

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра биологии и декоративного растениеводства

«Утверждаю»

Проректор по учебно-
методической работе
_____ Ю.А. Устименко
«09» сентября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.10.02 Биотестирование экосистем**

Направление подготовки: 05.03.06 Экология и природопользование

Направленность: Экология и природопользование

Курс – 4

Семестр – 8

Форма обучения – очная

Всего зачетных единиц – 2, часов – 72

Лекции – 20 час.

Лабораторные занятия – 20 час.

Самостоятельная работа – 32 час.

Форма отчетности: зачет – 8 семестр

Программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки
05.03.06 Экология и природопользование

Программу разработал:

канд. биол. наук, доцент Андрееenkova И.В.

Одобрена на заседании кафедры биологии и декоративного растениеводства
«02» сентября 2021 года, протокол № 1

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.10.02 «Биотестирование экосистем» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОП по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование. Данная дисциплина ориентирована на изучение водных, наземно-воздушных и почвенных экосистем и предназначена для подробного изучения студентами-бакалаврами экологического состояния водных, воздушных и почвенных объектов на основе методов биотестирования и биоиндикации, рассмотрения различных аспектов воздействия факторов среды и загрязнителей на организмы, популяции и экосистемы.

Представляя собой комплексную дисциплину, в которой гидробиологические и экологические подходы и методы занимают центральное место, биоиндикация и биотестирование самым тесным образом связаны с гидробиологическим и экологическим мониторингом, экотоксикологией, гидрологией, общей экологией. При изучении данного курса студентам необходимо широко пользоваться знаниями, полученными в названных дисциплинах

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие следующей компетенции:

ОПК-8 – владением знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности.

ПК-15 – владением знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия и принципы биотестирования, их связь с биоиндикацией и экологией, основные возможности в изучении природных экосистем;
- назначение, методы и этапы биотестирования и биоиндикации применительно к исследованию объектов разных экосистем;
- содержание и возможности основных методов биотестирования и биоиндикации при исследовании экологического состояния водоемов и водотоков, почвенной среды и воздушной среды;
- критерии и этапы исследований, характеризующих состояние и качество природных и природно-антропогенных экосистем.

Уметь:

- обосновать необходимость применения и практического использования методов биотестирования и биоиндикации в практике решения экологических задач;
- выполнять расчеты критериев оценки экологического состояния водных, воздушных и почвенных объектов на основе изученных методов;
- осуществлять отбор и пробоподготовку природных объектов;
- проводить анализ результатов расчетов, характеризующих состояние экосистем и воздействия на них на основе методов биотестирования и биоиндикации.

Владеть:

- основными понятиями, терминами и определениями экологического биотестирования;
- методами экологического анализа, а также методами отбора проб биологических служб;
- основными методами индикации и анализа загрязняющих вредных веществ.

3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Биотестирование – перспективное направление в системе наук об окружающей среде.

Раздел 2. Биоиндикация и биотестирование. Специфическая их особенность – оценка экологических последствий совместного действия антропогенных и природных факторов на живые объекты.

Раздел 3. Виды и методы биоиндикации и биотестирования.

Раздел 4. Биоиндикация и биотестирование водной среды.

Раздел 5. Влияние естественных и антропогенных экологических факторов на устойчивость биоты.

Раздел 6. Охрана окружающей среды.

Раздел 7. Методы биотестирования биологических объектов

Раздел 8. Методы биотестирования и биоиндикации воздушной среды.

Раздел 9. Методы биотестирования и биоиндикации почв

Раздел 10. Контрольные занятия по темам: «Биоиндикация и биотестирование на разных уровнях живого», «Виды и методы биоиндикации и биотестирования».

Контрольное занятие по теме «Методы биоиндикации и биотестирования разных экосистем».

