в этологических исследованиях. Биологический смысл и

Типовые задания для зачета (ПК-4)

Не предусмотрено

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-4	Знает основные понятия биологической индикации, основные исследовательские направления, особенности биологической индикации на различных уровнях организации живого. Владеет методологическими основами биоиндикации, навыками планирования полевых и лабораторных биоиндикационных исследований. Умеет применять биоиндикацию при управлении природными процессами, экологическом проектировании, проводить статистическую обработку, полученных экспериментальных данных. Ответ логичен, может выделить междисциплинарные связи.¶
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-4	Не знает основные понятия биологической индикации, основные исследовательские направления, особенности биологической индикации на различных уровнях организации живого. Не владеет методологическими основами биоиндикации, навыками планирования полевых и лабораторных биоиндикационных исследований. Не умеет применять биоиндикацию при управлении природными процессами, экологическом проектировании, проводить статистическую обработку, полученных экспериментальных данных. Не может выделить междисциплинарные связи. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;

- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Мелехова О.П., Сарапульцева Е.И. Биологический контроль окружающей среды : биоиндикация и биотестирование : учеб. пособ. для вузов. - 3-е изд. , стер.. - М.: Академия, 2010. - 288 с. : табл.
2. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений : учебное пособие. - 2-е изд.. - Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2016. - 307 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458079>
3. Артеменко С. В., Квашнина Ю. М. Практикум по профилю: биотестирование загрязненных сред: учебно-методический комплекс. Методические рекомендации для студентов направления 06.03.01. «Биология», профиль подготовки «Биоэкология», очной формы обучения : учебно-методический комплекс. - Тюмень: Тюменский государственный университет, 2015. - 35 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571843>
4. Ларичкин В. В., Ларичкина Н. И., Немущенко Д. А. Экология: оценка и контроль окружающей среды : учебное пособие. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. - 124 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576396>

6.2 Дополнительная литература:

1. Каракеян В. И., Севрюкова Е. А. Экологический мониторинг : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 397 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451171>
2. Латышенко К. П. Экологический мониторинг : Учебник и практикум для вузов. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2021. - 424 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/466457>
3. Хаустов А. П., Редина М. М. Экологический мониторинг : Учебник для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 543 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450199>

4. Богданов, И. И. Экология популяций и сообществ : учебное пособие для студентов экологических специальностей педагогических вузов. - 2025-10-27; Экология популяций и сообществ. - Омск: Издательство ОмГПУ, 2015. - 256 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/105338.html>
5. Гарицкая, М. Ю., Шайхутдинова, А. А., Байтелова, А. И. Экология растений, животных и микроорганизмов : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Экология растений, животных и микроорганизмов. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 346 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/61425.html>

6.3 Методические разработки:

1. Околелова А. А., Егорова Г. С. Экологический мониторинг : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. - Волгоград: Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), 2014. - 116 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255954>
2. Хуаз С. Х., Киселёв М. В., Мельников С. П. Методические указания по дисциплине «Экологический мониторинг природных объектов» по выполнению практических занятий для обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение» (квалификация (степень) «бакалавр») : методическое пособие. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2015. - 60 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445940>
3. Лысенко, И. О., Кабельчук, Б. В., Емельянов, С. А., Коровин, А. А., Мандра, Ю. А., Кознеделева, Т. Н. Охрана окружающей среды : учебное пособие для проведения практических занятий. - Весь срок охраны авторского права; Охрана окружающей среды. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2014. - 112 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/47336.html>

6.4 Иные источники:

1. Архив научных журналов - <https://arch.neicon.ru/xmlui/>
2. Библиотека научной и учебной литературы - <http://sbiblio.com>
3. Библиотека РАН - <http://www.ras.ru/>
4. Биоразнообразие. Practical Science - <http://www.sci.aha.ru/biodiv>
5. Большая российская энциклопедия - <https://bigenc.ru/>
6. Большая советская энциклопедия - <http://slovari.yandex.ru/dict/bse/article/00084/17900.htm>
7. Всемирный фонд природы - <http://wwf.org>
8. Институт проблем экологии и эволюции РАН - <http://sevin.ru>
9. Институт экологии растений и животных УрО РАН - <https://ipae.uran.ru/>
10. Интернет библиотека электронных книг Elibrus - <http://elibrus.lgb.ru/psi.shtml>
11. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - www.monographies.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Архив научных журналов зарубежных издательств. – URL: <https://arch.neicon.ru>
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
5. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
6. Юрайт: электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.