

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-33 01 01-2013 и учебных планов УВО № Н33-010/уч. 2013 г., № Н33з-012/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Тамара Александровна Макаревич, доцент кафедры общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета (протокол № 7 от 30 октября 2015 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 11 ноября 2015 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Радиоэкология» является одной из важнейших дисциплин в системе экологического образования.

Целью учебной дисциплины заключается в формировании у студентов целостного представления о закономерностях миграции радионуклидов в биосфере и о влиянии ионизирующего излучения на биосистемы надорганизменного уровня организации.

Задачи курса сводятся к усвоению знаний и формированию представлений: о распределении и путях миграции радионуклидов в экосистемах и их составных элементах; о последствиях для биологических систем надорганизменного уровня организации радиоактивного загрязнения; о механизмах самоочищения экосистем от радиоактивного загрязнения; о научно-обоснованных подходах к ликвидации последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды и организации безопасной жизнедеятельности людей в условиях повышенного радиационного риска.

Программа курса составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным учебным дисциплинам «Общая экология», «Гидроэкология», «Агроэкология», «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность».

В результате изучения курса «Радиоэкология» студенты должны:

знать:

- закономерности распределении и пути миграции радионуклидов в природных средах, в экосистемах и их составных элементах;
- последствия для биологических систем надорганизменного уровня организации радиоактивного загрязнения;
- механизмы самоочищения экосистем от радиоактивного загрязнения;
- научно-обоснованные подходы к ликвидации последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды;

уметь:

- оценивать уровень опасности радиоактивного загрязнения;
- пользоваться бытовыми и исследовательскими приборами для измерения уровня радиоактивности;
- разрабатывать схемы анализа путей миграции радионуклидов в природных средах и экосистемах;
- организовывать жизнедеятельность в условиях радиоактивного загрязнения, обеспечивающую минимизацию дозовых нагрузок.

владеть:

- полученными знаниями в практической деятельности по улучшению экологической обстановки в республике.

Изучение учебной дисциплины «Радиоэкология» должно обеспечить формирование у студента следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

В соответствии с учебным планом дневной формы получения образования программа рассчитана на 72 часа, из них аудиторных 34 часа. Распределение по видам занятий: лекции – 24 часа, лабораторные занятия – 8 часов, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 2 часа.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования программа рассчитана на 72 часа, из них аудиторных 10 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 8 часов, лабораторные занятия – 2 часа.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет, цель и задачи радиоэкологии. Структура радиоэкологии и связь с другими науками. Хроника основных событий, связанных с возникновением и развитием ядерной физики и, как следствие, радиационной экологии.

2. ОСНОВЫ ДОЗИМЕТРИИ

Дозиметрические понятия. Основные дозиметрические величины: базовые – активность, энергия излучения, поглощенная доза; нормируемые – эквивалентная доза, эффективная доза. Коллективные дозы. Радиационные риски. Радиационные эффекты: детерминированные, стохастические.

Способы измерения ионизирующих излучений и определения доз облучения. Дозиметры, радиометры, спектрометры.

3. РАДИАЦИОННЫЙ ФОН ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.1. Естественная радиоактивность

Естественный радиационный фон Земли и его составляющие.

Космогенная радиация: космическое излучение и космогенные радиоизотопы. Общая характеристика наиболее важных космогенных радиоизотопов (^3H , ^7Be , ^{14}C , ^{22}Na , ^{32}P , ^{33}S) и их биогеохимическая роль.

Земная радиация. Наиболее значимые естественные радиоизотопы первичного происхождения не образующие ряды распада (^{40}K) и образующие ряды распада (^{238}U , ^{232}Th , ^{235}U) и их биогеохимическая роль. Наиболее значимые дочерние продукты распада – радий и радон. Глобальная проблема эмиссии радона. Естественная эмиссия земной радиации. Технологически увеличенная земная радиация. Радиоактивность, связанная с нефтяными и газовыми месторождениями. Выделение радиоактивности при сжигании угля.

3. 2. Искусственная радиоактивность

Основные физические процессы, в результате которых образуются искусственные радионуклиды: ядерное деление, ядерный синтез, нейтронная активация. Наиболее важные искусственные радиоизотопы: радиоизотопы цезия, стронция, рутения, церия, йода и плутония. Их включение в биогеохимический круговорот. Источники поступления искусственной радиоактивности в окружающую среду: ядерные взрывы; ядерный топливный цикл; производство и использование искусственных радионуклидов и других источников ионизирующих излучений в медицине, промышленности, науке и сельском хозяйстве.

Радиационные аварии. Международная шкала классификации радиационных аварий. Хронологический разбор основных аварий (аварии в Кыштыме, Уиндскейле, Тримайл-Айленде, экологические проблемы ядерного комплекса в Хансфорде, падение с орбит искусственных спутников Земли, Чернобыльская катастрофа). Причины, особенности, экологические последствия.

4. МИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ

4.1. Распространение радионуклидов в атмосфере

Пути и формы поступления радиоактивных веществ в атмосферу. Трансформация в атмосфере. Рассеяние радионуклидов в атмосфере: адвективный перенос, турбулентное перемешивание. Основные механизмы удаления радиоактивных веществ из атмосферы: влажное выпадение, сухое выпадение, естественный радиоактивный распад. Ресуспензия.

4.2. Наземные пути миграции радионуклидов

Источники и пути поступления радиоактивных веществ в наземные экосистемы. Прямое поступление. Опосредованное поступление. Общая схема миграции радионуклидов в наземной среде. Факторы, определяющие

миграцию радионуклидов в наземной среде: сопряженные со свойствами почв; контролируемые физико-химическими характеристиками радионуклидов; обусловленные типом растительности, гидрологией, характером подстилающих пород; климатические факторы.

Миграция радионуклидов в почве. Горизонтальная миграция и ее механизмы (пылевые переносы; сток поверхностных вод; паводковые и дождевые потоки; миграция животных; хозяйственная деятельность человека). Миграция в почвенном слое (вертикальная миграция). Механизмы распределения радионуклидов между твердой и жидкой фазами почвы, факторы, регулирующие распределение. Коэффициент распределения. Миграция с почвенными частицами. Миграция через растворы. Понятие химической и биологической доступности. Поведение в почве основных дозообразующих «постчернобыльских» элементов – радиоизотопов цезия и стронция.

Поступление радионуклидов в растения. Аэральное загрязнение растений. Адсорбции твердых аэрозольных частиц на поверхности растений. Абсорбции радионуклидов листьями и включение в метаболизм. Вторичное аэральное загрязнение. Поступление радионуклидов из почвы через корневую систему. Коэффициент накопления (коэффициент перехода). Коэффициент дискриминации. Влияние физико-химических свойств радионуклида на переход их из почвы в растение. Влияние свойств почвы на поступление радионуклидов в растение. Влияние биологических свойств растений на накопление радионуклидов из почвы. Приемы, ограничивающие поступление радионуклидов в растения (фитомелиорация; репрофилирование растениеводства; подбор культур; известкование кислых почв; внесение удобрений; защита растений; регулирование водного режима почв).

Перенос радионуклидов в тело животных и включение их в метаболизм. Рациональное ведение животноводства на загрязненных территориях, обеспечивающее снижение дозовых нагрузок на человека. Особенности накопления радионуклидов охотничьими видами животных. Ведение охотничьего хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях.

4.3. Миграция радионуклидов в водных экосистемах

Естественная радиоактивность природных вод. Пути и формы поступления радиоактивных веществ в водные экосистемы. Распределение радионуклидов между жидкой и твердой фазами в водной среде. Механизмы распределения. Факторы, регулирующие распределение. Коэффициент распределения. Коэффициент накопления.

Пространственное перераспределение радиоактивных веществ при переносе раствора и твердой фазы: горизонтальный перенос (ламинарное течение); перемешивание в толще воды (турбуленция); вертикальный перенос (седиментация). Физическая и биологическая составляющие

седиментации. Диффузионные переносы через границы «донные отложения – водная толща», «эпилимнион – металимнион», «металимнион – гипolimнион». Рециклинг радионуклидов из донных отложений в воду. Механизмы рециклинга: ресуспензия осадков; перемешивание осадков (физический массоперенос и биотурбация); корневое питание высших водных растений; десорбция радиоцезия вследствие конкурентных взаимоотношений с ионом аммония. Роль деструкционной деятельности донной бактериофлоры в накоплении аммония в донных отложениях.

Включение радионуклидов в биотический круговорот. Механизмы включения: биоассимиляция и физико-химические процессы сорбции. Миграция радионуклидов по пищевым цепям. Закономерности накопления радионуклидов на различных трофических уровнях. Видовая специфика гидробионтов в накоплении радионуклидов. Роль различных структурно-функциональных блоков водных экосистем в транспорте радионуклидов. Запасы и потоки радионуклидов.

Опосредованное влияние биоты на миграцию радионуклидов в водных экосистемах: формирование гидрохимического режима (аммонификация, образование сероводорода, регулирование содержания кислорода, углекислоты, величины pH); формирование гидрооптического режима; интенсификация седиментации; влияние на гидродинамику водных масс.

