

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ
О.И. Родькин

26 декабря 2024

Регистрационный № УД-1630-24/уч.

ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальности:

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

2024 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-100 01 01-2021 от 25.04.2022 и учебного плана учреждения образования для специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность Рег.№134-21/уч. от 25.06.2021

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.Н. Тушин, доцент кафедры ядерных и медицинских технологий Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат технических наук, доцент;

О.М. Хаджинова, старший преподаватель кафедры ядерных и медицинских технологий Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.Г. Трифонов, заведующий лабораторией энергетического планирования, разработок технических нормативных актов, экспертного анализа материалов и научно-организационного обеспечения государственной программы ГНУ «ОИЭЯИ-Сосны» НАН Беларуси, доктор физико-математических наук, доцент;

А.И. Тимошенко, заведующий кафедрой ядерной физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ядерных и медицинских технологий «Международного государственного экологического института им. А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 4 от 19.11.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» БГУ
(протокол № 4 от 26.12.2024)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Основы радиационной безопасности» в соответствии с учебным планом специальности 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» предваряет изучение дисциплин, в которых рассматриваются специальные вопросы обеспечения ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации АЭС и практической работе с источниками ионизирующих излучений, и предназначена для изучения основных принципов и методов обеспечения радиационной безопасности в соответствии с рекомендациями Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) и требованиями национальных нормативных правовых документов.

Цель преподавания дисциплины: сформировать теоретическую базу знаний, соответствующую актуальным международным подходам, и практические навыки по обеспечению радиационной безопасности.

Задачи учебной дисциплины состоят в следующем:

- сформировать базовые представления о современной системе радиационной безопасности в соответствии с международными подходами;
- рассмотреть принципы обеспечения радиационной безопасности персонала и населения в ситуациях планируемого, аварийного и существующего облучения;
- ознакомить студентов с основными положениям законодательной и нормативной правовой базы Республики Беларусь в области радиационной безопасности.

В результате усвоения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- основные рекомендации и требования по обеспечению радиационной безопасности международных организаций (МКРЗ, МАГАТЭ, МКРЕ и др.);
- основные подходы к обеспечению радиационной безопасности при профессиональном облучении, медицинском облучении пациентов, облучении населения в ситуациях планируемого, аварийного и существующего облучения;
- структуру национальной системы радиационной безопасности;
- требования национального законодательства и нормативных документов в области обеспечения радиационной безопасности;

уметь:

- осуществлять радиационный контроль за обеспечением радиационной безопасности персонала, населения и пациентов;
- применять систему защитных величин при проведении радиационного контроля и обеспечении безопасности персонала, населения и пациентов использовать требования нормативных документов в области обеспечения радиационной безопасности в различных ситуациях облучения;
- разрабатывать локальные нормативные акты пользователя источника ионизирующего излучения в соответствии с национальными требованиями;

владеть:

- основными принципами обеспечения радиационной безопасности в различных ситуациях облучения;
- общими требованиями к обеспечению безопасности при осуществлении деятельности с источниками ионизирующего излучения;

– подходами по оценке уровня культуры безопасности на рабочем месте и в организации.

В ходе изучения учебной дисциплины студент должен освоить следующие **компетенции**:

- использовать знание основных принципов радиационной безопасности, организации международной и национальной систем радиационной безопасности, нормативных требований по обеспечению радиационной безопасности в профессиональной деятельности (БПК-14);

- способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности (УК-5).

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов с рекомендуемыми учебно-методическими материалами, а также использование информационных технологий для контроля знаний (программных средств для проведения опросов и тестирования). При проведении практических занятий кроме решения ориентированных на решение реальных практических заданий, используются ПК, где происходит работа с нормативными документами и оценка знаний студентов в среде Environmental Univers Test.

Для усвоения данной дисциплины необходимо изучение следующих дисциплин: «Физика ядра и ионизирующего излучения», «Измерение характеристик ионизирующего излучения», «Дозиметрия», «Защита от ионизирующего излучения».

Программа рассчитана на 108 часов, из которых 68 часов отводится на аудиторные занятия. На лекции отводится 40 часов, на семинарские занятия – 16 часов, на практические занятия – 12 часов.

