Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ВОДНАЯ РАДИОЭКОЛОГИЯ

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

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))*

Физика
Химия
Биология
Математика

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-1. Владеет системой знаний о поведении радионуклидов в компонентах природных (наземных, водных) и агроэкосистем; современных достижениях науки; принципах ведения хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях. Способен применять полученные знания при решении экологических проблем и прикладных задач различного уровня.	**Б- СПК-1.1** Комплексно применяет на практике систему знаний о поведении радионуклидов в компонентах природных (наземных, водных) и агроэкосистем; о современных достижениях науки; принципах ведения хозяйственной деятельности на радиоактивно загрязненных территориях.	**Знает:** закономерности поведении радионуклидов в гидросфере и формирования дозовых нагрузок на гидробионтов. Способы борьбы с радиоактивным загрязнением водоемов. **Умеет**: применять теоретические и практические знания в области радиоэкологии водных экосистем при проведении радиоэкологических научных исследований, мониторинга водоемов, осуществления радиоэкологической экспертизы, разработки контрмер.

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 (модуля), структурированное по темам (разделам) 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**
Введение	3	1	1	2	1	-	1
Раздел 1 Основы гидробиологии	7	1	3	4	1	2	3
Раздел 2 Радиоэкология водных экосистем Тема 1. Гидросфера, как специфическая среда миграции радионуклидов	8	2	2	4	2	2	4
Тема 2. Круговорот радионуклидов в водных экосистемах	8	2	2	4	2	2	4
Тема 3. Изучение поведения радионуклидов в гидросфере	12	2	4	6	2	4	6
Тема 4. Радиационное поражение водных экосистем и гидробионтов	8	2	2	4	2	2	4

Тема 5. Сочетанное воздействие ионизирующего излучения и экотоксикантов.	8	2	2	4	2	2	4
Тема 6. Меры по предупреждению и минимизации последствий радиоактивного загрязнения водных экосистем	8	1	3	4	1	3	4
Тема 7. Примеры исследований поведения радионуклидов в водных экосистемах	8	1	3	4	1	3	4
Форма текущей аттестации по разделу.	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Промежуточная аттестация	*зачет*					2	
Итого:	72	36				36	

Подробное содержание дисциплины по разделам и темам:

Введение Предмет изучения. Риски радиоактивного загрязнения гидросферы. Важность гидросферы как неотъемлемой части биосферы, как источника воды и пищевых ресурсов. Пути поступления техногенных РН в гидросферу (атмосферные выпадения, смыв с суши, слив жидких радиоактивных отходов предприятиями ЯТЦ, захоронение отходов в океане, аварии судов с ядерными реакторами и.т.д.). Примеры радиоактивного загрязнения гидросферы. Крупнейшие аварии, сопровождавшиеся поступлением выбросов в водоемы.

Раздел 1 Основы гидробиологии

Гидробиология как наука. Гидросфера как часть биосферы. Важнейшие абиотические факторы гидросферы. Характеристика основных типов водоемов и биотопов. Жизненные формы населения гидросферы. Основные обитатели водоемов. Питание и пищевые взаимоотношения гидробионтов. Пищевые цепи и сети в водоемах.

Раздел 2 Радиоэкология водных экосистем

Тема 1. Гидросфера, как специфическая среда миграции радионуклидов. Вода, как универсальный растворитель и переносчик радиоактивных веществ. Содержание и поведение естественных и техногенных радионуклидов в гидросфере.

Тема 2. Круговорот радионуклидов в водных экосистемах. Перенос с водными течениями. Осаждение радионуклидов и их миграция в донных отложениях. Отличительные особенности поведения наиболее значимых радионуклидов в гидробиоценозах. Факторы, определяющие уровень загрязнения гидробионтов радионуклидами. Специфика физиологических особенностей и метаболизма гидробионтов, как объектов радиоактивного загрязнения. Влияние особенностей водно-солевого баланса обитателей пресноводных и морских экосистем на накопление радионуклидов. Перераспределение радионуклидов по пищевым цепям гидробиоценозов.

Тема 3. Изучение поведения радионуклидов в гидросфере. Мониторинг радиоактивного загрязнения гидросферы. Средства и методы отбора проб. Методы изучения поведения радионуклидов в пищевых цепях. Математическое моделирование поведения радионуклидов в водоемах.

