

**Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д.Сахарова»
Белорусского государственного университета**

УТВЕРЖДАЮ



**Директор
МГЭИ им. А.Д.Сахарова БГУ**

С.А. Маскевич

2018

Регистрационный № УД- *552-18/уч.*

РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

2018

*Солн
Богданова*

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-100 01 01-2013 и учебного плана специальности 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» № 46-14/уч.

СОСТАВИТЕЛЬ:

О.М. Хаджинова, старший преподаватель кафедры ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерной и радиационной безопасности «Международного государственного экологического института им. А.Д.Сахарова» БГУ (протокол № 6 от 19.01.2018);

Советом факультета мониторинга окружающей среды учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д.Сахарова» БГУ (протокол № 5 от 26.01. 2018).

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Неотъемлемым фактором, влияющим на все живые организмы на планете, является ионизирующее излучение. Радиационный фон окружающей среды составляют как естественные источники (космическое излучение и природные радионуклиды), так и искусственные радионуклиды, попадающие в окружающую среду в результате деятельности человека. Большинство искусственных радионуклидов являются элементами-аналогами биогенных химических элементов, активно вовлекаются в процессы перераспределения в биогеоценозах и накапливаются в биоте. Таким образом, важным представляется изучение источников естественного радиационного фона, а также поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду, пути их распространения и миграцию по пищевым цепочкам, а также способов минимизации воздействия радиационного фактора на человека.

В учебном плане специальности 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» дисциплина «Радиоэкология и радиационный мониторинг» входит в комплекс дисциплин по выбору. Для усвоения данной дисциплины необходимо изучение следующих дисциплин: «Физика ядра и ионизирующего излучения», «Измерение характеристик ионизирующего излучения», «Биология и основы медицинских знаний», «Основы экологии».

В данной дисциплине даются теоретические основы профессиональных знаний, необходимые будущим специалистам по ядерной и радиационной безопасности для изучения таких дисциплин, как «Биологическое действие ионизирующего излучения и здоровье человека», «Основы радиационной безопасности», «Аварийная готовность и реагирование», «Правовое регулирование ядерной и радиационной безопасности» и других специальных дисциплин.

Задачей данной дисциплины является формирование представлений о радиационном фоне окружающей среды, основных источниках внешнего и внутреннего облучения человека, источниках поступления радионуклидов в окружающую среду и закономерностях их миграции в биогеоценозе, принципах организации радиационного мониторинга окружающей среды, в том числе и в зоне влияния АЭС, мероприятиях по более безопасному проживанию населения на территории радионуклидного загрязнения, методах радиоэкологических исследований.

При преподавании дисциплины «Радиоэкология и радиационный мониторинг» должны быть решены следующие задачи:

- рассмотреть составляющие радиационного фона окружающей среды;
- систематически изложить основные закономерности поведения радионуклидов в основных компонентах биогеоценозов;
- ознакомить обучаемых с радиационной обстановкой на территории Беларуси;
- способствовать развитию научного мировоззрения;

- подготовить студентов к изучению других специальных дисциплин.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные составляющие радиационного фона окружающей среды;
- возможные источники поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду;
- основные закономерности миграции радионуклидов в атмосфере, наземной среде и поверхностных и грунтовых водах;
- основные принципы организации радиационного мониторинга окружающей среды;

уметь:

- анализировать пути миграции радионуклидов в объектах окружающей среды;
- оценивать уровень опасности радиоактивного загрязнения;
- предлагать методы и мероприятия по снижению дозовых нагрузок на человека и окружающую среду;

владеть:

- основными методами проведения исследований по радиационному мониторингу.

Программа по учебной дисциплине «Радиоэкология и радиационный мониторинг» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальностям 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность». Программа рассчитана на 60 часов, из которых – 34 аудиторных часа, в том числе на лекции отводится 20 часов, на семинары – 14 часов.

Текущий контроль знаний рекомендуется вести по результатам работы студентов на семинарах, проверки понимания процессов путем опросов.

Форма аттестации по дисциплине – зачет в 7-м семестре.

Форма получения высшего образования – очная.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Естественный радиационный фон окружающей среды

Введение: радиоэкология как наука; цели и задачи, предмет. Основные этапы развития радиоэкологии.