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Введение. Биотестирование – перспективное направление в системе наук об окружающей среде.	4	2	-	2
2.	Биоиндикация и биотестирование. Специфическая их особенность – оценка экологических последствий совместного действия антропогенных и природных факторов на живые объекты.	6	4	-	2
3.	Виды и методы биоиндикации и биотестирования	4	2	-	2
4.	Биоиндикация и биотестирование водной среды	6	4	-	2
5.	Влияние естественных и антропогенных экологических факторов на устойчивость биоты	8	-	4	4
6.	Охрана окружающей среды	8	-	4	4
7.	Методы биотестирования биологических объектов	8	2	-	6
8.	Методы биоиндикации и биотестирования воздушной	12	2	6	4

	среды				
9.	Методы биоиндикации и биотестирования почв	12	4	4	4
10.	Контрольные занятия по темам «Биоиндикация и биотестирование на разных уровнях живого», «Виды и методы биоиндикации и биотестирования»; «Методы биоиндикации и биотестирования разных экосистем».	4		2	2
	ИТОГО:	72	20	20	32

5. Виды учебной деятельности

Лекции

1. Введение. Биотестирование – перспективное направление в системе наук об окружающей среде. Предмет, специфика объектов исследования, задачи курса. Связь биотестирования экосистем с биоиндикацией.
2. Специфическая особенность биоиндикации и биотестирования – оценка экологических последствий совместного действия антропогенных и природных факторов на живые объекты. Практическое значение и актуальность биоиндикации и биотестирования как составных частей мониторинговых исследований.
2. Биотестирование как экспериментальный метод. Основные задачи и принципы биотестирования. Понятие токсического эффекта. Комбинированное воздействие токсикантов на живые организмы. Токсический эффект смесей поллютантов: аддитивность, антагонизм, синергизм, сенсбилизация. Многокомпонентное загрязнение. Понятие интегральной токсичности объектов окружающей среды.
3. Классификация биотестов. Экспрессивные и хронические биотесты. Организмы, используемые в качестве тест-объектов. Многообразие тест-реакций: физиологические, морфологические, генетические, поведенческие, вегетативные. Летальные и сублетальные тест-реакции.
4. Тест-критерии. Чувствительность биотеста. Подбор тест-объектов и определение для них тест-критериев на основе экофизиологических исследований. Культивирование тест-объектов. Визуальные и приборные биотесты. Регистрация результатов биотестирования. Биотестовые измерительные системы.
5. Примеры биотестов. Использование микроорганизмов в биотестировании. Биотесты на основе бактериальной биOLUMИнесценции. Водоросли и высшие водные растения в биотестировании. Простейшие организмы как тест-объекты. Биотесты с использованием беспозвоночных и позвоночных животных. Модельные сообщества в биотестировании. Перспективность использования биотестирования. Стандартизация биотестов и нормирование биотестовых оценок токсичности.
6. Виды и методы биоиндикации. Классификация биоиндикаторов и их характеристика.
7. Биоиндикация водной среды. Экологические зоны водоемов. Основные свойства водной среды. Основные направления в биоиндикационной оценке водоемов: оценка экологического состояния водоемов по показательным организмам (биоиндикаторам); оценка экологического состояния водоемов по видовому разнообразию; оценка экологического состояния водоемов по показательным видам и биоразнообразию бентоса. Основные методы индикации водоемов.

Гидрохимический метод. Бактериологический метод. Биологический метод. Экспресс – метод.

8. Методы биоиндикации и биотестирования биологических объектов (биоты).

9. Методы биоиндикации и биотестирования воздушной среды. Параметры оценки экологического состояния воздушной среды. Экологические проблемы оценки состояния воздушной среды. Биоиндикационные методы контроля воздушной среды.

10. Методы биоиндикации и биотестирования почв. Параметры оценки экологического состояния почв. Основные экологические проблемы оценки состояния почв. Биоиндикационные методы контроля экологического состояния почв. Биоиндикация почвенных микро- и макроэлементов. Фаунистическая биоиндикация.

Лабораторные работы:

Лабораторные работы:

1. Влияние естественных и антропогенных экологических факторов на устойчивость биоты

В этом разделе предлагается ряд работ по действию экологических факторов на клетку и организм: абиотических и антропогенных. Все экологические факторы воспринимаются разными видами организмов по-разному. Все действия проходят через клетки и их компоненты, межклеточные и тканевые взаимодействия выражаются в определенных реакциях изменения метаболизма, функций. Влияние факторов выражается в изменении проницаемости покровных тканей листа, изменении в компонентах клетки, а также в нарушении жизнедеятельности отдельных органов растений.

1.1. Определение температурного порога коагуляции белков цитоплазмы клеток разных растений

Клетки разных растений имеют неодинаковую устойчивость к повышенным температурам. Цель работы показать эту разницу на ряде древесных растений.

