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:

Биологическое действие радионуклидов

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 _____)

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 *05.03.06 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 обязательной для освоения

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

Химия
Физика
Биология
Математика
Органическая химия
Общая химия
Общая физика
Общая экология
Физиология и биохимия растений

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	**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	**Знает:** официальную точку зрения о молекулярных механизмах радиобиологических эффектов на молекулярном, клеточном и организменном уровне, а также особенности проявления радиобиологических эффектов человека, необходимые для понимания основ регламентации и

реакций в практических целях; знание основ радиационной гигиены и радиационной безопасности в регламентируемых ситуациях облучения	реакций в практических целях.	принципов радиационной защиты. **Умеет:** прогнозировать действие внешних факторов, модифицирующих реализацию конечных радиобиологических эффектов в свете современных представлений о биологическом действии радиации, а также проводить сравнительную оценку радиочувствительности биологических объектов на молекулярно-клеточном и организменном уровне. Умеет анализировать результаты современных научных исследований по спорным вопросам биологического действия радионуклидов, представленных в документах компетентных международных и национальных организаций.

4. **Объем дисциплины** 3 з.е.**,** в том числе 34 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 74 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**	Тестирование, ответы на вопросы	Подготовка докладов, рефератов	**Всего**
Раздел 1. Радиобиологический парадокс	28	4	2	6	10	12	22
Тема 1. Основные исторические этапы изучения биологического действия радионуклидов, развитие радиобиологии и радиационной биофизики.	6	1	-	1	1	4	5
Тема 2. Особенности взаимодействия электромагнитных и корпускулярных ионизирующих излучений веществом, передача энергии в процессах ионизации и возбуждения.	8	1	1	2	1	5	6
Тема 3. Радиобиологический парадокс.	7	1	1	2	2	3	5

Тема 4. Модификация радиочувствительности.	7	1	-	1	6	-	6
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, контрольная работа, подготовка докладов и рефератов по теме						
Раздел 2. Радиобиологические эффекты на клеточном уровне.	32	6	8	14	8	10	18
Тема 4. Понятие о радиобиологических эффектах, время их проявления и системные уровни рассмотрения.	5	1	2	3	1	1	2
Тема 5. Методы количественной радиобиологии.	6	1	2	3	2	1	3
Тема 6. Основная мишень радиационного воздействия.	9	1	2	3	2	4	6
Тема 7. Понятие радиочувствительности (радиорезистентности) и ее критерии на клеточном и организменном уровне.	7	2	1	3	2	2	4
Тема 8. Отдаленные (по времени проявления) и опосредованные (дистанционные) радиационные эффекты клеточного уровня.	5	1	1	2	1	2	3
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для проведения текущей аттестации, контрольная работа, подготовка докладов и рефератов по теме						
Раздел 3. Радиобиологические эффекты на уровне организма.	42	4	10	14	14	14	28

Тема 9. Радиочувствительность организмов, критерий оценки.	7	1	3	4	2	1	3
Тема 10. Классификация лучевых реакций на организменном уровне.	9	1	2	3	2	4	6
Тема 11. Понятие стохастических эффектов.	13	1	2	3	6	4	10
Тема 12. Генетические наследственные эффекты радиационного воздействия и способы их количественной оценки.	13	1	3	4	4	5	9
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						
Промежуточная аттестация	*экзамен*				6		
Итого:	108	34			74		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Радиобиологический парадокс.

Тема 1. Основные исторические этапы изучения биологического действия радионуклидов, развитие радиобиологии и радиационной биофизики. Техногенные и естественные радионуклиды как источники ионизирующих излучений в радиобиологических и радиоэкологических исследованиях. Актуальные направления исследований в связи с проблемами загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами. Электромагнитные и корпускулярные ионизирующие излучения, источники и физические особенности. Энергия ионизирующих излучений, единицы измерения.

Тема 2. Особенности взаимодействия электромагнитных и корпускулярных ионизирующих излучений веществом, передача энергии в процессах ионизации и возбуждения. Экспозиционная доза излучения, единицы измерения. Первичные физико-химические процессы в облученных биосистемах. Поглощенная доза ионизирующих излучений, единицы измерения. Понятие о линейной передаче энергии ионизирующих излучений (ЛПЭ), единицы измерения. Плотность ионизации. Редко- и плотно ионизирующие излучения, их проникающая способность и особенности взаимодействия с биосистемами.

