

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

О.И. Родькин

2025

Регистрационный № УД-1431-25/уч.

**РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
НА АЭС**

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальности:

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

2025 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;

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.С. Хорлоогийн, заместитель начальника цеха радиационной безопасности по радиационному контролю окружающей среды РУП «Белорусская атомная электростанция»;

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» Белорусского государственного университета
(протокол № 11 от 20.06.2025);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета
(протокол № 9 от 25.06.2025)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель преподавания дисциплины – сформировать у студентов комплексные знания и практические навыки по организации радиационного контроля и обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при эксплуатации АЭС.

Задачи учебной дисциплины состоят в следующем:

- дополнить и сформировать базовые представления о современной системе радиационной безопасности в ситуациях планируемого облучения в соответствии с международными и национальными подходами;
- ознакомить студентов с основными подходами к организации радиационного контроля при профессиональном облучении на АЭС;
- сформировать теоретические основы и необходимые практические навыки в области мониторинга и оценки профессионального облучения на АЭС.

Дисциплина «Радиационный контроль и радиационная безопасность на АЭС» в соответствии с учебным планом специальности 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» входит в состав модуля «Обеспечение безопасной эксплуатации ядерных энергетических установок и источников ионизирующего излучения», в которых рассматриваются специальные вопросы обеспечения ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации АЭС и при практической работе с источниками ионизирующих излучений. Она предназначена для изучения основных принципов и методов обеспечения радиационной безопасности при профессиональном облучении работников, а также организации контроля радиационной обстановки и индивидуального дозиметрического контроля на АЭС.

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

В ходе изучения учебной дисциплины студент должен освоить следующие базовые профессиональные и универсальные **компетенции**:

- применять знания в области радиационного и дозиметрического контроля на АЭС, практические навыки, методы расчета и оценки дозовых нагрузок при осуществлении практической деятельности;
- - способность к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

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

- основные рекомендации и требования по обеспечению радиационной безопасности при практической деятельности в ситуациях планируемого облучения;

- основные подходы к обеспечению и оптимизации радиационной защиты при профессиональном облучении на АЭС;

- систему мониторинга и оценки профессионального облучения на АЭС;

уметь:

- осуществлять мониторинг и оценку профессионального облучения;
- разрабатывать локальные нормативные акты в области контроля профессионального облучения, в соответствии с национальным законодательством и рекомендациями и требованиями МКРЗ и МАГАТЭ;

иметь навык:

- применять основные принципами обеспечения радиационной безопасности в различных ситуациях облучения;

- руководствоваться общими требованиями к обеспечению безопасности при осуществлении деятельности с источниками ионизирующего излучения и на АЭС;

- применять методы мониторинга и оценки профессионального облучения;

- использовать подходы по оптимизации радиационной защиты и формированию надлежащего уровня культуры безопасности на рабочем месте и в организации.

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов с рекомендуемыми учебно-методическими материалами, а также использование современных информационных технологий при организации и проведении контроля радиационной обстановки (КРО) и индивидуального дозиметрического контроля (ИДК).

Целью выполнения лабораторных работ и практических занятий является закрепление, углубление и расширение теоретических знаний в соответствии с содержанием дисциплины, а также формирование практических навыков в области радиационного контроля и обеспечения радиационной безопасности.

Дисциплина изучается в 9-м семестре. Программа рассчитана на 120 часов, из которых 62 часа отводится на аудиторные занятия. На лекции отводится 34 часа, лабораторные занятия – 16 часов, на практические занятия – 12 часов. Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Текущий контроль знаний при преподавании дисциплины осуществляется путем проведения тестирования и опросов студентов на практических и лабораторных занятиях, при этом следует обратить особое внимание на обсуждение прикладных вопросов.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Источники облучения персонала АЭС и организаций атомной отрасли

Активная зона реактора как источник излучений. Технологический контур как источник излучения. Источники излучения в воздухе рабочих помещений АЭС. Излучение защиты реактора. Свежее и отработанное топливо. Радиоактивные отходы. Статистика облучения профессиональных работников ядерного топливного цикла.

Тема 2. Практическое применение эквидозиметрических и операционных величин в целях обеспечения радиационной безопасности на АЭС

Эквидозиметрические (нормируемые) величины. Оценка радиационного риска и ущерба. Понятие «стандартный человек» и его использование в радиационной безопасности при оценке доз внешнего и внутреннего облучения. Радиационный контроль. Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК). Контроль радиационной обстановки (КРО). Оценка доз внутреннего облучения. Понятие коллективной дозы и ограничения по его использованию. Понятие «репрезентативный человек».

Тема 3. Система радиационной защиты человека МКРЗ. Рекомендации МКРЗ, требования МАГАТЭ и национальные нормативные документы в области радиационной защиты при профессиональном облучении

Современная система обеспечения радиационной безопасности человека МКРЗ. Категории облучения и облученных лиц. Типы ситуаций облучения. Основные принципы радиационной безопасности (обоснование, оптимизация, использование дозовых пределов). Пределы доз. Граничные дозы и референтные уровни. Безопасность работников и населения в ситуациях планируемого облучения. Требования национальных нормативных правовых актов в области обеспечения радиационной безопасности при эксплуатации АЭС.

