

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

---

**ПЕРЕПОДГОТОВКА РУКОВОДЯЩИХ РАБОТНИКОВ И  
СПЕЦИАЛИСТОВ, ИМЕЮЩИХ ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Специальность: 1-33 01 71 Радиационная защита и обеспечение безопасности источников ионизирующего излучения

Квалификация: Специалист по радиационной безопасности

**ПЕРАПАДРЫХТОЎКА КІРУЮЧЫХ РАБОТНІКАЎ І  
СПЕЦЫЯЛІСТАЎ, ЯКІЯ МАЮЦЬ ВЫШЭЙШУЮ АДУКАЦЫЮ**

Спецыяльнасць: 1-33 01 71 Радыяцыйная абарона і забеспячэнне бяспекі крыніц іянізуючага выпраменьвання

Кваліфікацыя: Спецыяліст па радыяцыйнай бяспецы

**RETRAINING OF EXECUTIVES AND SPECIALISTS  
HAVING HIGHER EDUCATION**

Speciality: 1-33 01 71 Radiation protection and safety of ionizing radiation sources

Qualification: Specialist on radiation safety

**Издание официальное**

---

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Минск**

**Ключевые слова:** ионизирующее излучение, источник ионизирующего излучения, обеспечение безопасности источников ионизирующего излучения, радиационная безопасность, радиационная защита, специалист по радиационной безопасности

---

### **Предисловие**

1. РАЗРАБОТАН Учреждением образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова Белорусского государственного университета» (Тимощенко А.И., канд. физ.-мат. наук, доц., Тушин Н.Н., канд. техн. наук, доц.)

2. ВНЕСЕН отделом повышения квалификации и переподготовки кадров Министерства образования Республики Беларусь по представлению ГУО «Республиканский институт высшей школы»

3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26.08.2016 г. № 84

4. ВВЕДЕН взамен утвержденного постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 24.08.2012 № 103

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

---

Переподготовка руководящих работников и специалистов, имеющих высшее образование  
Специальность: 1-33 01 71 Радиационная защита и обеспечение безопасности источников ионизирующего излучения  
Квалификация: Специалист по радиационной безопасности

Перападрыхтоўка кіруючых работнікаў і спецыялістаў, якія маюць вышэйшую адукацыю  
Спецыяльнасць: 1-33 01 71 Радыецыйная абарона і забеспячэнне бяспекі крыніц іянізуючага выпраменьвання  
Кваліфікацыя: Спецыяліст па радыецыйнай бяспецы

Retraining of executives and specialists having higher education  
Speciality: 1-33 01 71 Radiation protection and safety of ionizing radiation sources  
Qualification: Specialist on radiation safety

---

**Дата введения 2016-08-31**

**1 Область применения**

Настоящий образовательный стандарт переподготовки руководящих работников и специалистов (далее — стандарт) распространяется на специальность 1-33 01 71 «Радиационная защита и обеспечение безопасности источников ионизирующего излучения» как вид профессиональной деятельности, требующий определенных знаний, навыков и компетенций, а также на квалификацию «Специалист по радиационной безопасности» как подготовленность работника к данному виду профессиональной деятельности. Объект стандартизации (специальность с квалификацией) входит в группу специальностей 33 01 «Экологические науки», направление образования 33 «Экологические науки» согласно Общегосударственному классификатору Республики Беларусь «Специальности и квалификации».

---

Издание официальное

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

Настоящий стандарт устанавливает требования, необходимые для обеспечения качества образования, и определяет содержание образовательной программы переподготовки руководящих работников и специалистов по вышеупомянутой специальности с целью соответствия образования установленным требованиям.

Настоящий стандарт может быть также использован нанимателями при решении вопросов трудоустройства специалистов, предъявляющих дипломы о переподготовке.

### **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующий технический нормативный правовой акт (далее – ТНПА):

– ОКРБ 011-2009 Специальности и квалификации.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ТНПА по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный ТНПА заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом, следует руководствоваться замененным (измененным) ТНПА.