Естественная радиоактивность. Космическое излучение. Естественные радионуклиды космического и земного происхождения. Радиоактивные семейства. Естественные радионуклиды в растениях, продуктах питания, воде, живых организмах. Территории с повышенным естественным радиационным фоном.

Радон и его дочерние продукты распада. Биологическое действие. Распределение в организме. Источники. Нормирование и защитные мероприятия.

Тема 2. Искусственная радиоактивность

Физические процессы образования искусственных радионуклидов. Ядерное деление, ядерный синтез, нейтронная активация. Загрязнение окружающей среды радионуклидами в результате ядерных взрывов. Формирование следа радионуклидного загрязнения. Глобальное радиоактивное, локальное и региональное радиоактивное загрязнение.

Загрязнение окружающей среды на основных этапах ЯТЦ.

Радиоактивные отходы. Образование радиоактивных отходов на различных стадиях ядерного топливного цикла. Классификация РАО. Обращение с РАО.

Аварии на ядерных установках и предприятиях ядерного топливного цикла. Радиоэкологические последствия. Международная шкала событий (INES). Основные этапы развития аварии на ЧАЭС.

Тема 3. Основные процессы переноса радионуклидов в биосфере

Распространение радионуклидов в атмосфере. Рассеяние примесей в атмосфере. Удаление из атмосферы. Вторичное загрязнение атмосферы. Основные формы радионуклидов в выбросах. Влияние физической и химической формы радионуклидов на их осаждение из атмосферы.

Миграция радионуклидов в наземной среде. Особенности почвы как миграционной среды. Физико-химической формы нахождения радионуклидов в почвах и некоторые факторы, влияющие на их распределение. Основные механизмы миграции радионуклидов в почве. Поведение радионуклидов чернобыльского происхождения в почвах Беларуси. Поступление радионуклидов в растения: через корневую систему, аэральное загрязнение, вторичное. Коэффициент накопления. Факторы, определяющие задерживание и дальнейшее распределение радионуклидов в наземной фитомассе растений при внекорневом поступлении.

Миграция радионуклидов в водной среде. Перераспределение радионуклидов между жидкой и твердой фазами. Миграционные свойства

радионуклидов в гидросфере. Механизмы вовлечения радионуклидов в биотический круговорот: биоассимиляция гидробионтами, сорбция на их поверхностях. Биоиндикаторы. Накопление радионуклидов гидробионтами.

Тема 4. Радиоэкологическая обстановка на территории Республики Беларусь в ситуации загрязнения радионуклидами чернобыльского происхождения

Радиоэкология лесных экосистем. Закономерности распределения и миграция радионуклидов в лесных биоценозах. Зонирование территорий, загрязненных радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Регламентация лесохозяйственной и иной деятельности в зонах радиоактивного загрязнения.

Радиоэкология агроэкосистем. Закономерности радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных растений. Меры снижения накопления радионуклидов в урожае.

Тема 5. Радиационный мониторинг окружающей среды

Понятие радиационного мониторинга и его место в структуре Национальной системы мониторинга окружающей среды. Система радиационного мониторинга в Республике Беларусь. Отбор проб при обследовании различных объектов окружающей среды. Радиационный мониторинг на поздней стадии ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Радиоэкологические аспекты оценки воздействия на окружающую среду радиационно-опасных объектов. Загрязнение окружающей среды на основных этапах ядерного топливного цикла.

Радиационный мониторинг вокруг АЭС при нормальной эксплуатации и в случае аварии.

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение. Естественный радиационный фон окружающей среды	2		4				
1.1	Радиоэкология как наука Естественная радиоактивность	2						
1.2	Характеристика основных космогенных радионуклидов и радионуклидов земного происхождения. Территории с повышенным естественным радиационным фоном.			2				
1.3	Радон и его дочерние продукты распада.			2				
2.	Искусственная радиоактивность	4		8				
2.1	Физические процессы образования искусственных радионуклидов. Загрязнение окружающей среды радионуклидами в результате ядерных взрывов.	2						
2.2	Ядерный топливный цикл. Загрязнение окружающей среды на основных этапах ЯТЦ			2				
2.3	Радиоактивные отходы. Образование радиоактивных отходов на различных стадиях ядерного топливного цикла. Классификация РАО. Обращение с РАО.	2						

