Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Биодиагностика и биотестирование

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

Экотехнологии

Форма обучения: очная

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» программы магистратуры

ОС МГУ, утвержденный решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол №7).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** Перед началом обучения магистрами должны быть освоены следующие дисциплины: Общая биология, Почвоведение, Экология

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
МПК-1 **МПК-3**	**МПК-1.3** **МПК-3.1**	**Знает** основные подходы к использованию биотических способов оценки и основных областях применения биоиндикаторов и биотестов; **Имеет навыки** постановки биотестов для биологической оценки природных сред и объектов; **Владеет навыками** работы с современной научной литературой по экологии и экотоксикологии, с учебно-методическими изданиями по технологиям биоиндикации и биотестирования, а также нормативными документами по экологической безопасности, работать с живыми лабораторными культурами, навыками обобщения результатов биоиндикации и биотестирования.

4. **Объем дисциплины** 2 з.е., в том числе 24 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 48 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** очная *(с использованием дистанционных образовательных технологий)*

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Подготовка докладов с презентацией и рефератов	Анализ литературы	**Всего**
Введение. Содержание, цели, задачи дисциплины.	2	2				2			
Раздел I. **Общая часть. Теоретические основы и методология биоиндикации и биотестирования.**									
Тема 1. Надежность и чувствительность методов биотестирования.	6	1				1		5	5
Тема 2. Особенности отбора и хранения	6	1				1	2	3	5

проб почв.									
Тема 3. Экосистемный подход и батарея биотестов.	7	2				2	2	3	5
Форма текущей аттестации по разделу –	Устное и письменное тестирование, подготовка рефератов и докладов с презентацией								
Раздел II. **Основные способы биотестирования почв: элюатный и аппликатный.**									
Тема 1. Элюатный способ биотестирования.	6	1				1		5	5
Тема 2. Низшие ракообразные как тест-объекты.	7	1			1	2		5	5
Тема 3. Инфузории как тест-объекты.	7	1			1	2		5	5
Тема 4. Микроводоросли как тест-объекты.	7	1			1	2		5	5
Тема 5. Высшие растения и беспозвоночные животные в современных биотестах почвенных сред.	7	2			2	2		3	3
Тема 6. Высшие растения в	7	1			1	2		5	5

биотестировании.									
Тема 7. Почвообитающие животные в биотестировании.	6	2			2	4		2	2
Тема 8. Организация и работа аккредитованной лаборатории по биотестированию.	3	1				1		2	2
Форма текущей аттестации по разделу –	Устное и письменное тестирование, подготовка рефератов и докладов с презентацией								
Промежуточная аттестация	Зачет						1		
Итого:	72	24					48		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Введение: Содержание, цели, задачи дисциплины. Место биоиндикации и биотестирования в биодиагностике экологического качества почв и сопредельных сред. Международная практика биоиндикации и биотестирования. Современные представления о биотической концепции экологического контроля качества почв и сопредельных сред. Международная практика использования интегральной оценки экологического состояния природных объектов. Значение биоиндикации и биотестирования для создания эффективных экотехнологий восстановления нарушенных биомов.

Раздел I. Общая часть. Теоретические основы и методология биоиндикации и биотестирования. История становления биотического контроля в России и за рубежом. Определение понятий биоиндикации и биотестирование, токсичность, экотоксикология. Биоиндикация и биотестирование в определении степени экологической безопасности природных сред и техногенных объектов, включая отходы производства и потребления.

Тема 1. Надежность и чувствительность методов биотестирования.
Практическая часть. Подготовка образцов модельного токсиканта в градиенте концентраций для проверки чувствительности тест-культур.

Тема 2 . Особенности отбора репрезентативных проб почв. Хранение и транспортировка почв для биологического анализа. Токс-китс и инструментальные методы оценки тест-реакций.

Тема 3. Экосистемный подход и батарея биотестов : продуценты, консументы, редуценты Система «Биосканер» .
Практическая часть. Синхронизация тест-культур ракообразных, инфузорий, олигохет и др.

Раздел II Основные способы биотестирования почв: элюатный и аппликатный.
Тема 1. Элюатный способ биотестирования. Гидробионты как тест-организмы пресных и соленых сред.
*Практическая часть П*одготовка образцов почв к элюатному способу биотестирования

Тема 2. Низшие ракообразные как тест-объекты.
Практическая часть. Дафнии, цериодафнии, артемии.

Тема 3. Инфузории как тест-объекты. Инфузория туфелька и другие виды инфузорий в практике биотестирования. Ручные и автоматизированные методы измерений.
Практическая часть. Paramecium caudatum.

Тема 4. Микроводоросли как тест-объекты.
Прямой учет численности микроводорослей
Флуоресцентные характеристики микроводорослей как тест-параметр.

Практическая часть Сравнение данных биотестирования путем прямого счета клеток и флуоресценции хлорофилла.