Текущий контроль знаний при преподавании дисциплины осуществляется путем проведения тестирования и опросов студентов на семинарских и практических занятиях, подготовки и защиты курсовой работы, при этом следует обратить внимание на обсуждение прикладных вопросов.

Форма промежуточной аттестации – зачет и экзамен в 8-м семестре.

По данной дисциплине предусмотрена курсовая работа, защита которой проводится в 8-м семестре. В соответствии с учебным планом на выполнение курсовой работы обучающимся выделяется 40 часов (1 з.е.).

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Радиационная безопасность как научно-практическая дисциплина. Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) и её рекомендации

Радиационная безопасность как научно-практическая дисциплина. Ее цели и задачи. Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ). История создания. Статус, структура, цели и задачи МКРЗ. Рекомендации МКРЗ по радиационной безопасности (Публикация МКРЗ №103). Основные тенденции дальнейшего развития системы радиационной защиты человека МКРЗ. Другие международные и национальные организации по радиационной защите и безопасности (МАГАТЭ, НКАДАР, МКРЕ, МЧС РФ, НКРЗ и др.). Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности (МАГАТЭ).

Тема 2. Биологические аспекты обеспечения радиационной безопасности

Современная классификация биологических радиационных эффектов у человека. Индукция вредных тканевых реакций (детерминированные эффекты). Индукция стохастических эффектов. Биологические радиационные эффекты у зародыша и плода. Индукция нераковых заболеваний. Радиационные риски: тканевых реакций, радиационно-индуцированного рака, наследственных заболеваний. Радиационный риск и ущерб. Структура дозовых нагрузок человека.

Тема 3. Защитные величины, используемые в радиационной безопасности

Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ) и его доклады. Базовые, эквидозиметрические (нормируемые) и операционные величины. Базовые радиометрические и дозиметрические величины. Эквидозиметрические (нормируемые) величины. Эквивалентная доза органа или биологической ткани тела человека. Эффективная доза как нормируемая величина при оценке степени облучения человека. Понятие «стандартный человек» и его использование в радиационной безопасности. Оценка доз внутреннего облучения. Оценка доз внешнего облучения. Радиационный контроль. Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК). Контроль радиационной обстановки (КРО). Операционные величины для ИДК и КРО (эквивалент индивидуальной дозы, эквивалент амбиентной дозы, эквивалент направленной дозы). Планируемое МКРЗ и МКРЕ развитие системы защитных величин (Публикация МКРЗ 147).

Тема 4. Практическое применение эквидозиметрических (нормируемых) и операционных величин в радиационной безопасности

Концепция эффективной дозы как меры радиационного риска и ущерба. Зависимость доза-эффект. Линейная беспороговая зависимость «доза-эффект» и её консервативный характер. Коэффициент DDREF. Номинальные коэффициенты вероятности стохастических эффектов, оценка радиационного риска и ущерба по эффективной дозе. Практическое применение дозовых величин в радиационной

безопасности (Приложения В4, В5 Публикации МКРЗ №103). Коллективная доза и ограничения по её использованию. Понятие «репрезентативный человек».

Тема 5. Система обеспечения радиационной безопасности человека (рекомендации МКРЗ, требования МАГАТЭ). Основные принципы радиационной безопасности. Ситуации облучения

Цель и основные упрощения, принятые МКРЗ при разработке современной системы обеспечения радиационной безопасности человека. Оценки, ориентированные на источник и на индивида. Понятие источника ионизирующих излучений (ИИИ). Концепции исключения, изъятия и освобождения. Категории облучения и облученных лиц. Типы ситуаций облучения. Основные принципы радиационной безопасности (обоснование, оптимизация, использования дозовых пределов). Граничные дозы и референтные уровни. Требования МАГАТЭ в области радиационной защиты и безопасности источников излучения. Ситуации планируемого облучения. Система безопасности при планируемом облучении. Пределы дозы. Медицинское облучение пациентов. Система безопасности при медицинском облучении. Ситуации аварийного и существующего облучения. Система безопасности в ситуациях аварийного облучения (аварийные работники и население). Безопасность работников и населения в ситуациях существующего облучения.