Ход работы:

Острой бритвой приготовить по 12 срезов эпидермиса листьев разных древесных растений, поместить по два среза в пробирки, в которые налито небольшое количество водопроводной воды.

Нагреть в большой колбе воду. Смешивая горячую воду с холодной. Приготовить в шести химических стаканах водяные бани с температурой 48,50,52,54,56 и 60 градусов. Надеть на пробирку поясok из бумаги, где записать температуру. Погрузить одновременно в водяные бани пробирки со срезами, поддерживая установленную температуру. Через 10 минут извлечь срезы кисточкой из пробирок, перенести на предметные стекла, снабженные надписями. Если клетки содержат пигмент, следует их окрасить «нейтрально-красным» в течение 10 минут, затем нанести на срезы по капле 1М раствора сахарозы. Закрыть покровными стеклами и через 15-20 минут рассмотреть под микроскоп. Наличие плазмолиза показывает, что клетки живые, отсутствие – мертвые. Результаты оформить в виде таблицы.

1.2. Определение устойчивости клеток различных растений к обезвоживанию.

В условиях жаркого сухого климата, а также городских экосистем явление обезвоживания органов у древесных растений встречается очень часто. Это явление выражается в потере тургора, пожелтении, появления некрозов на листьях.

Ход работы:

Берут листья разных пород древесных растений, растущих в относительно чистой зоне, но встречающиеся в уличных посадках города. Из листа растения вырезают пластинки размером 2-4 квадратных сантиметра и кладут в эксикатор над

серной кислотой, разбавленной в соотношении 12:1. Пластинки выдерживают в течение 2 часов, затем делают срезы, окрашивают «нейтральным красным» и плазмируют молярным раствором сахарозы. Просматривают под микроскопом в разных полях зрения и подсчитывают оставшиеся живыми клетки по возникшему плазмолизу. Чем больше осталось живых клеток, тем лучше растение выносит обезвоживание. Делают соответствующие выводы.

1.3. Определение устойчивости растений к засолению почвы и воздуха.

Ход работы:

Опыт имитирует влияние солевых осадков на лист, т.е. действие на лист раствора солей.

Ветки разных видов древесных растений с одинаковым числом листьев выравнивают путем взвешивания, выдерживают путем полного погружения в 5%-ных растворах солей (хлорида натрия, карбоната натрия) в течение 15, 30, 45 минут. Контрольные ветки выдерживают в воде. Для опыта требуется не менее 4 веток каждого вида. После это ветки ставят в воду. Испарение воды из пробирок предотвращают изолированием фольгой. Через неделю производится оценка состояния растений и измерения поглощенной воды. Делаются соответствующие выводы.

2. Охрана окружающей среды

2.1. Оценка фитонцидной активности растений и токсичности оседающей пыли в опытах с простейшими и с насекомыми.

С древности люди использовали фитонцидные свойства растений и их частей для очистки воздуха помещений от бактерий и насекомых. Древние врачи путем пропитки тел усопших ароматическими смолами, экстрактами лука, эвкалипта, натирания бальзамами умели предохранить трупы от гниения; мумифицировали их. Всем известны способы хранения свежего мяса, рыбы: обертывание тканью, смоченной в кашице чеснока и лука, обертывание листьями крапивы, черемши, лопуха, которые используются как антисептики. Широко применяется с древности вдыхание паров эвкалипта, пихтовой смолы, полоскание горла вытяжками из почек сосны, березы и др.

Ход работы.

А. Проба с простейшими.

Для опытов берут культуру простейших, приготовленную заранее.

А) Висячую каплю культуры простейших помещают над часовым стеклом с кашицей или вытяжкой исследуемого материала, чтобы они не соприкасались и, наблюдая в микроскоп, отмечают по секундомеру время прекращения движения простейших.

Фитонцидную активность (А) выражают в единицах, рассчитанных по формуле: $A=100/T$, где Т – время.

Картина гибели простейших под влиянием фитонцидов разных растений различна. Это растворение (лизис), образование вздутий и пузырей, сморщивание, просто прекращение движения и т.д.

Б) В каплю жидкости, содержащей культуру с простейшими, в середине часового стекла добавляют меньшую каплю вытяжки растений с сильной фитонцидной активностью. Наблюдают сначала усиление движения, затем избегание простейшими фитонцидной вытяжки (рассредоточение по краям), далее обнаруживается уменьшение и вовсе прекращение движения.