Тема 4. Радиационное поражение водных экосистем и гидробионтов. Специфика облучения организмов в водной среде. Расчет дозовых нагрузок на гидробионтов. Применение программы ERICA Assesment Tool. Устойчивость водных экосистем и их компонентов к воздействию ионизирующего излучения.

Тема 5. Сочетанное воздействие ионизирующего излучения и экотоксикантов. Возможные сценарии загрязнений. Примеры конкретных ситуаций. Синергизм и антагонизм. Изобологграммы, отражающие одновременное воздействие облучения и загрязнителей.

Тема 6. Меры по предупреждению и минимизации последствий радиоактивного загрязнения водных экосистем. Обваловка берегов водоемов. Использование способности гидробиоценозов к самоочищению. Фиторемедиация. Удаление донных отложений. Фильтрация технической и пищевой воды. Контроль уровня загрязнения морепродуктов. Специальные способы обработки морепродуктов.

Тема 7. Примеры исследований поведения радионуклидов в водных экосистемах. Исследование миграции, накопления и распределения ^{90}Sr, ^{137}Cs в озерных экосистемах, расположенных на территории ВУРСа в пределах Челябинской области. Информационно-

аналитическая система "Экогрэйд". Математические модели поведения радионуклидов в водных экосистемах.

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

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

Рекомендуемые темы:

1. Примеры разветвленных пищевых цепей в морских и пресноводных водоемах.
2. Физико-химические формы содержания радионуклидов в пресноводных и морских водоемах.
3. Ядерные испытания, как источник радиоактивного загрязнения гидросферы.
4. Возможность радиоактивного загрязнения водоемов штатно-работающими АЭС.
5. Загрязнение водоемов в результате Кыштымской аварии (хронология, последствия, современная радиологическая обстановка)
6. Загрязнение гидросферы радиоактивными выпадениями в результате аварии на ЧАЭС
7. Загрязнение гидросферы радиоактивными выпадениями в результате аварии на АЭС Фукусима.
8. ^{90}Sr, как один из основных загрязнителей гидробионтов.
9. ^{137}Cs , как один из основных загрязнителей гидробионтов.
10. Влияние гидрологических характеристик водоемов на особенности процессов накопления и миграции радионуклидов

Примеры тестов, темы рефератов, презентаций, докладов по темам

Раздел 1 Основы гидробиологии

1. Гидросфера как часть биосферы.
2. Важнейшие абиотические факторы гидросферы.
3. Характеристика основных типов водоемов и биотопов.
4. Жизненные формы населения гидросферы.
5. Основные обитатели водоемов.
6. Питание и пищевые взаимоотношения гидробионтов.
7. Пищевые цепи и сети в водоемах.

Раздел 2 Радиоэкология водных экосистем

Тема 1. Гидросфера, как специфическая среда миграции радионуклидов.

1. Гидросфера, как специфическая среда миграции радионуклидов.
2. Вода, как универсальный растворитель и переносчик радиоактивных веществ.
3. Содержание и поведение естественных и техногенных радионуклидов в гидросфере.

Тема 2. Круговорот радионуклидов в водных экосистемах.

1. Круговорот радионуклидов в водных экосистемах.
2. Перенос с водными течениями. Осаждение радионуклидов и их миграция в донных отложениях.
3. Отличительные особенности поведения наиболее значимых радионуклидов в гидробиоценозах.
4. Факторы, определяющие уровень загрязнения гидробионтов радионуклидами. Специфика физиоло-гических особенностей и метаболизма гидробионтов, как объектов радиоактивного загрязнения.

5. Влияние особенностей водно-солевого баланса обитателей пресноводных и морских экосистем на накопление радионуклидов.
6. Перераспределение радионуклидов по пищевым цепям гидробиоценозов.

Тема 3. Изучение поведения радионуклидов в гидросфере.

1. Мониторинг радиоактивного загрязнения гидросферы.
2. Средства и методы отбора проб.
3. Методы изучения поведения радионуклидов в пищевых цепях.
4. Математическое моделирование поведения радионуклидов в водоемах.

Тема 4. Радиационное поражение водных экосистем и гидробионтов.

1. Специфика облучения организмов в водной среде.
2. Расчет дозовых нагрузок на гидробионтов. Применение программы ERICA Assesment Tool.
3. Устойчивость водных экосистем к воздействию ионизирующего излучения.

Тема 5. Сочетанное воздействие ионизирующего излучения и экотоксикантов.