Тема 6. Национальное законодательство и нормативные документы в области радиационной безопасности

Закон Республики Беларусь «О радиационной безопасности». Гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия». Санитарные нормы и правила «Требования к радиационной безопасности». Санитарные нормы и правила «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения». Нормы и правила по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность при обращении с источниками ионизирующего излучения. Общие положения».

Тема 7. Радиационная защита окружающей среды

Эволюция подходов к радиационной защите. Цели радиационной защиты окружающей среды. Концепция «условных (референтных) животных и растений».

Тема 8. Оптимизация радиационной защиты (принцип ALARA). Процедура ALARA

Оптимизация радиационной защиты – фундаментальный принцип радиационной безопасности. Процедура ALARA – универсальный алгоритм оптимизации радиационной защиты.

ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

Целью выполнения курсовой работы является закрепление, углубление и расширение теоретических знаний в соответствии с содержанием дисциплины, а также применение практических навыков для решения поставленной задачи обеспечения и контроля радиационной безопасности. Тематика курсовой работы может быть выбрана из перечня, предоставляемого кафедрой, а также предложена студентом самостоятельно.

Выполнение курсовой работы предлагает углубленное теоретическое изучение выбранной темы, выполнение инструментальных измерений, формирования или теоретический анализ локальных нормативных правовых актов в области обеспечения радиационной безопасности, а также анализ результатов на соответствие современных международным подходам.

Оформление курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями оформления.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(для очной (дневной) формы получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Радиационная безопасность как научно-практическая дисциплина. Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) и её рекомендации	4						1,2, 4,5
2.	Биологические аспекты обеспечения радиационной безопасности	4		2				1,2, 4,5
3.	Защитные величины, используемые в радиационной безопасности	6	2	2				1-5
4.	Практическое применение эквидозиметрических (нормируемых) и операционных величин в радиационной безопасности	4	4	2				1-5
5.	Система обеспечения радиационной безопасности человека (рекомендации МКРЗ, требования МАГАТЭ). Основные принципы радиационной безопасности. Ситуации облучения	8	2	2				1-5
6.	Национальное законодательство и нормативные документы в области радиационной безопасности	8	4	6				1-5
7.	Радиационная защита окружающей среды	2						1,2, 4,5

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
8.	Оптимизация радиационной защиты (принцип ALARA). Процедура ALARA	2						
9.	Культура безопасности при использовании источников ионизирующего излучения	2		2				1,2, 4,5
	ИТОГО	40	12	16				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные методы и подходы к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает освоение содержания образования через решения практических задач; метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме; а также методы развития критического мышления, формирующие навыки работы с информацией в процессе чтения и письма.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений : учеб. пособие : в 2 ч. / В. В. Ткаченко [и др.]. – Обнинск : ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2015. – 2 т.
2. Кутьков, В. А. Радиационная защита персонала организаций атомной отрасли : учеб. пособие / В. А. Кутьков, В. В. Ткаченко, В. П. Ромацов. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 400 с.
3. Правовое обеспечение безопасности на территориях радиоактивного загрязнения : учеб. пособие / С. А. Балащенко, Т. И. Макарова, В. Е. Лизгаро ; под ред. С. А. Балащенко. – Минск : Выш. шк., 2017. – 223 с.

Дополнительная

1. Радиационная безопасность и радиационный контроль : учеб. пособие : в 2 т. / В. А. Кутьков, Б. В. Поленов, В. А. Черкашин; Под общ. ред. В. А. Кутькова. – Обнинск : НОУ “ЦИПК”, 2008. – 2 т.
2. Публикация 103 МКРЗ. Рекомендации 2007 года Международной Комиссии по Радиационной защите : пер с англ. / под общ. ред. М. Ф. Киселёва, Н. К. Шандалы. – Москва : Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. – 343 с.
3. Департамент по ядерной и радиационной безопасности МЧС Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosatomnadzor.mchs.gov.by>. – Дата доступа: 25.11.2024.
4. Основы радиационного контроля на АЭС : учеб. пособие / В. А. Кутьков [и др.] ; под ред. В. А. Кутькова, В. В. Ткаченко. – Обнинск : концерн «Росэнергоатом», ИАТЭ, 2005. – 268 с.
5. Радиационная защита при профессиональном облучении / Международное агентство по атомной энергии. – Вена : МАГАТЭ, 2021. – 405 с.
6. Отчет МКРЗ по тканевым реакциям, ранним и отдаленным эффектам в нормальных тканях и органах – пороговые дозы для тканевых реакций в контексте радиационной защиты / Ф. А. Стюарт [и др.] ; под ред. А. В.