Через некоторое время можно видеть и морфологические изменения, указанные в предыдущем разделе данной работы.

2.2. Загрязнение пищевых продуктов нитратами и их определение в различных овощных культурах в зависимости от вида, сорта, ткани.

Ход работы

Нитраты – неотъемлемая часть наземных и водных экосистем. В то же время, в связи с применением в больших масштабах азотных удобрений, поступление неорганических соединений азота в растения возрастает. Наблюдается четкое различие

видов и сортов растений по накоплению и содержанию нитратов. В предлагаемой работе изложен метод определения нитратов у различных видов, сортов, тканей и частей овощной продукции. При этом описываются два варианта: с использованием выжатого сока и целых растений.

Допустимые нормы нитратов (по данным ВОЗ) составляют 5 мг (по нитрат-иону) в сутки на 1 кг массы взрослого человека, т.е. примасе 50-60 кг – это 220-300 мг, а при 60-70 кг – 300-350 мг.

В предлагаемой работе изложен метод определения нитратов у различных видов, сортов, тканей и частей овощной продукции, который основан на хорошо известной реакции нитрат-иона с дифениламином.

А. Определение нитратов в соке растений.

Ход работы.

За несколько дней до занятия студентам дается задание принести различные овощи, купленные в магазине, или с собственного участка. Овощи следует вымыть и обсушить.

В один из пузырьков наливают 10 мл исходного раствора нитрата натрия, соответствующего по концентрации максимальному содержанию нитратов в овощах – 3000 мг на кг.

Готовят серию калибровочных растворов путем разбавления пополам предыдущего. Получают серию растворов с разным содержанием нитратов: 3000, 1500, 750, 375, 188, 94, 47, 23 мг/кг.

Под предметное стекло подкладывают лист белой бумаги, на стекло капают две капли изучаемого раствора и две такие же капли дифениламина в трехкратной повторности. Описывают реакцию согласно следующей градации, которую можно использовать как для калибровочных растворов, так и для двух типов анализов (по Церлинг, 1965).

Следует отметить, что основой для определения содержания нитратов в соке должны быть собственные исследования, а не предложенная таблица, т.к. окраска может варьироваться в зависимости от качества реактивов, срока их годности, температуры в помещении.

Овощи и плоды расчленяют на части: зона, примыкающая к плодоножке, кожура, периферическая часть, срединная часть, кочерыжка (у капусты), жилки, лист без жилок. Вырезанные части мелко режут ножом и быстро растирают в ступке, сок отжимают через 2-3 слоя марли. 2 капли сока капают на чистое предметное стекло, положенное на белую бумагу, добавляют 2 капли дифениламина. Быстро описывают все наблюдаемые реакции по схеме. Повторность опыта трехкратная. В случае сомнений в содержании нитратов в той или иной части овощной продукции капают рядом калибровочный раствор с известной концентрацией вещества и повторяют реакцию с дифениламином.

Анализ начинают с сока капусты и картофеля, затем помещают эти овощи в термостойкий химический стакан с кипящей дистиллированной водой и кипятят 10-15 минут, после чего анализируют и отварные овощи, и отвар. За время варки делают анализ различных частей других овощей и плодов (не менее четырех видов на занятие). Записывают результаты в общую таблицу на доске и в частую – в тетрадь.

Исследуемое растение	Часть	Баллы	Содержание нитратов в мг/кг
Картофель свежий	А)под. кожурой Б)срединная часть		
Картофель отварной	Те же части		
Капуста	А)жилки Б)кочережка В)лист		

Капуста отварная	Те же части		
Отвар			

Б.Определение нитратов в целых растениях.

Отрезают у свежих растений части в виде толстых срезов: куски стеблей, черешков, плодов. Кладут их на полоску восковой бумаги. Капают на различные части среза по несколько капель 1%-го раствора дифениламина в серной кислоте, отмечают окрашивание согласно вышеприведенной шкале. При этом в случае малых концентраций нитратов в продукции и при отсутствии синей окраски может наступить порозовение ткани вследствие ее обугливания от серной кислоты в реактиве дифениламина.

Биоиндикация воздушной среды.

3.1.Изменение цвета флавоноидных пигментов различных цветковых растений под влиянием рН среды, солей тяжелых металлов.

