

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по экологическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь



В.А. Богуш

2016 г.

Регистрационный № ТД- 4.086 /тип.

Радиоэкология

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности:
1-33 01 01 Биоэкология**

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по экологическому
образованию



С.А. Маскевич

2015 г.

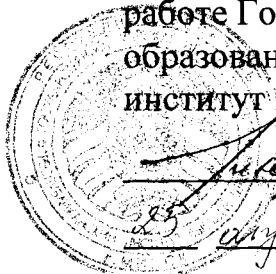
СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего
образования Министерства образования
Республики Беларусь

С.И. Романюк

3 мая 2016 г.

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»



И.В. Титович

2016 г.

Эксперт-нормоконтролер

А.А. Денисевич

11 04 2016 г.

Минск 2016

1 330101

СОСТАВИТЕЛЬ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра биотехнологии и биоэкологии Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»;

Семенченко Виталий Павлович, заведующий лабораторией гидробиологии Государственного научно-производственного объединения «Научно-производственный центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», доктор биологических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой общей экологии и методики преподавания биологии Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 16 октября 2015 г.);

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

Научно-методическим советом по биоэкологии и геоэкологии Учебно-методического объединения по экологическому образованию (протокол № 3 от 01 декабря 2015 г.)

Ответственный за редакцию: Макаревич Тамара Александровна

Ответственный за выпуск: Макаревич Тамара Александровна

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Радиоэкология» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-33 01 01 «Биоэкология».

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов целостного представления о закономерностях миграции радионуклидов в биосфере и о влиянии ионизирующего излучения на биосистемы надорганизменного уровня организации.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение механизмов и закономерностей миграции радионуклидов в экосистемах разного типа;
- оценка последствий для биологических систем надорганизменного уровня организации радиоактивного загрязнения;
- изучение механизмов самоочищения наземных и водных экосистем от радиоактивного загрязнения;
- формирование знаний о научно-обоснованных подходах к ликвидации последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды и организации безопасной жизнедеятельности людей в условиях повышенного радиационного риска.

Изучение учебной дисциплины «Радиоэкология» базируется на знаниях, полученных студентами по учебной дисциплине «Общая экология»

Программа составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным учебным дисциплинам «Безопасность жизнедеятельности человека», «Биотический круговорот», «Гидроэкология».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- закономерности распределения 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:

– основными приемами оценки доз ионизирующего излучения;
– основными приемами анализа путей миграции радионуклидов по пищевым цепям.

В соответствии с образовательным стандартом по специальности 1-33 01 01 «Биоэкология» изучение учебной дисциплины «Радиоэкология» должно обеспечить формирование у специалиста следующих компетенций:

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

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

ПК-1. Квалифицированно проводить научные исследования в области экологии и биологии, осуществлять анализ результатов экспериментальных исследований, формулировать из полученных результатов корректные выводы.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

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-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования в области промышленной экологии, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

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

ПК-8. Организовывать работу по подготовке научных статей, заявок на изобретения и лично участвовать в ней.

ПК-9. Организовывать работу по обоснованию целесообразности выполнения научных проектов и исследований.

ПК-10. Составлять и вести документацию по научно-производственной деятельности.

ПК-11. Выполнять работы на современном производственном и лабораторном оборудовании, используя техническую документацию.

ПК-12. Подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при осуществлении производственной деятельности.

ПК-13. Осуществлять деятельность в сфере экологической экспертизы и аудита, системе экологического мониторинга.

ПК-14. Обоснованно формулировать рекомендации по обеспечению экологической безопасности технологических процессов.

ПК-15. Учитывать основные принципы организации производств при выполнении профессиональной деятельности и разрабатывать рекомендации по совершенствованию технологического процесса.

ПК-16. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в создании экологических стандартов и нормативов.

ПК-19. Осуществлять контроль за соблюдением нормативных актов по охране окружающей среды на предприятиях и в процессе осуществления производственной деятельности.

Программа рассчитана на 72 часа, из них аудиторных 34 часа (примерное распределение по видам занятий: лекции – 24 часа, лабораторные занятия – 10 часов).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Наименование тем	Аудиторные часы		
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия
1.	Введение	2	2	–
2.	Основы дозиметрии	10	2	8
3.	Радиационный фон окружающей среды	6	6	
3.1	Естественная радиоактивность	2	2	–
3.2	Искусственная радиоактивность	4	4	–
4.	Миграция радионуклидов в природных средах	16	14	2
4.1	Распространение радионуклидов в атмосфере	2	2	–
4.2	Наземные пути миграции радионуклидов	6	6	–
4.3	Миграция радионуклидов в водных экосистемах	8	6	2
Всего:		34	24	10

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет, цель и задачи радиозологии. Структура радиозологии 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; перепрофилирование 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 рН); формирование гидрооптического режима; интенсификация седиментации; влияние на гидродинамику водных масс.