- Аклеев, М. Ф. Киселев ; пер. с англ.: Е. М. Жидкова, Н. С. Котова. – Челябинск : Книга, 2012. – 384 с.
7. Domenech, H. Radiation Safety. Management and Programs / H. Domenech. – Miami : Springer International Publishing, 2017. – 332 p.
 8. Беспалов, В. И. Надзор и контроль в сфере безопасности. Радиационная защита : учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / В. И. Беспалов. – 5-е изд., доп. – М. : Юрайт, 2020. – 507 с.
 9. Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли : в 6 т. – М. : Росатом, 2019 – 6 т.
 10. Использование атомной энергии, ядерная и радиационная безопасность : сб. нормативных правовых актов : в 7 ч. – Минск : Ин-т радиологии, 2015. – 288 с.
 11. Маргулис, У. Я. Радиационная безопасность. Принципы и средства ее обеспечения / У. Я. Маргулис, Ю. И. Брегадзе, К. Н. Нурлыбаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во, 2010. – 320 с.
 12. Ильин, Л. А. Радиационная гигиена : учебник / Л. А. Ильин, И. П. Коренков, Б. Я. Наркевич. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Гэотар-Медиа, 2017. – 416 с.
 13. Защита окружающей среды при эксплуатации и выводе из эксплуатации радиационно опасных объектов : монография / И. П. Коренков [и др.] ; под ред. И. П. Коренков, К. В. Котенко. – М. : БИНОМ, 2014. – 440 с.

Формы контроля знаний

№ п / п	Форма
1.	Устный опрос на лекциях
2.	Фронтальная письменная проверка
3.	Проведение тестирования
4.	Зачет
5.	Экзамен

Примерный перечень тем семинарских занятий

1. Тема 2. Биологические аспекты обеспечения радиационной безопасности: Риски тканевых реакций. Риски радиационно-индуцированного рака. Нераковые и наследственные заболевания.
2. Тема 3. Защитные величины, используемые в радиационной безопасности: анализ Публикации 103 МКРЗ. Оценка доз внутреннего облучения. Оценка доз внешнего облучения.
3. Тема 4. Практическое применение эквидозиметрических (нормируемых) и операционных величин в радиационной безопасности: анализ Публикации 103 МКРЗ. Операционные величины. Радиационный контроль.
4. Тема 5. Система обеспечения радиационной безопасности человека: анализ Публикации 103 МКРЗ. Линейная беспороговая зависимость как основа оценок безопасности ориентированных на источник или индивидуума. Требования МАГАТЭ в области радиационной защиты и безопасности источников излучения.
5. Тема 6. Национальное законодательство и нормативные документы в области радиационной безопасности. Категоризации источников ионизирующего излучения по степени радиационной опасности. Концепции исключения, изъятия и освобождения. Требования к пользователям источников ионизирующего излучения и к персоналу для обеспечения радиационной безопасности.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Тема 3. Защитные величины, используемые в радиационной безопасности: анализ применения величин. Структура дозовых нагрузок человека.
2. Тема 4. Практическое применение эквидозиметрических (нормируемых) и операционных величин в радиационной безопасности. Оценка дозы облучения персонала и населения.
6. Тема 5. Система обеспечения радиационной безопасности человека: принципы радиационной безопасности, ситуации и категории облучения, группы облучаемых лиц.

3. Тема 6. Национальное законодательство и нормативные документы в области радиационной безопасности: основные требования.

Наименования и виды методических средств

№ п / п	Наименование	Вид
1	Учебно-информационные материалы по теме лекций	Электронный документ
2	Презентации	Электронный документ
3	Тестовые задания	Электронный документ