Изменение цвета флавоноидных пигментов можно использовать как весьма информативный признак. В природной обстановке при загрязнении среды видны изменения цвета всего растения или отдельных его частей, а чаще – точечные изменения цвета на листьях, плодах и лепестках. Весь комплекс экологических факторов (температура воздуха, почвы, влагообеспеченность, рН среды, загрязнение почв и воздуха тяжелыми металлами) сказывается на биосинтезе пигментов, и этот биоиндикатор может оказаться наиболее информативным.

Ход работы.

1.Комочек ваты размером с просыное зерно смачивают в одном из растворов кислот, аммиака, исследуемых солей, прикрепляют лейкопластырем к листу или лепестку цветущего растения, выдерживают 1 – 1,5 часа, затем снимают. Реакцию учитывают как во время текущего занятия, так и через 1-2 недели.

2.Кусочки лепестков свежих цветов, срезанную чешую фиолетового лука или листья фиолетовой капусты помещают в чашку Петри, заливают полностью или частично (в виде накапывания) растворами кислот, аммиака или солей тяжелых металлов, следят за изменением окраски.

3.Лепестки сухих или свежих антоциансодержащих растений заливают горячей дистиллированной водой, чтобы они размякли, растирают пестиком до состояния жидкой кашицы. Выжимают через марлю и разливают по пробиркам, оставив образец раствора для контроля. Добавляют поочередно в каждую пробирку по несколько капель кислот (имитация кислых осадков), аммиака, растворов солей тяжелых металлов. Следят за последовательным изменением окраски.

Схема записи опытов:

Название растений	Изм-е цвета контроль	Изм-е цвета соляная кислота	Изм-е цвета гидроксид аммония	Изм-е цвета хлорид железа	Изм-е цвета нитрат свинца	Изм-е цвета нитрат ртути	Изм-е цвета сульфат цинка

Самостоятельно делают соответствующие выводы.

3.2. Накопление фенольных соединений в органах цветковых растений, мхах, лишайниках как проявление защитной реакции на неблагоприятные условия.

Ход работы

Накопление фенольных веществ под влиянием неблагоприятных и стрессовых условий среды обеспечивает устойчивость вида. Эти вещества выполняют роль защитных барьеров на пути механических, химических, термических факторов среды.

Навеску в 1-3 г сухого перемолотого или 4-10г свежего растертого в ступке растительного материала нагревают в стаканчике на 100мл с 40мл дистиллированной

воды в течение 15 минут на кипящей водяной бане. Экстракт охлаждают, фильтруют и доводят до метки в колбе на 50мл.

Часть полученного экстракта переносят в фарфоровую чашку, добавляют 750мл дистиллированной воды и 25мл раствора индигокармина. Смесь титруют 0,1н раствором марганцовки при перемешивании. Окончание титрования устанавливается по появлению в растворе золотисто-желтого оттенка. Результат титрования умножают на перерасчетный коэффициент для перевода миллилитров 0,1н раствора марганцовки в миллиграммы фенольных соединений, содержащихся в 210мл взятого на титрование экстракта.

Для большей точности параллельно проводят контрольное титрование, в котором 10мл экстракта заменяют 10мл дистиллированной воды и полученное значение вычитают из основного определения.

3.3. Оценка состояния окружающей среды по наличию, обилию и разнообразию видов лишайников (лихеноиндикация).

Очень информативными биоиндикаторами состояния воздушной среды и ее изменения являются низшие растения: мхи и лишайники, которые накапливают в своем слоевище (таллуме) многие загрязнители. Лишайники очень нетребовательны к факторам внешней среды, однако для своего нормального функционирования они нуждаются в чистом воздухе. Особенно они чувствительны к сернистому газу. Научное направление биомониторинга за состоянием воздушной среды при помощи лишайников называется лихеноиндикацией.

Ход работы.

Трансекту длиной в 2-3км удобно разместить перпендикулярно насыщенной автотранспортом загородной дороге, примыкающей к лесному массиву, состоящему из небольшого разнообразия древесных видов (например, сосна с примесью березы или дубового насаждения с примесью клена). Её разбивают на ряд участков: 1)возле дороги; 2) в 100м; 3) в 300м; 4) в 500м; 5) в 1000м; 6) в 2000-3000м от дороги. На каждом участке закладывают пробные площадки размером 20×20м, 50×50м, 100×100 (в зависимости от цели исследования и разреженности насаждения).