### **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применяют термины, установленные в Кодексе Республики Беларусь об образовании, в Законе Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» от 5 января 1998 г. № 122-З, в Законе Республики Беларусь «Об использовании атомной энергии» от 30 июля 2008 г. № 426-З, в Санитарных нормах и правилах «Требования к обеспечению радиационной безопасности» (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 № 213) и «Требования к обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при осуществлении деятельности по использованию атомной энергии и источников ионизирующего излучения» (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.12.2013 № 137), в Нормах и правилах по обеспечению ядерной и радиационной безопасности «Безопасность при обращении с источниками ионизирующего излучения. Общие положения» (Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 31 мая 2010 г. № 22), в Техническом кодексе установившейся практики «Правила физической защиты источников ионизирующего излучения» (Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, Министерства внутренних дел

Республики Беларусь и Комитета государственной безопасности Республики Беларусь от 18 мая 2012 г. № 31/142/20), а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 радиационная защита и обеспечение безопасности источников ионизирующего излучения:** наименование специальности, предметной областью которой являются научно обоснованные методы решения задач обеспечения радиационной защиты человека и безопасного использования источников ионизирующего излучения.

**3.2 специалист по радиационной безопасности (в рамках данной специальности):** Квалификация специалиста, чья деятельность направлена на выполнение и/или организацию выполнения работ по обеспечению радиационной безопасности и безопасности источников ионизирующего излучения.

#### **4 Требования к образовательному процессу**

##### **4.1 Требования к уровню основного образования лиц, поступающих для освоения образовательной программы**

Лица, поступающие для освоения образовательной программы переподготовки, должны иметь высшее образование по профилям образования и группам специальностей:

- G «Естественные науки»;
- H «Экологические науки»;
- I «Техника и технологии»;
- 79 01 «Профилактика, диагностика, лечение, реабилитация и организация здравоохранения»;
- 80 01 «Техническое обеспечение»;
- 80 02 «Лабораторное обеспечение».

##### **4.2 Требования к формам и срокам получения дополнительного образования взрослых по специальности переподготовки**

Предусматриваются следующие формы получения образования по данной специальности переподготовки: очная (дневная), очная (вечерняя) и заочная.

Устанавливаются следующие сроки получения образования по специальности переподготовки (далее – срок получения образования или продолжительность обучения) в каждой форме получения образования:

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

5,5 месяцев в очной (дневной) форме получения образования,

9 месяцев в очной (вечерней) форме получения образования,

22 месяца в заочной форме получения образования.

Примечание – Учреждению образования, реализующему образовательную программу переподготовки руководящих работников и специалистов по данной специальности, предоставляется возможность увеличения продолжительности обучения в очной (дневной) и очной (вечерней) формах получения образования при необходимости введения каникул.

### **4.3 Требования к максимальному объему учебной нагрузки слушателей**

Максимальный объем учебной нагрузки слушателей не должен превышать:

– 12-и учебных часов в день в очной (дневной) или заочной форме получения образования, если совмещаются в этот день аудиторные занятия и самостоятельная работа слушателей;

– 10-и учебных часов аудиторных занятий в день в очной (дневной) или заочной форме получения образования, без совмещения с самостоятельной работой в этот день;

– 10-и учебных часов самостоятельной работы слушателей в день в очной (дневной) форме получения образования, без совмещения с аудиторными занятиями в этот день;

– 6-и учебных часов аудиторных занятий в день в очной (вечерней) форме получения образования, без совмещения с самостоятельной работой в этот день;

– 6-и учебных часов самостоятельной работы слушателей в день в очной (вечерней) или заочной форме получения образования, без совмещения с аудиторными занятиями в этот день.

### **4.4 Требования к организации образовательного процесса**

Начало и окончание образовательного процесса по специальности переподготовки устанавливаются учреждением образования, реализующим соответствующую образовательную программу (далее – учреждение образования), по мере комплектования групп слушателей и

определяются Графиком учебного процесса по специальности переподготовки для каждой группы слушателей.

Наполняемость учебных групп слушателей по специальности переподготовки, обучающихся за счет средств республиканского и (или) местных бюджетов, рекомендуется обеспечивать в количестве 25-30 человек. Наполняемость учебных групп слушателей по специальности переподготовки, обучающихся за счет средств юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, физических лиц или средств граждан, устанавливается учреждением образования.

Стажировка слушателей осуществляется на базе организаций, профиль работы которых соответствует профилю профессиональной подготовки слушателя.

## **5 Требования к результатам освоения содержания образовательной программы**

### **5.1 Требования к квалификации**

#### **5.1.1 Виды профессиональной деятельности:**

- выполнение и/или организация выполнения работ по обеспечению радиационной безопасности;
- аудит и экспертиза безопасности в области использования и источников ионизирующего излучения;
- обучение и тренировка персонала в области обеспечения радиационной безопасности.

