

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:

Радиобиология растений

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

РАДИОЭКОЛОГИЯ

Форма обучения: очная

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

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 05.03.06 *Экология и природопользование* программы бакалавриата 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
- Общая физика
- Общая химия
- Биология
- Высшая математика
- Экология человека
- Экология с основами биогеографии
- Лесная и сельскохозяйственная радиоэкология

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
Б-СПК-2. Владеет знаниями о механизмах биологического действия радиационного фактора и эффектов радиационного воздействия на растительные системы различных уровней организации, способность обосновать способы защиты и использования радиобиологических реакций в практических	Б-СПК-2.1 Применяет знания о механизмах биологического действия радиационного фактора и эффектов радиационного воздействия на растительные системы различных уровней организации и способен обосновать способы защиты и использование радиобиологических реакций в практических	Знает: составляющие радиационного синдрома растений и особенности проявления основных эффектов при различных сценариях поступления радионуклидов в фитоценозы и сопредельные экосистемы. Владеет методологией и знает методическую базу биодиагностики в условиях загрязнения почвенно-растительного покрова

целях; знание основ радиационной гигиены и радиационной безопасности в регламентируемых ситуациях облучения.	целях.	наземных экосистем техногенными радионуклидами. Умеет: использовать фитоиндикационные показатели и данные фитотестирования для оптимизации природопользования в условиях радионуклидного загрязнения, а также обосновать выбор видов растений как индикаторов радиационной обстановки и источников радиационной опасности на загрязненных в результате радиационной аварии территориях.
--	--------	---

4. **Объем дисциплины** 3 з.е., в том числе 54 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 54 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 /	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)	Самостоятельная работа обучающегося

форма текущей аттестации							
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Теститрова- ние, ответы на вопросы	Подготовка докладов, рефератов	Всего
<u>Раздел 1. Введение в радиобиологию растений.</u>	20	2	8	10	4	6	10
Тема 1. АЭС как потенциальные источники радиоактивного загрязнения растительности.	9	1	4	5	-	4	4
Тема 2. Основные положения радиобиологии растений.	11	1	4	5	4	2	6
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
<u>Раздел 2. Радиационные эффекты растений и биодиагностика радионуклидных загрязнений.</u>	36	6	12	18	8	10	18
Тема 3. Радиационные эффекты и радиочувствительность растений.	10	2	4	6	2	2	4
Тема 4. Радиационный синдром растений и его составляющие.	7	1	2	3	2	2	4
Тема 5. Лесные фитоценозы как критические системы.	11	1	4	5	2	4	6
Тема 6. Биоиндикация радионуклидных загрязнений.	8	2	2	4	2	2	4

Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, самостоятельная работа, подготовка докладов и рефератов по теме						
<u>Раздел 3. Растения и транспорт техногенных радионуклидов.</u>	28	4	10	14	6	8	14
Тема 7. Первичное задержание радионуклидов растительностью.	6	1	3	4	2	-	2
Тема 8. Растения как фактор миграции РН.	6	1	2	3	1	2	3
Тема 9. Фитоиндикация радионуклидного загрязнения в отдаленный период.	8	1	2	3	1	4	5
Тема 12. Генетические наследственные эффекты радиационного воздействия и способы их количественной оценки.	8	1	3	4	2	2	4
Форма текущей аттестации по разделу.	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, тестирование, контрольная работа, подготовка докладов и рефератов по теме						
<u>Раздел 4. Генетические процессы в облученных фитоценозах.</u>	18	2	10	12	4	2	6
Тема 10. Методы изучения генетических нарушений у растений.	9	1	5	6	2	1	3
Тема 11. Эколого-генетические исследования на растительных объектах.	9	1	5	6	2	1	3
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	экзамен				6		
Итого:	108	54			54		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Введение в радиобиологию растений.

Тема 1. АЭС как потенциальные источники радиоактивного загрязнения растительности.

Атомная электростанция, принципиальная схема. Ядерные реакторы, основные виды. Принципиальная схема активной зоны ядерного реактора АЭС. Ядерное топливо. Радионуклиды, поступающие в окружающую среду в результате аварии на АЭС, классификация, примеры. Понятие о радиационной аварии на атомной электростанции. Сценарий развития радиационной аварии на примере ЧАЭС, характеристика полей загрязнения почвенного покрова в начальный период аварии.

Тема 2. Основные положения радиобиологии растений.

Радиобиология растений как самостоятельный раздел радиобиологии, круг решаемых проблем, этапы становления. Использование данных радиобиологии растений в радиэкологии. Виды облучения, классификация по распределению дозы во времени, облучению частей организма, по локализации источника излучения. Способы изучения радиационных эффектов растений, полигоны исследований, примеры. ЕРФ, основные дозообразующие радионуклиды и радиоактивные семейства. Аномальные территории. Понятие о хроническом облучении растений. Способы искусственного облучения растений. Схема гамма-поля. Радиационные заповедники, примеры. Основные положения радиэкологии, полученные по результатам исследования фитоценозов в радиационных заповедниках.