На каждой пробной площадке учитываются следующие параметры:

- а)общее число видов лишайников;
- б)степень покрытия слоевищами лишайников каждого дерева;
- в)частота (встречаемость) каждого вида;
- г)обилие каждого вида.

При этом могут быть употреблены следующие градации:

Оценка	Частота встречаемости	Степень покрытия
1	Очень редкая	Очень низкая
2	Редкая	Низкая
3	Небольшая	Средняя
4	Большая	Большая
5	Очень высокая	Очень большая (встречается на большинстве деревьев)

В кратковременной студенческой практике информативность занятия может быть сокращена до определения общего количества видов и степени покрытия деревьев.

Влияние загрязнения среды на встречаемость лишайников (составлена по работам многих авторов)

Зона загрязнения	Частота встречаемости лишайников	Загрязнение воздуха сернистым газом, мг на куб.м	Оценка загрязнения
1	Лишайники на деревьях и на	Больше 0,3-0,5	Сильное

	камнях отсутствуют		загрязнение
2	Лишайники также отсутствуют на стволах деревьев и камнях. На северной стороне Деревьев и в затемненных местах встречается зеленоватый налет водоросли плеврококкус	Около 0,3	Довольно сильное
3	Появление на стволах и у основания деревьев серозеленоватых твердых налипших лишайников леканоры, фисции	От 0,05 до 0,2	Среднее
4	Развитие налипших лишайников – леканоры и других, водоросли плеврококкуса, появление листоватых лишайников (пармелия)	Не превышает 0,05	Небольшое
5	Появление кустистых лишайников	Малое содержание	Воздух очень чистый

3.4. Биотестирование водной среды

4.1 Методы биотестирования качества природных и сточных вод: а) с рачком дафния магна, б) с ряской

Ход работы

А). Наливают в химические стаканы сточную воду до прохождения через очистные сооружения и после (по 200мл в трехкратной повторности). Контроль – очищенная или аквариумная вода. В каждый стакан помещают по 10 рачков в возрасте 2-4 суток. Дафний сначала помещают в контрольные. А затем в опытные стаканы. При проведении опыта их не кормят.

По истечении 1,2,4,8,24,48 часов снимают результаты опытов, учитывая при этом число живых особей, их поведение (активность, характер передвижения), количество сброшенных эфиппиумов.

Погибших дафний удаляют пипеткой, после чего пипетку тщательно моют. Для контроля должна быть отдельная пипетка. Если гибель дафний в контроле превышает 10%, то опыт повторяют.

При отмирании 50% особей концентрация считается сильно токсичной. При гибели 100% особей концентрация считается летальной. Если за период наблюдений гибель дафний не наблюдается даже в неразбавленной воде, значит, острой токсичностью она не обладает. При гибели 20% особей концентрация уже считается вредной.

Б). Одинаковые растения ряски отбирают в естественных популяциях чистых водоемов. Одинаковые особи ряски рассаживают по 5 штук в стаканы с водой, качество которой хотят определить. Повторность опытов трехкратная. Контроль – вода водопроводная, прошедшая очистку активированным углем. Опытные сосуды выставляют на рассеянный свет. Ежедневно учитывают следующие параметры: изменение окраски, потеря тургора, повреждение точек роста, выживаемость, прирост и число боковых отростков, число корней и их длина. В случае малой токсичности воды и относительно хорошей сохранности растений в конце опыта их вынимают из воды, обсушивают фильтровальной бумагой, отделяют бритвой надводную и подводную части и взвешивают. Полученные результаты выражают в процентах по отношению к контролю, взятому за 100%.

Самостоятельная работа

Для выполнения самостоятельной работы необходимо пользоваться учебной литературой, которая предложена в списке рекомендуемой литературы, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и другими источниками по усмотрению студента.

После изучения темы для закрепления и систематизации знаний студенты должны ответить на контрольные вопросы. Ответы могут быть выполнены либо устно, либо письменно, в зависимости от формы контроля.

Вопросы для самоподготовки

Тема: «Биотестирование объектов окружающей среды»

1. Биотестирование, уровни, виды биотестирования.
2. Биотесты. Классификация. Организмы, используемые в качестве тест-объектов.

Тема: «Биоиндикация на разных уровнях живого»

1. Среда обитания.
2. Факторы среды.
3. Закономерности действия экологических факторов.
4. Популяционные основы биоиндикации.
5. Биоэкологические основы биоиндикации.
6. Экосистемные основы биоиндикации.