#### **5.1.2 Объекты профессиональной деятельности:**

- источники ионизирующего излучения;
- радиоактивные отходы;
- радионуклиды в окружающей среде;
- территории и экосистемы, загрязненные в результате ядерных и радиационных инцидентов, аварий и катастроф.

#### **5.1.3 Функции профессиональной деятельности:**

- осуществлять радиационный контроль в организации;
- обеспечивать выполнение требований по эксплуатации инженерных средств обеспечения радиационной безопасности и контроль их технического состояния;
- разрабатывать программы обеспечения качества деятельности в области использования источников ионизирующего излучения, контролировать их выполнение и оценивать их эффективность;

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

- анализировать состояние дел по обеспечению радиационной безопасности и безопасности источников ионизирующего излучения.

- проводить аудит/инспекционную проверку состояния радиационной безопасности и безопасности источников ионизирующего излучения в организации по профилю использования источников ионизирующего излучения;

- разрабатывать программы обучения персонала по вопросам радиационной безопасности и организовывать/осуществлять их реализацию;

- разрабатывать мероприятия по защите персонала и населения от радиационной аварии и ее последствий;

- организовывать, при необходимости, тренировки по реагированию в случае аварийных ситуаций;

- осуществлять контроль (проверку) знаний по радиационной безопасности;

- вести сбор и обработку информации о достижениях в области обеспечения радиационной безопасности;

- организовывать и принимать участие в сотрудничестве с Международным Агентством по Атомной Энергии, другими зарубежными организациями, в том числе правительственными организациями других стран, по профилю своей деятельности.

### **5.1.4 Задачи, решаемые при выполнении функций профессиональной деятельности:**

- радиационный контроль и мониторинг рабочих мест и окружающей среды;

- индивидуальный дозиметрический контроль и контроль радиационной обстановки;

- подготовка данных по результатам радиационного контроля для выработки предложений по принятию решений, обеспечивающих выполнение требований норм радиационной безопасности, предотвращение аварийных ситуаций или ослабление их последствий;

- разработка локальных нормативных правовых актов организации в части, касающейся требований радиационной безопасности, производственной санитарии, соблюдения санитарно-пропускного режима;

- осуществление входного и выходного контроля источников ионизирующего излучения, соблюдения условий их хранения и учета;

- контроль технического состояния источников ионизирующего излучения на всех этапах его использования, в т.ч. при нарушении условий безопасной эксплуатации,

организация проведения регламентных проверок и работ с ними;

- подготовка отчетов о состоянии и сохранности источников ионизирующего излучения;

- контроль выполнения требований нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности в организации;

- оценка уровня обеспечения радиационной безопасности человека и окружающей среды для каждого конкретного применения источников ионизирующего излучения по профилю организации;

- участие в разработке планов мероприятий по защите работников (персонала) и населения от радиационной аварии и ее последствий;

- участие в организации и проведении мероприятий по обеспечению радиационной безопасности работников (персонала) и населения при радиационной аварии;

- разработка мероприятий по ослаблению негативных последствий радиационных аварий, восстановлению контроля над источником ионизирующего излучения;

- разработка мероприятий по осуществлению мер радиационной защиты при перевозке радиоактивных источников;

- разработка мероприятий по утилизации и захоронению радиоактивных отходов;

- обеспечение надежной и безопасной эксплуатации и своевременного проведения ремонта приборов и оборудования систем дозиметрического и радиометрического контроля, выполнение графиков поверки и калибровки приборов;

- обеспечение проведения сервисных мероприятий в отношении источников ионизирующего излучения (монтаж, наладка, диагностика, ремонт, обслуживание и т.п.);

- участие в осуществлении контроля состояния промышленной санитарии;

- участие в осуществлении контроля правильности хранения радиоактивных веществ и источников излучения, хранения твердых и жидких радиоактивных отходов, подготовки их к направлению на захоронение;

- участие в обучении персонала безопасным методам труда, действиям в аварийных ситуациях, участие в работе по аттестации и сертификации рабочих мест;

- организация своевременной и качественной обработки спецодежды, контроль наличия защитных средств и их замены;

- разработка мероприятий по снижению выбросов радиоактивных веществ, уменьшению облучения персонала;

## ОСРБ 1-33 01 71-2016

– ведение оперативной документации по контролю радиационной обстановки, обращению с радиоактивными отходами, составление отчетности по вопросам производственной санитарии и радиационной безопасности, включая регистрацию доз облучения, полученных персоналом;

