Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального 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 в радиоэкологии

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки (специальность):

05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

РАДИОЭКОЛОГИЯ

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2021

На обратной стороне титула:

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 утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от 30 декабря 2020 года № 1368.

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

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: (*перечень освоенных дисциплин)*

Иностранный язык
Математика
Химия
Биология
Оценка воздействия на окружающую среду
Экология с основами биогеографии
Экология человека
Радиоэкология
Радиобиология растений
Водная радиоэкология
Биологическое действие радионуклидов

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**
М-СПК-2. Владение знаниями об особенностях и закономерностях проявления радиационных эффектов на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Способность прогнозировать экологические последствия радиоактивного загрязнения для различных	**М-СПК-2.1.** Применяет знания об особенностях и закономерностях проявления радиационных эффектов на молекулярном, клеточном и организменном уровнях, критических компонентах биоты и процессах пострадиационного восстановления биогеоценозов при прогнозировании	**Знает:** закономерности радиационного и токсического действия техногенных радионуклидов на компоненты и процессы в загрязненных биогеоценозах, а также современную нормативно-правовую и методическую базу, регламентирующую использование биологических показателей и

типов экосистем, выявлять критические компоненты биоты и понимать процессы пострадиационного восстановления биогеоценозов.	экологических последствий радиоактивного загрязнения для различных типов экосистем.	методов биодиагностики. **Умеет:** обосновать выбор биологических показателей и методик их измерения, руководствуясь данными об особенностях радионуклидного загрязнения территории, дозовых нагрузках и предполагаемых эффектах воздействия, а также проводить анализ состояния загрязненных радионуклидами территорий на основании биологических критериев.

4. **Объем дисциплины** 2 з.е.**,** в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения:** очная

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	**Всего**	Теститрова-ние, ответы на вопросы	Подготовка докладов, рефератов	**Всего**
Раздел 1. Методология биодиагностики.	8		4	4	2	2	4
Тема 1. Определение биодиагностики.	1		1	1	-	-	-
Тема 2. Определение биоиндикации, биоиндикатора.	2		1	1	1	-	1
Тема 3. Краткая характеристика основных индикаторных таксонов.	5		2	2	1	2	3
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, подготовка докладов и рефератов по теме						
Раздел 2. Уровни биодиагностики.	20		10	10	4	6	10
Тема 4. Молекулярно-генетический уровень биодиагностики.	4		2	2	1	1	2
Тема 5. Онтогенетический (клеточно-организменный) уровень биодиагностики.	7		4	4	1	2	3
Тема 6. Популяционно-видовой уровень биоиндикации.	5		2	2	1	2	3
Тема 7. Биоценотический уровень биодиагностики.	4		2	2	1	1	2

Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Раздел 3. Биодиагностика при различных видах загрязнения.	22		12	12	4	6	10
Тема 8. Биодиагностика при радиоактивном загрязнении.	7		4	4	1	2	3
Тема 9. Биоиндикация нефтяного загрязнения.	5		3	3	1	1	2
Тема 10. Загрязнение пестицидами почв, грунтовых вод и водоемов.	4		2	2	1	1	2
Тема 11. Биоиндикация тяжелых металлов.	4		2	2	1	1	2
Тема 12. Биоиндикация диоксиноподобных соединений.	2		1	1	-	1	1
Форма текущей аттестации по разделу.	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Раздел 4. Комплексная биодиагностика.	20		10	10	4	6	10
Тема 13. Комплексный характер загрязнения, преимущества и ограничения биодиагностических методов.	20		10	10	4	6	10
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, тестирование, самостоятельная работа, подготовка докладов и рефератов по теме						
Промежуточная аттестация	*зачет*				2		
Итого:	72	36			36		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Методология биодиагностики.

Тема 1. Определение биодиагностики. Форма научных исследований при биодиагностике. Принцип уровней организации живой материи и его использование. Разделы биодиагностики. Методические отличия биоиндикации и биотестирования. Биоиндикация и биотестирование как методы обнаружения техногенной трансформации среды.

Тема 2. Определение биоиндикации, биоиндикатора. Определение биотестирования и биотестера. Классификация методов биоиндикации. Виды биоиндикаторов. Представления о ранней и аккумулятивной биоиндикации. Требования к выбору индикатора в условиях радионуклидных нагрузок на экосистемы.

Тема 3. Краткая характеристика основных индикаторных таксонов. Высшие растения как индикаторы радионуклидного загрязнения. Тест-системы на основе реакции высших растений. Основные понятия фитоиндикации почв, альгоиндикация. Микроорганизмы – как биоиндикаторы и тест-организмы. Высшие и низшие животные – как биоиндикаторы.

Раздел 2. Уровни биодиагностики.