Тема: «Виды и методы биоиндикации»

1. Виды биоиндикации.
2. Объекты биоиндикации.
3. Биоиндикаторы. Виды биоиндикаторов.
4. Методы биоиндикации биологических объектов.

Тема: «Методы биоиндикации разных сред обитания»

1. Методы биоиндикации биоты.
2. Биоиндикационные методы контроля воздушной среды.
3. Методы мониторинга почв.
4. Биоиндикация водной среды.

<p>ОПК-8-владением знаниями о теоретических основах экологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности</p>			<p>Знаниевый</p> <p>Деятельностный</p>	<p>Зачтено: знает основные понятия и принципы биотестирования, их связь с биоиндикацией и экологией, основные возможности в изучении природных экосистем; назначение, методы и этапы биотестирования и биоиндикации применительно к исследованию объектов разных экосистем; содержание и возможности основных методов биотестирования и биоиндикации при исследовании экологического состояния водоемов и водотоков, почвенной среды и воздушной среды; критерии и этапы исследований, характеризующих состояние и качество природных и природно-антропогенных экосистем.</p> <p>Не зачтено: не знает основные понятия и принципы биотестирования, их связь с биоиндикацией и экологией, основные возможности в изучении природных экосистем; назначение, методы и этапы биотестирования и биоиндикации применительно к исследованию объектов разных экосистем; не умеет использовать выводы из наблюдений и опытов.</p> <p>Зачтено: умеет обосновать необходимость применения и практического использования методов биотестирования и биоиндикации в практике решения экологических задач; выполнять расчеты критериев оценки экологического состояния водных, воздушных и почвенных объектов на основе изученных методов; осуществлять отбор и пробоподготовку природных объектов; проводить анализ результатов расчетов, характеризующих состояние экосистем и воздействия на них на основе методов биотестирования и биоиндикации. Владеет основными понятиями, терминами и</p>
--	--	--	--	--

				<p>определениями экологического биотестирования; методами экологического анализа, а также методами отбора проб биологических служб; основными методами индикации и анализа загрязняющих вредных веществ.</p> <p>Не зачтено:</p> <p>не умеет обосновать необходимость применения и практического использования методов биотестирования и биоиндикации в практике решения экологических задач; выполнять расчеты критериев оценки экологического состояния водных, воздушных и почвенных объектов на основе изученных методов; осуществлять отбор и пробоподготовку природных объектов; проводить анализ результатов расчетов, характеризующих состояние экосистем и воздействия на них на основе методов биотестирования и биоиндикации.</p> <p>Не владеет основными понятиями, терминами и определениями экологического биотестирования; методами экологического анализа, а также методами отбора проб биологических служб.</p>
--	--	--	--	--

Оценочные средства (примеры)

Вопросы для самоподготовки:

Тема: «Биотестирование объектов окружающей среды»

1. Биотестирование, уровни, виды биотестирования.
2. Биотесты. Классификация. Организмы, используемые в качестве тест-объектов.

Тема: «Биоиндикация на разных уровнях живого»

1. Среда обитания. Факторы среды.
2. Индикация на клеточном уровне и субклеточном уровне.
3. Индикация на популяционном уровне и экосистемном уровне.

Тема: «Биотестирование почвенных экосистем»

1. Тестирование водного режима.
2. Тестирование гумуса.
3. Тестирование микроэлементов.
4. Тестирование pH среды.

Вопросы контрольных работ:

Пример контрольной работы

1 вариант

1. Дать определение биотестированию.
2. Биотестирование на организменном уровне.
3. Описать примеры биотестирования водных экосистем.

2 вариант

1. Дать определение экосистеме.
2. Биотестирование на популяционном уровне.
3. Описать примеры биотестирования почвенной среды.

Оценивание ответов студента

"Отлично" выставляется студенту, который демонстрирует при ответе всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой. Свободно ориентируется в основной и дополнительной литературе, рекомендованной программой, а так же показывает усвоение взаимосвязи основных понятий дисциплины и их значений для приобретаемой профессии, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

"Хорошо" выставляется студенту, который демонстрирует при ответе хорошее знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Показывает систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

"Удовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющимся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой, допустившим погрешности в ответе, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

"Неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в

выполнении предусмотренных программой заданий, не ознакомившемуся с основной литературой, предусмотренной программой, и не овладевшему базовыми знаниями, предусмотренными по данной дисциплине и определёнными предметными умениями.