Тема 3. Радиобиологический парадокс. Представления об усилении и элиминации первичных радиационных поражений при реализации конечного эффекта облучения. Прямое и косвенное действие радиации на биомолекулы. Радиолиз воды. Понятие радиационно-индуцируемого оксидативного стресса и его роль в усилении первичных радиационных повреждений. Радиотоксины и поражение биомембран.

Тема 4. Модификация радиочувствительности. Механизмы химической защиты биологических систем от воздействия облучения. Радиопротекторы, их классификация и история изучения. Эндогенный фон радиорезистентности. Факторы, усиливающие и ослабляющие последствия облучения. Кислородный эффект.

Раздел 2. Радиобиологические эффекты на клеточном уровне.

Тема 4. Понятие о радиобиологических эффектах, время их проявления и системные уровни рассмотрения. Относительная биологическая эффективность (ОБЭ) излучений и ее зависимость от линейной передачи энергии. Коэффициенты, учитывающие биологическую эффективность разных видов излучения, современная оценка. Эквивалентная поглощенная доза, единицы измерения.

Тема 5. Методы количественной радиобиологии. Особенности и способы преобразования дозовых зависимостей на молекулярном и клеточном уровне. Параметры кривых «доза-эффект» на клеточном уровне, их современная интерпретация. Развитие теоретических представлений о закономерностях лучевого поражения. Интерпретация дозовых зависимостей на клеточном уровне. Формальные модели лучевого поражения клеток, ограничения их использования при переходе на вышележащие системные уровни.

Тема 6. Основная мишень радиационного воздействия. Радиационные повреждения ДНК, современные представления. Аберрации хромосом как непосредственный эффект лучевого поражения клеток. Классификация радиационно-индуцированных аберраций хромосом, способы учета. Понятие о биологической дозиметрии. Способность клеток к репарации радиационных повреждений, экспериментальные доказательства и зависимость от величины ЛПЭ ионизирующих излучений. Понятие мощность дозы, единицы измерения. Прямой эффект мощности дозы и следствия для оценки опасности острого и хронического облучения.

Тема 7. Понятие радиочувствительности (радиорезистентности) и ее критерии на клеточном и организменном уровне. Индивидуальная и групповая радиочувствительность. Факторы, влияющие на клеточную радиочувствительность. Сравнительная радиочувствительность на суборганизменном уровне (клеточных популяций и тканей). Стадии клеточного цикла. Системы клеточного обновления тканей. Классификация радиобиологических эффектов на клеточном уровне. Непосредственные эффекты. Понятие «летальность» на клеточном уровне. Механизмы реализации гибели клеток, их роль в развитии лучевого поражения.

Тема 8. Отдаленные (по времени проявления) и опосредованные (дистанционные) радиационные эффекты клеточного уровня. Понятие и количественная оценка диапазона «малых доз». Эффекты «малых доз» на клеточном уровне.

Раздел 3. Радиобиологические эффекты на уровне организма.

Тема 9. Радиочувствительность организмов, критерий оценки. Дозовые зависимости организменного уровня. Понятие «критическая система» организма по проявлению детерминированных эффектов. Виды и дозовые диапазоны проявления радиационных синдромов. Острая и хроническая лучевая болезнь человека – дозовые диапазоны и основные клинические проявления.

Тема 10. Классификация лучевых реакций на организменном уровне. Виды соматических детерминированных эффектов. Тканевая радиочувствительность в отношении развития детерминированных эффектов и возможности регенерации тканей. Пороговые дозы соматических детерминированных эффектов.

Тема 11. Понятие стохастических эффектов. Стохастические соматические эффекты. Тканевая радиочувствительность по проявлению стохастических эффектов облучения. Количественная оценка риска стохастических эффектов для тканей, взвешивающие коэффициенты. Понятие эффективная доза, единицы измерения. Количественная оценка риска стохастических эффектов облучения в популяции. Коллективная доза, единицы измерения. Основные положения линейной беспороговой концепции для оценки стохастических эффектов облучения человека. Коэффициенты риска для стохастических эффектов в популяции, современные оценки.