– участие в расследовании и анализе причин несчастных случаев и профессиональных заболеваний, в разработке мероприятий по их предупреждению, в проверке знаний правил радиационной безопасности у персонала организации или учреждения;

– участие в работе по анализу причин возникновения и предупреждения чрезвычайных ситуаций с источниками ионизирующего излучения;

– участие в приемке построенных и реконструированных радиационно-опасных объектов учреждений и организаций, использующих источники ионизирующего излучения, подготовка технических заданий на проектирование данных объектов в организации;

– обучение и тренировка персонала в области радиационной безопасности, проведение всех видов инструктажа по радиационной безопасности;

– разработка мероприятий по управлению радиационной безопасностью и обеспечению должного уровня культуры безопасности;

– разработка предложений по совершенствованию системы обеспечения радиационной безопасности на предприятии.

### 5.2 Требования к уровню подготовки

Переподготовка специалиста должна обеспечивать формирование следующих групп компетенций: социально-личностных, академических, профессиональных.

Слушатель, освоивший соответствующую образовательную программу переподготовки, должен обладать следующими **социально-личностными компетенциями**:

– знать мировоззренческие основы идеологии белорусского государства;

– знать правовые и институциональные основы идеологии белорусского государства;

– уметь характеризовать место Республики Беларусь в системе современных геополитических отношений.

– иметь способность к социальному взаимодействию и межличностным коммуникациям;

- знать и соблюдать нормы здорового образа жизни;
- уметь работать в коллективе;
- уметь самостоятельно и постоянно повышать свой профессиональный уровень;
- обладать достаточным уровнем культуры безопасности, понимать необходимость и значимость развития культуры безопасности для выполнения задач своей профессиональной деятельности.

Слушатель, освоивший соответствующую образовательную программу переподготовки, должен обладать следующими **академическими компетенциями**:

- знать понятие производной и интеграла, таблицу производных и интегралов элементарных функций;
- знать методы решения простейших дифференциальных уравнений и систем уравнений, описывающих радиоактивные превращения ядер, перенос ионизирующего излучения в веществе;
- знать определение телесного угла и уметь вычислять его значение в простейших случаях;
- уметь использовать элементы высшей математики при теоретическом определении характеристик полей и оценке доз ионизирующего излучения, описании процессов, происходящих в веществе под действием ионизирующего излучения;
- уметь проводить статистическую обработку результатов радиационных измерений, проводить оценку параметров статистического распределения экспериментальных данных;
- уметь осуществлять аппроксимацию функциональных зависимостей между измеряемыми величинами;
- знать фундаментальное строение материи и применять эти знания к обоснованию простейших ядерных моделей, закона радиоактивных превращений, важнейших механизмов ядерных реакций и превращений;
- знать природу радиоактивных превращений и статистический характер взаимодействия ионизирующего излучения с веществом;
- знать основные подходы к классификации видов ионизирующего излучения;
- знать физические принципы генерации ионизирующего излучения в источниках различного типа;
- знать основные характеристики источников ионизирующего излучения и их математическое описание для источников различных геометрий;
- знать основные характеристики взаимодействия ионизирующего излучения с веществом (линейная передача

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

энергии (далее – ЛПЭ) и пробеги заряженных частиц в веществе; средняя длина свободного пробега и др.);

– знать принципы построения различных классификаций нейтронного излучения по энергиям и уметь применять ее при решении задач;

– уметь решать важнейшие задачи кинематики реакций частиц ионизирующего излучения с атомами вещества и применять эти решения к описанию особенностей взаимодействия ионизирующего излучения с веществом;

– уметь качественно описывать физические процессы, происходящие при прохождении ионизирующего излучения через вещество;

– знать основные радиометрические величины и единицы их измерения;

– знать методику установления связи радиометрических величин с характеристиками источника ионизирующего излучения;

– знать основные дозиметрические величины;

– знать определения и область применения нормируемых и операционных дозиметрических величин;

– знать основные методы регистрации ионизирующего излучения и виды применяемых для этого приборов, определение их рабочих параметров;

– уметь проводить инженерные расчеты параметров защиты от фотонного и нейтронного ионизирующего излучения;

– знать физические особенности измерения дозиметрических величин и виды дозиметрических приборов;

– знать основные принципы калибровки детекторов;