Требования к уровню освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать базовыми знаниями в области экологического биомониторинга в объеме, необходимом для проведения экологических исследований свободно оперировать основными понятиями и категориями, проводить экологические исследования и анализировать полученные результаты, ориентироваться в вопросах охраны окружающей среды и быть готовым к успешной реализации экологической политики.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Список основной литературы

1. Хаустов, А. П. Экологический мониторинг : учебник для вузов / А. П. Хаустов, М. М. Редина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 543 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10447-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489133>
2. Латышенко, К. П. Экологический мониторинг : учебник и практикум для вузов / К. П. Латышенко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 424 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13721-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489160>

Список дополнительной литературы

1. Тихонова И.О., Кручинина Н.Е., Десятов А.В. Экологический мониторинг водных объектов.// М.; Форум: НИЦИНФРА-М; 2012.
2. Тихонова И.О., Тарасов В.В., Кручинина Н.Е. Экологический мониторинг атмосферы // М., Форум: НИЦИНФРА-М; 2013.
3. Питулько В.М. Оценка воздействия на окружающую среду// Академия, 2013.
4. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем (под редакцией Шуберта Р.), М., «Мир», 1988.
5. Дажо Р. Основы экологии // М., «Прогресс», 1975.
6. Круглов Н.Д. Биологический аспект региональной модели устойчивого развития. // В кн.: Проблемы разработки региональной модели устойчивого развития. — Смоленск, 1997, с.33-39.
7. Одум Ю. Основы экологии // М., «Мир», 1975.
8. Радкевич В.А. Экология // Минск, «Высшая школа», 1983.
9. Горелов А.А. Социальная экология (электронный ресурс) Москва-Флинта 2012г.
10. Шамраев А.В. Экологический мониторинг и экспертиза (электронный ресурс) Оренбургский государственный университет ОГУ. 2014г.
11. Ясовеев М.Г., Стреха Н.П., Какарека Э.В. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза: учебное пособие.// Минск: Новое знание; М.: Инфра-М, 2013. -303с.
12. Евстифеева Т.А., Фабарисова Л.Г. Биологический мониторинг.// Оренбургский государственный ун-т. 2012. (электронный ресурс).
13. Андреевкова И.В. Биоиндикация качества среды. Краткий конспект лекций для студентов естественно - географического факультета. — Смоленск: СГПУ, 2004. — 44 с.
15. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: Биоиндикация и биотестирование.// М., Академия, 2010.
16. Ашихмина Т.Я. Разработка методов биологического мониторинга техногенных территорий // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2013.№1. С.29-35.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной .«Интернет»

1. Образовательный портал - <http://fatpoint.ru>
2. Образовательный портал - <http://ethology.ru>
3. Государственная научная педагогическая библиотека им. К.Д.Ушинского Российской академии образования (ГНПБ РАО) - www.gnpbu.ru
4. Государственная публичная историческая библиотека России (ГПИБ)- <http://www.shpi.ru>
5. Сайт Роспотребнадзора - <http://www.Rospotrebnadzor.ru>
6. Сайт Росприроднадзора - <http://www.rpn.gov.ru>
7. Сайт ФГУ «ЦНИИОИЗ Минздравсоцразвития РФ» - <http://www.mednet.ru>

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для лабораторных работ по данному курсу имеются в библиотеке СмолГУ (Андреенкова И.В. Лабораторный практикум по биоиндикации качества среды. Методическое пособие для студентов отделения «Биология». – Смоленск: СГПУ, 2005. – 68 с.).

8. Перечень информационных технологий

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

9. Материально-техническая база

- ноутбук ASUS;
 - проектор BenQ;
 - экран настенный Screen
- посадочных мест 34
стол для преподавателя (ауд. 65)
- 6 учебных столов, оборудованных стационарной подсветкой для работы с микроскопической техникой;
 - микроскоп Биолам(14 шт.);
 - бинокулярный микроскоп МБС-9 (7 шт.);
 - стационарный автоматизированный экран для работы с мультимедийной техникой (ауд. 52)

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 6314D932A1EC8352F4BBFDEFD0AA3F30
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 21.09.2022 до 15.12.2023