Тема 4. Молекулярно-генетический уровень биодиагностики. Нарушения генетических систем. Нарушение структуры и функций биологических мембран. Нарушения функционирования ферментных систем.

Тема 5. Онтогенетический (клеточно-организменный) уровень биодиагностики. Морфологические изменения у представителей фито- и зооценоза. Шкалы для оценки поражений ассимиляционного аппарата высших растений. Возможности палиноиндикации. Изменения биоритмов и поведения. Экологопатологические показатели. Уровень флуктуирующей асимметрии (ФА) как показатель радиационного воздействия. Метод «Биотест и цитогенетические показатели воздействия радиации.

Тема 6. Популяционно-видовой уровень биоиндикации. Изменения в структуре и динамике популяции под влиянием острого и хронического облучения. Половозрастная и пространственная структура популяции – индикация изменений при техногенном радиационном воздействии. Адаптационные эффекты в условиях хронического облучения популяций – необходимость учета при анализе результатов биодиагностики.

Тема 7. Биоценотический уровень биодиагностики. Изменения видового состава, структуры и функциональных характеристик ценозов. Структурные показатели (индексы разнообразия, сходства, пространственной неоднородности, параметры ранговых распределений). Индекс эдафичности. Функциональные показатели (биомасса, обилие, интегральные параметры функционирования). Биодиагностика степени радионуклидного загрязнения почв по изменению сообщества почвенных микроорганизмов, понятие об адаптивных зонах. Сукцессии сообществ как индикаторы техногенной трансформации.

Раздел 3. Биодиагностика при различных видах загрязнения.

Тема 8. Биодиагностика при радиоактивном загрязнении. Радиоэкологические эффекты - краткая характеристика. Биоиндикаторы и бионакопители. Коэффициенты накопления и миграция радионуклидов по пищевым цепям. Биоиндикационные показатели состояния почвенного зооценоза. Генетические тест-системы при биодиагностике радиоактивного загрязнения. Биометрия. Зонирование территорий по биоиндикационным показателям в условиях радионуклидного загрязнения.

Тема 9. Биоиндикация нефтяного загрязнения. Воздействие нефтяного загрязнения на биоту, основные показатели состояния индикаторных таксонов. Прямая и косвенная биоиндикация при нефтяном загрязнении. Изменения в структуре микроводорослей при нефтяном загрязнении почв. Нарушения в цикле азота и биологической активности микробоценоза почв. Почвенные ферменты как биоиндикаторы нефтяного загрязнения.

Тема 10. Загрязнение пестицидами почв, грунтовых вод и водоемов. Пестициды как экотоксиканты, спектр токсического действия. Биодоступность пестицидов и миграция по пищевым цепям в экосистеме. Биоиндикационные показатели загрязнения почв пестицидами. Международные тесты. Растения как биотестеры при оценке загрязнения агроценозов. Показатели самоочищения почв от пестицидов. Биоиндикационные показатели активности микробоценоза в загрязненных остаточными количествами пестицидов почвах.

Тема 11. Биоиндикация тяжелых металлов. Краткая экотоксикологическая характеристика свинца, кадмия, ртути. Особенности биоиндикации тяжелых металлов. Организмы–бионакопители и их индикаторная ценность. Выбор организмов-индикаторов и показателей загрязнения тяжелыми металлами. Ферментативная активность и азотфиксация как индикаторные признаки. Показатели состояния фитоценоза как индикаторы загрязнения тяжелыми металлами. Лихеноиндикация тяжелых металлов. Почвенные беспозвоночные – индикаторы загрязнения.

Тема 12. Биоиндикация диоксиноподобных соединений. Локализация и биоиндикационные признаки загрязнения диоксиноподобными веществами. Возможности микробиологической деструкции диоксиноподобных соединений в почвах.

Раздел 4. Комплексная биодиагностика.

Тема 13. Комплексный характер загрязнения, преимущества и ограничения биодиагностических методов. Проблема оценки эффектов сочетанного воздействия на экосистемы факторов радиационной и химической природы. Синергетический эффект и проблема нормирования. Методы оценки комплексного действия загрязнителей. Комплексная биоиндикация. Создание многокомпонентных систем биотестирования. Биоиндикация в условиях хронического облучения биогеоценозов. Цитогенетический мониторинг в условиях комплексного загрязнения.

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

Рекомендуемые темы:

1. Индикация радионуклидного загрязнения по изменению сообществ почвенных микроорганизмов.
2. Проблема и этапы развития стандартизации методик биодиагностики наземных экосистем.
3. Концепция «радиоемкости экосистемы», история возникновения и современное развитие.
4. Рекомендации МКРЗ по выбору референтных видов в условиях радиационных нагрузок на экосистемы.
5. Современная парадигма нормирования радиационных воздействий на биоту экосистем.
6. Ранжирование видов-индикаторов по чувствительности к радиационному воздействию.
7. Индексы для оценки состояния экосистем.
8. Возможности комплексной биоиндикации в условиях сочетанного действия радиации и химического загрязнения.