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
2.4	Характеристики основных дозообразующих радионуклидов техногенного происхождения.			2				
2.5	Международная шкала событий (INES). Аварии на ядерных установках и предприятиях ядерного топливного цикла. Радиоэкологические последствия.			2				
2.6	Основные этапы развития аварии на Чернобыльской АЭС			2				
3.	Основные процессы переноса радионуклидов в биосфере	6						
3.1	Распространение радионуклидов в атмосфере	2						
3.2	Миграция радионуклидов в наземной среде	2						
3.3	Миграция радионуклидов в водной среде	2						
4.	Радиоэкологическая обстановка на территории Республики Беларусь в ситуации загрязнения радионуклидами чернобыльского происхождения	4		2				
4.1	Радиоэкология лесных экосистем	2						
4.2	Радиоэкология агроэкосистем	2						
4.3	Регламентация лесохозяйственной деятельности. Пути снижения уровня загрязнения сельскохозяйственной продукции			2				

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
5.	Радиационный мониторинг окружающей среды	4						
5.1	Понятие радиационного мониторинга. Отбор проб при обследовании различных объектов окружающей среды	2						
5.2	Радиационный мониторинг вокруг АЭС при нормальной эксплуатации и в случае аварии.	2						

4. Информационно-методическая часть

Основная литература

1. Сахаров, В.К. Радиоэкология: учебное пособие. / В.К. Сахаров. – Санкт-Петербург : Лань, 2006. – 313 с.
2. Булдаков, Л.А. Радиоактивные вещества и человек. / Л.А. Булдаков. – М : Энергоатомиздат, 1990. – 160 с.
3. Пути миграции искусственных радионуклидов в окружающей среде // Под ред. Ф. Уорнера и Р. Харрисона. – М.: Мир, 1999. – 512 с.
4. Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях. Труды международной конференции. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – Т. 1. – 786 с.
5. Сельскохозяйственная радиоэкология/Под ред. Р.М.Алексахина и Н.А.Корнеева. – М.: Экология, 1991. – 396 с.
6. Сапожников Ю.А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика / Ю. А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.н. Калмыков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 286 с.
7. Чистик, О.В. Радиоэкология: курс лекций / О.В. Чистик. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2007. – 82 с.
8. Бекман, И.Н. Радиохимия: учебное пособие в 8 т. – Том VI. Экологическая радиохимия и радиоэкология : учебное пособие / И.Н. Бекман. - М. : Издатель Мархотин П.Ю., 2015. – 400с.
9. Макаревич, Т.А. Радиоэкология : пособие / Т.А. Макаревич. – Минск : БГУ, 2013. – 136 с.
10. Пивоваров, Ю.П. Радиационная экология [Текст]: учеб. пособие для вузов / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. - М.: Академия, 2004. - 240
11. Белозерский, Г.Н. Радиационная экология : учео для студ. высш. учеб. Заведений / Г.Н. Белозерский. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.
12. Переволоцкий, А.Н. Радиоэкология / А.Н. Переволоцкий, А.В. Гаврилов, И.М. Булавик. – Мн.: НПО «ПИОН», 2000. – 112 с.
13. Рихванов, Л.П. радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии: учебное пособие. / Л.П. Рихванов. – Томск : СТТ, 2009. – 430 с.
14. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред / Ред. : Ю. А. Израэль, С. М. Вакуловский, В. А. Ветров, В. Н. Петров, Ф. Я. Ровинский, Е. Д. Стукин. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – 296 с
15. Радиоэкологические последствия Чернобыльской аварии / Под ред. И.И. Крышева. – М.: ИАЭ им. И.В. Курчатова, 1991 г. 190 с.

Дополнительная литература

16. Основы радиоэкологии и безопасной жизнедеятельности: пособие для учителей общеобразоват. учреждений / Г.А. Соколик [и др.]; под общ. ред. Т.Н. Ковалевой, Г.А. Соколик, С.В. Овсянниковой. - Минск : Тонпик, 2008. – 366 с.