Тема 5. Высшие растения и беспозвоночные животные в современных биотестах почвенных сред.
Практическая часть подготовка образцов почв к аппликатному способу биотестирования

Тема 6. Высшие растения в биотестировании. Тест-функции – энергия прорастания, всхожесть, длина побегов биомасса. Двудольные и однодольные тест-виды.
Практическая часть. Экспресс-фитотестирование в планшетах Фитотестирование - практическое Оформление результатов биотестирования.

Тема 7. Почвообитающие животные в биотестировании. Энхитреиды и другие виды как тест-культуры.

Тема 8. Организация и работа аккредитованной лаборатории по биотестированию. Требования к аккредитации и итоговым документам по результатам биотестирования
Практическая часть. Оформление результатов биотестирования. Протоколы биотестирования в аккредитованной лаборатории биотестирования как легитимный документ для принятия природоохранных мер.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

Задание 1. Анализ чувствительности УК модельному токсиканту. Как приготовить концентрацию 0,001 мг/д**м**^{3} бихромата калия в колбе с 50 **см**^{3} среды из исходного концентрированного раствора 100 мг/100 **см**^{3} бихромата калия.

Задание 2. Расчет плотности суспензии клеток микроводорослей для постановки экспозиции с тест-объектом. Посеять маточную культуру с исходной плотностью 3 млн. кл/ **см**^{3} в чистую питательную среду объемом 900 **см**^{3}, чтобы получилась численность клеток 50 тыс кл/**см**^{3}.

Задание 3. Аппликатное фитотестирование. Провести фитотестирование в планшетах и равнить чувствительность двух тест-параметров - длину ростков и длину корней у проростков горчицы бело *Sinapis alba*

Задание 4. Определение эффективной концентрации. Рассчитать полулетальную концентрацию калия бихромата по реакциям гидробионтов (рачков, инфузорий, миководорослей) методом пробит-анализа .

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

1. Дайте характеристику острой и хронической токсичности.

2. В чем разница межу биоиндикацией и биотестированием?
3. Опишите особенности аппликатного и элюатного способов биотестирования.
4. Как проверяется чувствительность стандартной тест-культуры?
5. Какие виды ракообразных применяются для оценки высокоминерализованных проб?
6. Для чего проводится синхронизация лабораторной тест-культуры ракообразных?
7. Можно ли, используя методы биотестирования на гидробионтах, определить, загрязнена ли почва?
8. Как и с какой целью готовят биологизированную воду?
9. С какой частотой необходимо проводить контроль физиологической чувствительности водорослей?
10. Каков порядок добавления растворов солей при приготовлении питательной среды?
11. Как проводить синхронизацию культуры?
12. Как поддерживать чистоту маточной культуры?
13. С какой периодичностью необходимо пересевать культуру?
14. С чем может быть связано обесцвечивание культуры?
15. Какое минимальное число повторностей допустимо при проведении биотестирования?
16. Что такое камера Горяева (камера Ножота) и какое количество камер необходимо просчитывать для каждой повторности в опыте?
17. Что служит основанием для выбора инфузорий в качестве тест-культуры при проведении биотестирования?
18. Какая тест-функция используется в биотестировании на парамециях?
19. Как культивируют инфузорий в лаборатории?
20. Что является критерием острой токсичности при биотестировании на инфузориях?
21. Как определить, что тест-культура инфузорий соответствует требуемым нормативам качества и может использоваться в биотестировании?
22. Какова продолжительность экспозиции пробы в биотест-системе с использованием парамеций?
23. Что служит основанием для выбора бактерий в качестве тест-объекта при проведении биотестирования?
24. Какой тест-отклик используется в биотестирование на бактериях?
25. Как культивируют бактерии в лаборатории?
26. Что является критерием острой токсичности при биотестировании на бактериях?
27. Какой прибор необходим при биотестировании на бактериях?
28. Как определить, что тест-культура бактерий соответствует требуемым нормативам качества и может использоваться в биотестировании?
29. Чему равно время экспозиции в биотестировании с использованием бактерий?
30. Какие преимущества бактериального теста по сравнению с другими методами биотестирования?
31. Какой показатель качества семян необходимо проверить перед проведением фитотестирования?
32. Сколько семян растений следует размещать в одной чашке Петри?

33. По каким принципам выбирают «контроль» в случае тестирования почвы в твердом виде?
34. В лабораторию поступили пробы почв, отобранные вдоль транспортной магистрали. Какой способ реализации фитотестирования стоит выбрать – «твердый субстрат» или «водная вытяжка»?
35. Какие растения вы предложили бы для осуществления фитотестирования черноземов степной зоны России, руководствуясь зональным подходом?
36. Какие виды энхитреид используют для биотестирования?
37. Какова длительность оценки острой и хронической токсичности при биотестировании на энхитреидах?
38. Какое количество особей энхитреид помещают в каждый экспериментальный сосуд при постановке эксперимента?
39. Опишите меры для контроля и поддержания необходимой влажности в ходе эксперимента.
40. Допускается ли определение ЕСх методом экстраполяции?
41. Должна ли культура клеток млекопитающих соответствовать каким-либо стандартам качества?
42. Назовите условия хранения культуры клеток млекопитающих?
43. Назовите критерии токсичности при биотестировании на культуре клеток млекопитающих.
44. Что является контролем в экспериментах при биотестировании на культуре клеток млекопитающих?
45. Какие процедуры необходимо произвести для перевода пробы в изотоническое состояние?