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

1. Экологопатологические показатели в условиях острого и хронического воздействия радиационного фактора.

2. Метод оценки уровня флуктуирующей асимметрии в условиях хронического облучения биоценозов.
3. Биоиндикационные показатели популяционного уровня.
4. Биоиндикация на основе изменений в структуре почвенной мезофауны в отдаленный период радиационной аварии.
5. Структурные и функциональные показатели состояния микробоценоза почв в условиях радионуклидного загрязнения.
6. Определение биоиндикации и биотестирования. Виды биоиндикации.
7. Преимущества и проблемы методов биодиагностики.
8. Принцип уровней организации биологических систем. Уровни биоиндикации.
9. Молекулярно-генетический уровень биодиагностики. Показатели генотоксичности почв.
10. Биотесты для определения генотоксичности почв. Виды регистрируемых генотоксических эффектов.
11. Онтогенетический и популяционно-видовой уровни биоиндикации.
12. Биоиндикаторы и бионакопители в облученных биоценозах.
13. Биоценотический уровень биоиндикации. Основные признаки «экосистемного стресса».
14. Вторичные радиационные эффекты.
15. Особенности биоиндикациипри радиоактивном загрязнении. Первичные радиоэкологические эффекты, показатели.
16. Биоиндикация загрязнения среды нефтью и нефтепродуктами. Прямое и опосредованное воздействие на почвы.
17. Пути загрязнение пестицидами почв, грунтовых вод и водоемов. Пестициды как токсиканты. Биоиндикационные показатели загрязнения почв пестицидами.
18. Биотесты для оценки загрязнения почв мутагенами радиационной и химической природы.
19. Экотоксикологическая характеристика свинца, кадмия, ртути.
20. Пути и масштабы поступление тяжелых металлов и выбор организмов-индикаторов. Биоиндикационные показатели загрязнения почв тяжелыми металлами.
21. Ферментативная активность почв как биоиндикационный показатель.
22. Биоиндикация диоксиноподобных соединений. Воздействие на молекулярном уровне. Основные «мишени» диоксиноподобных токсикантов в почве.
23. Структурные и функциональные показатели состояния биоты. Понятие о видовом богатстве и видовом разнообразии.
24. Понятие о ценотическом разнообразии. Индексы разнообразия и их динамика при техногенном загрязнении.
25. Показатели, характеризующие биогеохимический цикл органического вещества и биологическую активность почв.
26. Индикация интенсивности деструкционных процессов в экосистеме при техногенном радионуклидном загрязнении.

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 *(виды оценочных средств: устные и письменные опросы, самостоятель-ные и контрольные работы, тесты*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств: контрольные работы, написание рефератов и докладов на заданную тему)*	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:

1) Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988.
2) Биоиндикация радиоактивных загрязнений. – М.: Наука, 1999.
3) Современные проблемы биосферы. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем / отв.ред. М.А. Глазовская. – М.: Наука, 1988.
4) Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга/ - НИА – Природа, 2004.
5) Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 2000.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: MS Windows10, MS Teams
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» Радиоэкологический информационно-учебный ресурс «Экорадмод» (https://soil.msu.ru/kafedry/kaf-radioecologia/ecoradmod)
- Описание материально-технической базы

  А. Помещения

  - 2 лекционные аудитории, оборудованная оргтехникой (проектор, компьютер, выход в Интернет);

  Б. Оборудование

  - для семинарских и лекционных аудиторий: необходимая оргтехника, ЭВМ и др.;

  В. Иные материалы

10. **Язык преподавания: русский**

11. **Преподаватель (преподаватели):**
Столбова Валерия Владимировна
Должность: старший преподаватель
Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат биологических наук, 02 июня 1994 г., Высший аттестационный комитет Российской Федерации
Ученое звание (когда и кем присвоено):

12. **Разработчики программы:**
Столбова Валерия Владимировна
Должность: старший преподаватель
Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат биологических наук, 02 июня 1994 г., Высший аттестационный комитет Российской Федерации
Ученое звание (когда и кем присвоено):

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Излагаются эколого-биологические аспекты действия ионизирующей радиации на компоненты биоты экосистем, существенные для анализа состояния загрязненных радионуклидами территорий по биологическим показателям. Курс знакомит с действующей нормативно-правовой и методической базой, регламентирующей использование биологических показателей и методов биодиагностики для оценки состояния территорий с радионуклидным загрязнением. Излагаются принципы составления отчетной документации и статистической обработки данных биодиагностики согласно требованиям международных стандартов ИСО.