Тема 4. Основы радиационной защиты при профессиональном облучении

Профессиональное облучение. Ответственность регулирующего органа в отношении профессионального облучения. Требования в отношении мониторинга и регистрации профессионального облучения. Ответственность работодателей за обеспечение радиационной защиты персонала. Соблюдение требований работниками. Система менеджмента. Программа радиационной защиты персонала. Зонирование на АЭС. Оценка профессионального облучения. Информация, инструктаж и подготовка.

Тема 5. Мониторинг и оценка профессионального облучения

Контроль радиационной обстановки (общие требования). Порядок радиационного контроля. Классификация средств контроля радиационной обстановки. Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей. Объемная активность радионуклидов в воздухе на рабочих местах. Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения (общие требования). Виды и особенности дозиметрического контроля. Организация дозиметрического контроля. Контроль эквивалентной дозы фотонного и бета-излучения в коже и хрусталике глаза. Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения (общие требования). Индивидуальный дозиметрический контроль внутреннего облучения. Методы индивидуального мониторинга внутреннего радиоактивного загрязнения.

Тема 6. Облучение аварийных работников в случае ядерной или радиологической аварии

Аварийное планирование и обязанности. Защита аварийных работников. Управление облучением аварийных работников. Оценка облучения. Медицинская помощь. Методы ретроспективной дозиметрии.

Тема 7. Наблюдение за состоянием здоровья работников при профессиональном облучении

Программа медицинского наблюдения работников. Медицинский осмотр работников. Уведомление о заболеваниях и переоблучении. Медицинская документация. Меры в отношении переоблученных работников. Регистрационные записи профессионального облучения.

Тема 8. Оптимизация радиационной защиты (принцип ALARA) на АЭС

Оптимизация радиационной защиты – фундаментальный принцип радиационной защиты. Оптимизация радиационной защиты при профессиональном облучении. Принцип ALARA. Процедура ALARA – универсальный алгоритм оптимизации радиационной защиты. Практическая реализация принципа ALARA на АЭС.

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.	Источники облучения персонала АЭС и организаций атомной отрасли	4						1,2,4
2.	Практическое применение эквидозиметрических и операционных величин в целях обеспечения радиационной безопасности на АЭС	4	2					1,2,4
3.	Система радиационной защиты человека МКРЗ. Рекомендации МКРЗ, требования МАГАТЭ и национальные нормативные документы в области радиационной защиты при профессиональном облучении	4	2					1,2,4
4.	Основы радиационной защиты при профессиональном облучении	4	2					1,2,4
5.	Мониторинг и оценка профессионального облучения	10	2		12			1-4
6.	Облучение аварийных работников в случае ядерной или радиологической аварии	2	2					1-4

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
7.	Наблюдение за состоянием здоровья работников при профессиональном облучении	2						1,2,4
8.	Оптимизация радиационной защиты (принцип ALARA) на АЭС	4	2					1,2,4
	ИТОГО	34	12		16			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. 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.

2. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений : учеб. пособие : в 2 ч. / В. В. Ткаченко [и др.]. – Обнинск : ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2015. – 2 т.

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. 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.

3. 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.

4. Департамент по ядерной и радиационной безопасности МЧС Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosatomnadzor.mchs.gov.by>. – Дата доступа: 09.06.2025.

5. Радиационная защита при профессиональном облучении / Международное агентство по атомной энергии. – Вена : МАГАТЭ, 2021. – 405 с.

6. 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.

7. Методическое обеспечение радиационного контроля в атомной отрасли : в 6 т. – М. : Росатом, 2019 – 6 т.

8. Использование атомной энергии, ядерная и радиационная безопасность : сб. нормативных правовых актов : в 7 ч. – Минск : Ин-т радиологии, 2015. – 288 с.

9. Защита окружающей среды при эксплуатации и выводе из эксплуатации радиационно опасных объектов : монография / под ред. И. П. Коренков, К. В. Котенко. - М. : БИНОМ, 2014.

10. 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.

11. 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.	Защита отчетов по лабораторным работам
4.	Экзамен

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.

Примерный перечень тем практических занятий

1. Развитие системы защитных величин.
2. Соответствие основных положений национальных нормативных документов в области радиационной защиты человека рекомендациям МКРЗ и требованиям МАГАТЭ.
3. Контроль радиационной обстановки (общие требования).
4. Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения.
5. Дозиметрический контроль внутреннего профессионального облучения.
6. Облучение аварийных работников в случае ядерной или радиологической аварии.
7. Практическая реализация принципа ALARA на АЭС.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Использование дозиметрического оборудования для индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) внешнего облучения.
2. Контроль радиационной обстановки (КРО). Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей. Объемная активность радионуклидов в воздухе.
3. Методы индивидуального мониторинга внутреннего облучения.

4. Организация дозиметрического контроля персонала и радиационного контроля на Белорусской АЭС.

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