Тема 12. Генетические наследственные эффекты радиационного воздействия и способы их количественной оценки. Удваивающая доза и ее современная оценка. Эпидемиологические и когортные исследования, проблема переноса экспериментальных данных на человека. Эффекты радиационного воздействия на ранних стадиях онтогенеза (эмбриональное развитие). Факторы, влияющие на выраженность эффектов радиационного поражения эмбриона.

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. Эффект свидетеля, условия его проявления и возможный молекулярный механизм в свете современных представлений.
2. Явление радиационно-индуцируемой геномной нестабильности.
3. Эффект Петко как пример «эффекта малых доз». Проблема переноса данных на объекты радиоэкологии.

4. Эффекты гиперрадиочувствительности и индуцированной радиорезистенстности, возможные молекулярные механизмы.
5. Радиационный гормезис как дискуссионный вопрос радиобиологии.
6. Эффективная эквивалентная доза, история введения, сфера применения и роль для оценки радиационной опасности ионизирующих излучений.
7. Коллективная доза, возможности и ограничения использования по материалам Международной комиссии радиационной защиты.
8. Основная мишень радиационного воздействия –экспериментальные обоснования.
9. Радиопротекторы и радиосенсибилизаторы, история открытия и сфера использования.
10. Детерминированные эффекты радиации, современная оценка порогов тканевых реакций. Критические системы организма по проявлению детерминированных эффектов.

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

1. Основные мишени и эффекты радиационного воздействия на клеточном уровне.
2. Этапы взаимодействия ионизирующих излучений с биологическими объектами, оценка времени реализации эффектов.
3. Репарация радиационных повреждений, экспериментальное доказательство. Современные представления о видах репарации и их особенностях.
4. Понятие радиобиологических эффектов, их виды. Какие эффекты учитываются в процедуре гигиенической регламентации радиационных воздействий?
5. Эффект мощности дозы. Прямой и обратный эффекты мощности дозы. Следствия прямого эффекта мощности дозы.
6. Виды радиационных эффектов на организменном уровне. Мера радиочувствительности.
7. Критические системы организма, виды радиационных синдромов человека.
8. Стохастические соматические эффекты. Возможности количественной оценки риска стохастических эффектов. Когортные исследования.
9. Радиационные повреждения ДНК и их проявления на клеточном уровне, способы количественного учета.
10. Понятие и количественная оценка диапазона «малых доз». Эффекты «малых доз» на клеточном уровне. Адаптивный ответ.
11. Радиочувствительность биологических систем, критерии оценки на клеточном и организменном уровне.
12. Радиочувствительность организмов, дозовые зависимости организменного уровня. Понятие «критической системы» организма.
13. Модификаторы, ослабляющие радиационное поражение, химическое строение и этапы изучения.
14. Модификаторы, усиливающие радиационное поражение, кислородный эффект.
15. Шкала видовой радиочувствительности.
16. Тканевая радиочувствительность и восстановление от радиационных повреждений на организменном уровне.
17. Эффекты радиационного воздействия на ранних стадиях онтогенеза (на примере млекопитающих).
18. Механизмы реализации гибели клеток, их роль в развитии лучевого поражения.

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) Радиобиология человека и животных: Учебное пособие / С.П. Ярмоненко, А.А. Вайсон; Под ред. С.П. Ярмоненко. – М.: Высш. шк., 2004. -549 с.
2) Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Под ред. В.К. Мазурика, М.Ф. Ломанова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 448 с.
3) Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / под ред. Л.А. Ильина, В.А. Губанова. – М.: ИздАТ, 2001. – 752 с.
4) Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер с англ. / Под общей ред. М.Ф. Киселёва и Н.К. Шандалы. – М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009.
5) Медико-биологические последствия Чернобыльской аварии / под ред. Ю.А. Кутлахмедова, В.П. Зотова. – Киев: МЕДЭКОЛ, 1998.

- 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:**

Курс освещает вопросы, связанные с действием радионуклидов как источников ионизирующих излучений на биологические объекты различного системного уровня и систематического положения. Введено представление о молекулярных механизмах биологического действия радиации, видах и мере радиобиологических эффектов и интерпретации дозовых зависимостей. Особое внимание уделено характеристике радиобиологических эффектов на молекулярном и клеточном уровне, лучевым реакциям растений и животных, радиационным синдромам и признакам лучевой болезни человека.