Раздел 2. Радиационные эффекты растений и биодиагностика радионуклидных загрязнений.

Тема 3. Радиационные эффекты и радиочувствительность растений.

Понятие о радиационных эффектах (лучевых реакциях) растений, примеры. Уровни рассмотрения радиационных эффектов растений. Радиочувствительность и радиорезистентность, способы и критерии оценки радиочувствительности растений. Меры радиочувствительности растений молекулярно-клеточного и организменного уровня. Видовая специфичность радиочувствительности растений. Шкала радиочувствительности представителей фитоценоза (дозовые диапазоны).

Тема 4. Радиационный синдром растений и его составляющие.

Факторы радиочувствительности растений. Понятие о радиотаксонах, связь радиоустойчивости со структурной организацией генома. Представление о радиационном синдроме растений. Критические системы растений и правило Бергонье-Трибондо. Классификация меристем. Эффекты радиационного поражения меристем растений. Гамма-проростки. Лучевые эффекты древесных растений в градиенте дозы. Радиочувствительность апикальной и латеральной меристем древесных растений. Эффекты поражения генеративных органов древесных растений. Эффект радиостимуляции.

Тема 5. Лесные фитоценозы как критические системы.

Основные ткани древесных растений, учитываемые как структурные компоненты древостоя при радиэкологическом мониторинге загрязненных территорий. Летальные эффекты ассимиляционных органов древесных растений. Радиоморфозы древесных растений (сублетальные эффекты побегов). Механизм сублетальных эффектов растений. Нарушения гормонального статуса растений в результате лучевого воздействия. Летальные эффекты поражения латеральной меристемы деревьев, последствия. Сублетальные эффекты поражения латеральной меристемы. Фенологические радиационные эффекты в фитоценозах. Радиоморфозы травянистых растений. Эффекты экранирования в условиях радионуклидного загрязнения, экологические последствия в фитоценозах травянистых растений на примере ВУРСа. Факторы, определяющие процессы пострadiационного восстановления фитоценозов. Роль порослевого и

семенного возобновления. Роль маргинальных эффектов в пострadiационном восстановлении фитоценозов.

Тема 6. Биоиндикация радионуклидных загрязнений.

Биоиндикационное зонирование территории аварии на ЧАЭС и ВУРСе по степени поражения леса. Зоны с законодательным введением ограничений хозяйственной деятельности человека вследствие превышения санитарно-гигиенических норм. Сравнение размеров зоны радиационного поражения лесных фитоценозов и территорий радиационной опасности для человека. Понятие об аккумулятивной биоиндикации. Поглощительная емкость надземной фитомассы фитоценозов по отношению к аэральным радиоактивным выпадениям. Анатомо-морфологические особенности ассимиляционных органов растений, влияющие на задержание радионуклидов. Способность низших растений к задержанию радионуклидов аэральных выпадений.

Раздел 3. Растения и транспорт техногенных радионуклидов.

Тема 7. Первичное задержание радионуклидов растительностью.

Процесс первичного задержания РН аэральных выпадений, количественные показатели. Процесс внекорневого усвоения РН растениями, подвижность ^{137}Cs и ^{90}Sr . Процессы биологического самоочищения во вторичном перераспределении РН. Использование хвои как индикатора радиационной обстановки.

Тема 8. Растения как фактор миграции РН.

Особенности корневого поступления РН в растения в отдаленные периоды радиационной аварии, факторы. Виды дискриминаторы и виды накопители. Количественные показатели транслокационных переходов РН в растения, перечислить. Коэффициент накопления, размерность. Коэффициент перехода, размерность. Преимущества использования КП.

Тема 9. Фитоиндикация радионуклидного загрязнения в отдаленный период.

Понятие об обогащении и дискриминации РН. Показатели сравнительного биогеохимического перемещения микроколичеств РН и макроколичеств элементов-аналогов. Наблюдаемые отношения в радиоэкологии, показатели. Нормируемый показатель Клечковского, преимущества использования. Закономерности корневого поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в растения. Многолетняя динамика содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в древесине. Структурные компоненты древостоя как индикаторы загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Раздел 4. Генетические процессы в облученных фитоценозах.

Тема 10. Методы изучения генетических нарушений у растений.

Цитогенетические методы анализа генетических нарушений. Биохимические методы выявления генетических нарушений у растений. Радиобиологические тест-системы на основе растений.

Тема 11. Эколого-генетические исследования на растительных объектах.