– уметь осуществлять выбор материалов для экранирования от различных видов ионизирующего излучения на основании особенностей их взаимодействия с веществом;

– уметь производить стандартные расчеты характеристик нерассеянного ионизирующего излучения для источников базовых геометрий;

– уметь проводить обработку и анализ радиометрической и спектрометрической информации;

– знать строение клетки, органов и тканей, основы физиологии растений, животных и человека и уметь применять эти знания к оценке результата биологического воздействия ионизирующего излучения на живые организмы;

– знать основные эффекты, возникающие при химическом и биологическом действии ионизирующего излучения;

– знать механизм индукции тканевых реакций (детерминированных эффектов) и стохастических эффектов;

– знать радиационные эффекты у зародыша и плода и механизм индукции нераковых заболеваний;

– знать основные подходы к проведению радиационных эпидемиологических исследований;

– уметь осуществлять оценку последствий биологических эффектов ионизирующего излучения на биологические ткани и организм человека в целом.

Слушатель, освоивший соответствующую образовательную программу переподготовки, должен обладать следующими **профессиональными компетенциями**:

– знать международные организации, занимающиеся вопросами радиационной защиты;

– знать концепции и фундаментальные принципы, лежащие в основе радиационной безопасности;

– знать основные рекомендации международной комиссии по радиологической защите (далее – МКРЗ), Международного Агентства по Атомной Энергии (далее – МАГАТЭ), требования национальных нормативно-правовых и технических нормативно-правовых актов в области радиационной безопасности;

– уметь применять фундаментальные знания из области физики ядра и ионизирующего излучения, биологического действия ионизирующего излучения к анализу проектов работ с источниками ионизирующего излучения, по предотвращению и снижению последствий радиационных аварий;

– уметь осуществлять комплексный подход к решению своих профессиональных задач;

– уметь грамотно излагать результаты исследований, оформлять документы по результатам своей профессиональной деятельности в соответствии с действующими инструкциями;

– знать классификацию ситуаций облучения и уметь применять ее в конкретных случаях;

– знать перечень основных стандартов МАГАТЭ радиационной безопасности и общие требования МАГАТЭ по ее обеспечению;

– знать национальную правовую структуру обеспечения радиационной безопасности, рекомендуемую МАГАТЭ, структуры и функции элементов регулирующей системы;

– уметь проводить оценку эффективности программ в области регулирования радиационной безопасности;

– знать величины, используемые при оценке доз индивидуального облучения и при мониторинге рабочих мест;

– знать структуру и порядок составления программ радиационного мониторинга рабочих мест;

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

- знать основные процедуры, приборы и методы проведения индивидуальной дозиметрии;
- знать основные методы калибровки приборов и обеспечения качества измерений;
- знать пути поступления радионуклидов в организмы человека, животных и растений;
- знать основные биокинетические модели МКРЗ;
- уметь осуществлять оценку эквивалентных доз на органы и ткани и эффективной дозы на организм в различных условиях внешнего облучения;
- уметь использовать различные виды дозиметров, мониторов и методик проведения мониторинга, применять расчетные методы для получения надежных данных индивидуального дозиметрического контроля и радиационного мониторинга рабочих мест;
- уметь проводить анализ неопределенностей данных в индивидуальной дозиметрии и при мониторинге рабочих мест;
- уметь составлять программу радиационного мониторинга на установке и в организации;
- владеть базовыми методами реконструкции доз для различных случаев, в которых возникает, или может возникнуть ионизирующее излучение;
- уметь производить интерпретацию результатов оценки доз внешнего облучения;
- уметь использовать компарт-модели для описания внутреннего поступления и оценки доз ионизирующего излучения;
- уметь рассчитывать ожидаемую эффективную дозу;
- уметь осуществлять калибровку и обеспечение качества измерений внутреннего поступления радионуклидов;
- уметь производить оценку доз облучения вследствие радиоактивного загрязнения окружающей среды и в аварийных ситуациях;
- знать сущность ранжированного подхода к ситуациям планируемого облучения;
- знать основные принципы радиационной защиты (обоснование деятельности, оптимизация, установление пределов доз) применительно к ситуациям планируемого излучения;
- знать основные требования к ограничению облучения персонала и населения в ситуациях планируемого немедицинского облучения;

– знать общие требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при медицинском облучении пациентов;

– знать основную структуру и требования к программе обеспечения радиационной защиты (далее – ПОРЗ) объекта или в организации;