1. Возможные сценарии загрязнений. Примеры конкретных ситуаций.
2. Синергизм и антагонизм.
3. Изоболограммы, отражающие одновременное воздействие облучения и загрязнителей.

Тема 6. Меры по предупреждению и минимизации последствий радиоактивного загрязнения водных экосистем.

1. Обваловка берегов водоемов.
2. Использование способности гидробиоценозов к самоочищению.
3. Фиторемедиация. Удаление донных отложений. Фильтрация технической и пищевой воды.
4. Контроль уровня загрязнения морепродуктов. Специальные способы обработки морепродуктов.

Тема 7. Примеры исследований поведения радионуклидов в водных экосистемах.

1. Исследование миграции, накопления и распределения 90Sr, 137Cs в озерных экосистемах, расположенных на территории ВУРСа в пределах Челябинской области.
2. Информационно-аналитическая система "Экогрэйд".
3. Математические модели поведения радионуклидов в водных экосистемах.

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

1. Основные источники и пути радиоактивного загрязнения гидросферы.
2. Особенности гидросферы как среды миграции радионуклидов.
3. Основные места накопления радионуклидов в водоемах. Стратификация радиоактивного загрязнения водоемов.
4. Различия в радиоактивном загрязнении морских и пресноводных водоемов.
5. Основные факторы накопления радионуклидов в гидробионтах.
6. Влияние концентрации Са и К в воде на загрязнение макрофитов соответственно радиостронцием и радиоцезием.
7. Морфо-физиологические особенности гидробионтов, оказывающие влияние на накопление ими радионуклидов.
8. Гидробионты – индикаторы радиоактивного загрязнения водоема.
9. Недостатки системы расчета дозовой нагрузки ERICA Assesment Tool.

10. Устройства отбора образцов воды, грунта, гидрофлоры и гидрофауны.
11. Методика отбора и подготовки проб воды на спектрометрическое исследование.
12. Потенциально наиболее опасные для человека морепродукты.
13. Меры по предупреждению и минимизации последствий радиоактивного загрязнения водных экосистем
14. Предназначение и возможности информационно-аналитической системы "Экогрэйд".

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. Трапезников А.В., Трапезникова В.Н. Пресноводная радиоэкология. Екатеринбург : АкадемНаука, 2012.
2. Матишов Д.Г., Матишов Г.Г. Радиационная экологическая океанология. Апатиты : Изд-во Кол. науч. центра РАН, 2001.
3. Константинов А.С. Общая гидробиология, М, Высшая школа, 1986
4. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы : учеб. для студ. биол. спец. Ун-тов ; под ред. В. Д. Федорова, В. И. Капкова – М.: ПИМ, 2006.
5. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. Математическое моделирование миграции радионуклидов в водных экосистемах. М., Энергоатомиздат, 1986
6. Поликарпов Г.Г. Радиоэкология морских организмов. М. Атомиздат, 1970.

- Перечень лицензионного программного обеспечения: MS Windows10, MS Teams
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)^

  Радиоэкологический информационно-учебный ресурс «Экорадмод» (https://soil.msu.ru/kafedry/kaf-radioecologia/ecoradmod)
- Описание материально-технической базы

  А. Помещения

  - 2 лекционные аудитории, оборудованныея 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):**

Мамихин Сергей Витальевич
Должность: ведущий научный сотрудник
Ученая степень (когда и где присуждена): доктор биологических наук, 3 марта 2000 г. Высший аттестационный комитет Российской Федерации

12. **Разработчики программы:**

Мамихин Сергей Витальевич
Должность: ведущий научный сотрудник
Ученая степень (когда и где присуждена): доктор биологических наук, 3 марта 2000 г. Высший аттестационный комитет Российской Федерации

13. **Краткая аннотация дисциплины:** Цель спецкурса – ознакомление со спецификой поведения радионуклидов в гидросфере и особенностями воздействия ионизирующих излучений на гидробионтов. Спецкурс предваряется введением в гидробиологию в тех ее аспектах, которые важны с точки зрения радиоэкологии водных экосистем. Изучаются закономерности поведения радионуклидов в гидробиоценозах и воздействия облучения на их обитателей, а также основные факторы, влияющие на эти процессы. Рассматриваются методы отбора проб и методы проведения экспериментов, применяющиеся при радиоэкологических исследованиях в водоемах. Излагаются основные контрмеры, применяемые для снижения последствий радиоактивного загрязнения водоемов.