17. Кузин А. М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли. М.: Наука, 1991.
18. Конопля Е.Ф., Миронов В.П., Журавков В.В. Радиация и Чернобыль: Короткоживущие радионуклиды на территории Беларуси. Мн.: Белорус. наука, 2008.
19. Гофман Дж. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящих и будущих поколений. Мн.: Высшая школа, 1994. – 574 с.
20. Агеец, В.Ю. Система радиоэкологических контрмер в агрофере Беларуси / В.Ю. Агеец ; Комитет по проблемам последствий катастрофы на ЧАЭС, Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие "Институт радиологии". - Минск, 2001. - 249 с.
21. Проблемы сельскохозяйственной радиологии // Под ред. Лощилова Н.А. – Киев, 1992. – 204 с.
22. Международные основные нормы безопасности для защиты от ионизирующих излучений и безопасного обращения с источниками излучения. Серия изданий по безопасности №115. Вена: IAEA, 1997.
23. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99). – Мн.: 1999. – 6 с.
24. Трансурановые элементы в окружающей среде // Под ред. У.С. Хэнсона. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 345 с.
25. Кузнецов В.А. и др. Техногенные радиоактивные изотопы в ландшафтах Беларуси / В.А. Кузнецов, В.А. Генералова, М.П. Оношко, В.П. Кольненьков, А.Л. Жуховичка, В.П. Самодуров, И.К. Вадковская. – Мн.: Институт геологических наук НАН Беларуси, 2000. – 192 с.
26. Захарченко М. П. Радиация, экология, здоровье/М. П. Захарченко, В. Х. Хавинсон. – 2011
27. Тихомиров, Ф. А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы / Ф. А. Тихомиров. – М. : Атомиздат, 1972. – 176 с.
28. Кузин А. М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли. М.: Наука. 1991 -116с.
29. Смирнов, С.Н. Радиационная экология. Учебное пособие / С.Н. Смирнов. – М.: Изд.-во МНЭПУ, 2000. – 334 с.
30. 30 лет чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. 2016. – 116 с.
31. Чернобыль: Взгляд назад ради пути вперед. Информационный бюллетень №3. Вена: IAEA, 2005.

Примерный перечень тем семинарских занятий

Тема 1. Естественный радиационный фон окружающей среды

Характеристика основных космогенных радионуклидов и радионуклидов земного происхождения. Территории с повышенным естественным радиационным фоном.

Радон и его дочерние продукты распада. Биологическое действие. Распределение в организме. Источники. Нормирование и защитные мероприятия.

Тема 2. Искусственная радиоактивность

Характеристики основных дозообразующих радионуклидов техногенного происхождения.

Ядерный топливный цикл. Загрязнение окружающей среды на основных этапах ЯТЦ.

Международная шкала событий (INES). Аварии на ядерных установках и предприятиях ядерного топливного цикла. Радиоэкологические последствия. Основные этапы развития аварии на ЧАЭС.

Тема 4. Радиоэкологическая обстановка на территории Республики Беларусь в ситуации загрязнения радионуклидами чернобыльского происхождения

Регламентация лесохозяйственной и иной деятельности в зонах радиоактивного загрязнения. Меры снижения накопления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.

Наименования и виды методических средств:

№ п/п	Наименование	Вид
1.	Учебно-информационные материалы по теме лекций	Учебное пособие, электронный файл
2.	Презентации РРТ	Электронный файл
3.	Тексты основных международных соглашений, национальных нормативных документов	Сборник нормативных документов, электронные файлы документов

Формы контроля знаний:

№ п/п	Форма
1.	Выборочный контроль на лекциях
2.	Проведение опросов в группе на семинарских занятиях
3.	Проведение зачета по курсу

5. Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами специальности

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработанной учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласование с другими дисциплинами специальности не требуется			

Учебную программу разработал:
старший преподаватель
кафедры ядерной и радиационной безопасности

 О.М. Хаджикина

6. Дополнения и изменения к учебной программе на ____ / ____ учебный год

№ п / п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ядерной и радиационной безопасности (протокол № ____ от ____ 20__).

Заведующий кафедрой

К.Т.Н., доцент _____ О.В. Гусакова

УТВЕРЖДЕНО

Декан факультета мониторинга окружающей среды

К.Б.Н., доцент _____ В.В. Журавков