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**

Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Терехова В.А., Биодиагностика и оценка воздействий на окружающую среду: учебное. пособие. – М.: Изд-во ГЕОС, 2023. – 102 с. **ISBN:** 978-5-89118-870-9. **DOI:** 10.34756/GEOS.2023.17.38665

Терехова В.А., Рахлеева А.А., Федосеева Е.В., Кирюшина А.П. Практикум по биотестированию экотоксичности почв : учебное пособие / Терехова В.А., Рахлеева А.А., Федосеева Е.В., Кирюшина А.П. – Москва : МАКС Пресс, 2022. – 102 с. **ISBN:** 978-5-317-06868-4 **DOI:** 10.29003/m3054.978-5-317-06868-4

Биотестирование в экологическом контроле /под ред. В.А. Тереховой / В. А. Терехова, Д. М. Гершкович, М. М. Гладкова и др. — ООО Издательство ГЕОС Москва, 2017. — 70 с **ISBN:** 978-5-89118-755-9

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П.Мелехова, Е.И.Егорова, Т.И.Евсеева и др.; под ред. О.П.Мелеховой и Е.И.Егоровой. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 288с. ISBN 978-5-7695-3560-4

Терехова В.А. Микромицеты в экологической оценке водных и наземных экосистем (биоиндикация). М.: «Наука». 2007

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

Интернет-источники по проблемам биотестирования - https://www.microbiotests.com/ ; http://www.bioassay.narod.ru/biotest/biot.html

- Описание материально-технической базы

А. Помещения: Аудитория для лекций, семинаров и практических занятий;

Б. Оборудование: Для лекций: компьютер с выходом в Интернет, проектор. Для практических занятий: Микроскопы биологические, бинокуляры, настольные лампы, чашки Петри, пинцеты, препаровальные иглы, ножницы, мерные стаканы, предметные и покровные стекла, фильтровальная бумага.

В. Иные материалы: на факультете почвоведения имеется аккредитованная лаборатория экотоксикологического анализа почв, которая располагает необходимым оборудованием и тест-культурами для проведения практических занятий по биоиндикации и биотестированию (климатостаты, флуораты, микроскопы, анализаторы видеоизображений и другие приборы).

10. **Язык преподавания:** русский

11. **Преподаватель (преподаватели):**

Терехова Вера Александровна, профессор, доктор биологических наук (специальности 03.00.24 – *микология* и 03.00.16 - *экология*) Диссовет Д501.001.46 0) МГУ имени М.В. Ломоносова 15 октября 2004 г. (утв ВАК), ученое звание старшего научного сотрудника по специальности экология - 23 января 1997 г Уч. совет ИЭВБ РАН; ученое звание доцента по специальности *экология (*биологические науки) - 5 сентября 2018 г. Приказ Минобрнауки;
Рахлеева Анна Алексеевна, кандидат биологических наук (специальность 03.00.16 – *экология*)(Диссовет Д 002.48.02 при ИПЭЭ РАН, диплом ВАК от 07 июля 2000 г.), звание доцент Серия ДОЦ № 014035 по специальности 1.5.15. «Экология» (присвоено Министерством науки и высшего Российской Федерации 30 мая 2023 г.).

12. **Разработчики программы:**

Терехова Вера Александровна, профессор, доктор биологических наук (специальности 03.00.24 – *микология* и 03.00.16 - *экология*) Диссовет Д501.001.46 0) МГУ имени М.В. Ломоносова 15 октября 2004 г. (утв ВАК), ученое звание старшего научного сотрудника по специальности экология - 23 января 1997 г Уч. совет ИЭВБ РАН; ученое звание доцента по специальности *экология (*биологические науки) - 5 сентября 2018 г. Приказ Минобрнауки;
Рахлеева Анна Алексеевна, кандидат биологических наук (специальность 03.00.16 – *экология*)(Диссовет Д 002.48.02 при ИПЭЭ РАН, диплом ВАК от 07 июля 2000 г.), звание доцент Серия ДОЦ № 014035 по специальности 1.5.15. «Экология» (присвоено Министерством науки и высшего Российской Федерации 30 мая 2023 г.).

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Учебная дисциплина **«Биодиагностика и биотестирование»** имеет целью подготовку высококвалифицированных специалистов, обладающих фундаментальными знаниями экологии и экологического почвоведения, навыками эффективной оценки результатов взаимодействия живых организмов и различных факторов среды обитания, владеющих современными методами экологического контроля качества почв по реакциям биотест-систем, а также методологией включения полученных сведений о состоянии биоты в интегральную оценку и прогнозирование состояния окружающей среды. Способствует формированию навыков экспериментальной работы в научной лаборатории, получения результатов биологических экспериментов с тест-культурами и их обработки.