Виды генетических нарушений, выявляемые у растений. Радиационные химеры растений. Понятие генетического груза в условиях хронического облучения фитоценоза. Эффект радиоадаптации растений, экспериментальное подтверждение и возможный механизм. Генетический груз и радиоадаптация растений в условиях хронического облучения фитоценозов. Эколого-генетические исследования на растительных объектах: основные выводы по ВУРСу и зоне аварии на ЧАЭС.

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

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

Рекомендуемые темы:

1. Дозовые пределы радиационных эффектов у растений на территории ВУРСа.
2. Дозовые пределы радиационных эффектов у растений в острый период аварии на ЧАЭС.

3. Дозовые пределы радиационных эффектов фитоценотического уровня в отдаленный период аварии на ЧАЭС.
4. Биогеоэкологические аспекты работ Н.В. Тимофеева-Ресовского.
5. Понятие о растениях-накопителях и дискриминаторах радионуклидов (по материалам работ в фитоценозах ВУРСа).
6. Влияние анатомо-морфологических особенностей растений на процесс первичного задержания радионуклидов аэральных выпадений.
7. Факторы радиочувствительности растений.
8. Эколого-генетические исследования на растительных объектах.
9. Проблема оценки поглощенных доз у представителей фитоценоза.
10. Особенности семенного возобновления хвойных и роль в пострadiационном восстановлении фитоценозов.

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

1. Летальные эффекты ассимиляционных органов древесных растений.
2. Радиоморфозы древесных растений (сублетальные эффекты побегов). Механизм сублетальных эффектов растений.
3. Нарушения гормонального статуса растений в результате лучевого воздействия.
4. Составляющие радиационного синдрома высших растений.
5. Меристемы растений как критические системы в условиях радионуклидного загрязнения.
6. Пороговые уровни дозовых нагрузок для основных радиобиологических эффектов растений (на примере сосны и березы).
7. Отдаленные последствия острого лучевого поражения латеральной меристемы древесных растений в фитоценозах.
8. Отдаленные последствия хронического облучения в фитоценозах в условиях радионуклидного загрязнения на примере ВУРСа.
9. Перечислите радиобиологические тест-системы на основе растений и их органов.
10. Особенности корневого поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в растения в отдаленные периоды радиационной аварии, факторы. Виды дискриминаторы и виды накопители.
11. Количественные показатели транслокационных переходов РН в растения, перечислить. Коэффициент накопления, размерность.
12. Коэффициент перехода, размерность. Преимущества использования КП в радиоэкологических исследованиях.
13. Процесс первичного задержания радионуклидов аэральных выпадений, количественные показатели.
14. Процесс внекорневого усвоения РН растениями, подвижность ^{137}Cs и ^{90}Sr .
15. Процессы биологического самоочищения во вторичном перераспределении радионуклидов, факторы. Использование хвои как индикатора радиационной обстановки территории.
16. Растения-биоиндикаторы в условиях радионуклидного загрязнения.
17. Использование радиационного мутагенеза растений в селекции.
18. Представители хвойных как критические системы лесных фитоценозов в условиях радионуклидных загрязнений.
19. Способы оценки радиочувствительности растений. Шкала радиочувствительности представителей фитоценозов.

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 соответствующи е виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, самостоятель- ные и контрольные работы, тесты)	Отсутстви е знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированны е систематические знания
Умения (виды оценочных средств: контрольные работы, написание рефератов и докладов на заданную тему)	Отсутстви е умений	В целом успешное, но не систематическо е умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиальног о характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутстви е навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированны е навыки (владения), применяемые при решении задач

9. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:
 - 1) Радиобиология растений / Гродзинский Д.М. - Киев: Наук. думка, 1989. - 384 с.
 - 2) Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: По материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. - М.: Наука, 2000. - 268 с.

- 3) Фокин А.Д. Сельскохозяйственная радиоэкология: учебник для вузов / Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. – М.: Дрофа, 2005.
- 4) Биоиндикация радиоактивных загрязнений. – М.: Наука, 1999. – 384 с.
- 5) Антропогенная радионуклидная аномалия и растения /Д. М. Гродзинский, К. Д. Коломиец, Ю. А. Кутлахмедов и др. / Под ред. Д. М. Гродзинского/- Киев: Лыбидь, 1991. – 156 с.

- 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, оборудованные 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:

Дисциплина «Радиобиология растений» рассматривает радиационные эффекты растений и их использование в практике радиационной экологии в качестве индикаторов радионуклидного загрязнения и как факторы реабилитации загрязненных территорий. Большое внимание уделено роли растений в биогеохимии техногенных радионуклидов с точки зрения радиационной гигиены и защиты человека от переоблучения. Освещены проблемные вопросы радиоэкологии, связанные с изучением генетических процессов в облученных фитоценозах и эффектам низкоуровневого хронического облучения в отдаленный период радиационной аварии.