Механизмы самоочищения. Самоочистительный потенциал водных экосистем разного типа.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Радиоэкология как наука	2						
2.	Основы дозиметрии и радиометрии	2			8			Устный опрос
3.	Радиационный фон окружающей среды: естественная радиоактивность	2						
4.	Искусственная радиоактивность	2						
5.	Ядерный топливный цикл. Использование искусственной радиоактивности в медицине, промышленности, науке.	2						
6.	Шкала ИНЕС. Хронология основных ядерных инцидентов	2						
7.	Распространение радионуклидов в атмосфере и выведение из атмосферы. Общая схема наземных путей миграции радионуклидов.	2						
8.	Миграция радионуклидов в почвенном слое	2						
9.	Миграция радионуклидов в системе почва–растение	2						
10.	Поступление радионуклидов в организм животных, включение в метаболизм, распределение между органами и тканями. Меры по снижению содержания радионуклидов в продукции растениеводства и животноводства.	2						
11.	Наземные пути миграции радионуклидов.						2	Промежуточный зачет в виде письменной работы (тесты, задания)
12.	Миграция радионуклидов в водной среде	4						

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Радиоэкология как наука. Основы дозиметрии и радиометрии.	2			2			
2.	Радиационный фон окружающей среды: естественная и искусственная радиоактивность. Ядерный топливный цикл.	2						
3.	Миграция радионуклидов в наземной среде. Меры по снижению содержания радионуклидов в продукции растениеводства и животноводства.	2						
4.	Миграция радионуклидов в водной среде	2						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная и дополнительная литература

№№ п/п	Список литературы	Год издания
Основная (ЛО)		
1.	Агеец В.Ю. Система радиозоологических контрмер в агроффере Беларуси	2001
2.	Алексахин Р.М. Сельскохозяйственная радиозоология / Р.М. Алексахин, А. В. Васильев, В. Г. Дикарев и др.	1992
3.	Апплби Л. Дж. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде. Радиозоология после Чернобыля / Л. Дж. Апплби, Л. Девелл, Ю.К. Мишра и др.	1999
4.	Крышев И.И. Экологическая безопасность ядерно-экологического комплекса России / И.И. Крышев, Е.П. Рязанцев.	2000
5.	Куликов Н.В. Континентальная радиозоология (почвенные и пресноводные экосистемы) / Н.В. Куликов, И.В. Молчанова	1975
6.	Пивоваров Ю.П. Радиационная экология / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев	2004
Дополнительная (ЛД)		
1.	Булавик И.М. Радиозоология / И.М. Булавик, А.В. Гаврилов, А. Н. Переволоцкий	2000
2.	Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС / Под ред. акад. Л.М. Суцени, чл.-корр. АН Беларуси М.М. Пикулика, канд. биол. наук А.Е. Пленина	1994
3.	Люцко А.М. Чернобыль: шанс выжить / А.М. Люцко, И.В. Ролевич, В.И. Тернов	1996
4.	Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли	1991
5.	Машнева Н.И. Биологические последствия радиоактивного загрязнения водоемов / Н.И. Машнева и др.	1983
6.	Основы радиозоологии и безопасной жизнедеятельности: Методическое пособие для учителей: в двух томах	2005
7.	Остапеня А.П. Поведение цезия-137 в озерах разного типа	2000
8.	Последствия Чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь. Национальный доклад / под ред. Е.Ф. Конопки	2002
9.	Правила ведения агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2002 – 2005 гг. / под ред. И.М. Богдевича	2002
10.	Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде / под ред. Ф. Уорнера и Р. Харрисона	1999
11.	Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС) / под общей ред. В.И. Парфенова, Б.И. Якушева	1995
12.	Савченко В.К. Экология Чернобыльской катастрофы: Научные основы Международной программы исследований	1997

13.	Смирнов С. Н. Радиационная экология	2000
14.	Сушня Л.М. Животный мир и радиация / Л.М. Сушня, М.М. Пикулик, А.Е. Пленин	1991
15.	Трапезников А.В. Радиоэкология пресноводных экосистем	2006
16.	Чеботина М.Я. Экологические аспекты изучения миграции радионуклидов в континентальных водоемах	1998
17.	The radiological consequences of the Chernobyl accident / Proceedings of the first international conference Minsk, Belarus 18 to 22 March 1996	1996

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (дневная форма получения высшего образования)

1. Измерение ионизирующих излучений. – 4 часа.
2. Определение доз облучения – 4 часа.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (заочная форма получения высшего образования)

1. Определение доз облучения – 2 часа

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Промежуточный зачет по разделу «Наземные пути миграции радионуклидов» (2 часа).

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- компьютерные тестовые задания;
- устный опрос.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа курса, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Общая экология	общей экологии и МПБ	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.
Гидроэкология	общей экологии и МПБ	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.
Агроэкология	общей экологии и МПБ	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.
Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность	клеточной биологии и биоинженерии растений	нет	протокол № 7 от 30 октября 2015 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____/____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)