Механизмы самоочищения. Самоочистительный потенциал водных экосистем разного типа.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. *Агеец В.Ю.* Система радиозоологических контрмер в агрофере Беларуси / Ю.В. Агеец. – Мн: РНИУП "Ин-т радиологии», 2001.
2. *Алексахин Р.М.* Сельскохозяйственная радиозоология / Р.М. Алексахин, А. В. Васильев, В. Г. Дикарев и др. – М.: Экология, 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. – М: Мир, 1999.
4. *Крышев И.И.* Экологическая безопасность ядерно-экологического комплекса России / И.И. Крышев, Е.П. Рязанцев. – М.: ИздАТ, 2000.
5. *Куликов Н.В.* Континентальная радиозоология (почвенные и пресноводные экосистемы) / Н.В. Куликов, И.В. Молчанова. – М.: Наука, 1975.
6. *Макаревич Т.А.* Радиозоология / Т.А. Макаревич. – Минск: БГУ, 2013.
7. *Пивоваров Ю.П.* Радиационная экология / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. – М.: Издательский центр «Академия», 2004.

Дополнительная:

1. *Булавик И.М.* Радиозоология / И.М. Булавик, А.В. Гаврилов, А. Н. Переволоцкий. – Мн: Пион, 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. – Мн: Наука и техника, 1994.
3. *Люцко А.М.* Чернобыль: шанс выжить / А.М. Люцко, И.В. Ролевич, В.И. Тернов. – Мн: Польша, 1996.
4. *Кузин А.М.* Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли / А.М. Кузин. – М.: Наука. 1991.
5. *Машнева Н.И.* Биологические последствия радиоактивного загрязнения водоемов / Н.И. Машнева и др. – М.: Энергоиздат, 1983.
6. Основы радиозоологии и безопасной жизнедеятельности: Методическое пособие для учителей: в двух томах / под общей редакцией канд. психолог. наук Т.Н. Ковалевой, канд. хим. наук Г.А. Соколик, канд. хим. наук С.В. Овсянниковой. – Мн.: БГУ, 2005.
7. *Остапеня А.П.* Поведение цезия-137 в озерах разного типа / А.П. Остапеня. Материалы Междунар. науч. конф. «Озерные экосистемы: Биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. – Мн: БГУ, 2000.
8. Последствия Чернобыльской катастрофы в Республике Беларусь. Национальный доклад / под ред. Е.Ф. Конопки. Мн.: МЧС РБ – АН Беларуси, 2002.
9. Правила ведения агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2002 – 2005

- гг. / под ред. И.М. Богдевича. – Мн.: Министерство сельского хозяйства и природопользования РБ, 2002.
10. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде / под ред. Ф. Уорнера и Р. Харрисона. – М.: Мир, 1999.
 11. Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС) / под общей ред. В.И. Парфенова, Б.И. Якушева. – Мн.: Навука і тэхніка, 1995.
 12. Радиоэкология / Под ред. В. М. Ключковского. – М.: Атомиздат, 1971.
 13. *Савченко В.К.* Экология Чернобыльской катастрофы: Научные основы Международной программы исследований / В.К. Савченко. Мн: Беларуская навука, 1997.
 14. *Смирнов С. Н.* Радиационная экология / С.Н. Смирнов. – М. Из – во МНЭПУ, 2000.
 15. *Суценья Л.М.* Животный мир и радиация / Л.М. Суценья, М.М. Пикулик, А.Е. Пленин. – Мн.: Навука і тэхніка, 1991.
 16. *Тихомиров Ф.А.* Действие ионизирующих излучений на экологические системы / А.Ф. Тихомиров. – М.: Атомиздат, 1972.
 17. *Трапезников А.В.* Радиоэкология пресноводных экосистем / А.В. Трапезников, В.Н. Трапезникова. – Екатеринбург: Изд-во УрГСХА, 2006.
 18. *Чеботина М.Я.* Экологические аспекты изучения миграции радионуклидов в континентальных водоемах / М.Я. Чеботина, Н. В. Куликов. – Экология, № 4, 1998.
 19. The radiological consequences of the Chernobyl accident / Proceedings of the first international conference Minsk, Belarus 18 to 22 March 1996. ECSC-EC-EAEC, Brussels-Luxembourg, 1996.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к зачету, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего контроля знаний и текущей аттестации по учебной дисциплине. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

В качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине рекомендован зачет. Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита заданий при выполнении студентами лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- проведение коллоквиума;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- компьютерное тестирование.