– знать принципы зонирования площадей и территорий, прилегающих к источнику ионизирующего излучения и классификацию зон радиационной защиты;

– знать основные методы оптимизации радиационной защиты;

– знать основные нормативные требования к проектированию помещений для использования источников ионизирующего излучения;

– знать основные меры по предотвращению радиоактивного загрязнения помещений, требования к их уборке и санации в ситуациях планируемого облучения;

– знать порядок осуществления медицинского контроля лиц категории «персонал»;

– знать основные особенности обеспечения радиационной безопасности для различных конкретных ситуаций планируемого облучения;

– уметь составлять ПОРЗ для конкретного радиационно опасного объекта;

– уметь осуществлять индивидуальный мониторинг, радиационный мониторинг и контроль рабочих мест при планируемом облучении;

– знать особенности применения основных принципов радиационной безопасности при медицинском облучении пациентов и отличия требований к обеспечению радиационной защиты пациента от других ситуаций планируемого облучения;

– знать порядок обеспечения радиационной безопасности в конкретных областях применения медицинского облучения;

– знать порядок учета медицинского облучения пациента;

– знать основные подходы к оптимизации радиационной защиты пациента, особенностях обеспечения радиационной защиты при беременности и кормлении грудью;

– знать основные требования к калибровке оборудования, применяемого для медицинского облучения;

– знать принципы применения и сферу действия референтных уровней и дозовых ограничений для пациентов и лиц, оказывающих им помощь (передвижение, обеспечение комфорта);

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

– знать общие требования к порядку действий персонала в ситуациях непреднамеренного и аварийного медицинского облучения;

– уметь выбирать оптимальную процедуру облучения пациента в зависимости от предписанной дозы, применяемых средств и оборудования;

– уметь составлять программу обеспечения качества медицинского облучения;

– знать шкалу INES (International Nuclear Events Scale – международная шкала ядерных инцидентов) непредвиденных и аварийных ситуаций на ядерных установках;

– знать основные типы событий в конкретных случаях ядерных и радиологических аварийных ситуаций;

– знать причины и последствия наиболее крупных ядерных аварий и катастроф (Тримайл айленд, Чернобыльская катастрофа, Фукусима и др.), а также радиационных инцидентов с источниками ионизирующих излучений (Гойяния и другие);

– знать основные понятия, связанные с аварийной готовностью и реагированием на ядерную аварию или радиологическую чрезвычайную ситуацию;

– знать общие показатели наличия ситуации аварийного облучения и основные требования к действиям персонала и населения;

– знать методику организации и проведения аварийного радиационного мониторинга;

– знать основные приемы и методы работы с населением и средствами массовой информации в ядерных или радиологических чрезвычайных ситуациях;

– знать порядок организации медицинского обеспечения персонала и населения при радиационных поражениях;

– знать принципы и основные документы, лежащие в основе международного сотрудничества при ядерной или радиологической чрезвычайной ситуации;

– уметь описывать наиболее значимые аварийные ситуации и извлеченные из них уроки;

– уметь производить оценку вероятных сценариев развития радиологических аварийных ситуаций и разрабатывать методы реагирования на них;

– уметь производить оценку вероятных сценариев развития аварийных ситуаций на ядерных объектах и разрабатывать методы реагирования на них;

– уметь осуществлять аварийный радиационный мониторинг;

- знать понятие ситуации существующего облучения и область его применения;
- знать основные ситуации существующего облучения, возникающие за счет природных источников;
- знать рекомендации МАГАТЭ по формированию национальных стратегий, распределения обязанностей и полномочий между государственными органами управления в ситуациях существующего облучения;
- знать опыт реабилитации загрязненных радионуклидами территорий;
- уметь разрабатывать и оптимизировать корректирующие/защитные действия в случае ситуаций существующего облучения;
- уметь проводить радиационный мониторинг радона и его дочерних продуктов;
- уметь проводить радиационный мониторинг изделий, продуктов и предметов потребления;
- знать основные элементы национальной стратегии подготовки кадров в области радиационной безопасности в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ;
- знать основные средства, предлагаемые МАГАТЭ для оценки потребностей в подготовке кадров;
- знать общие требования к уровням знаний, компетенций и организации процесса признания квалификаций;
- знать основные требования, предъявляемые к специалистам различных уровней, занятых в обеспечении радиационной безопасности;
- знать основные формы организации и проведения учебных мероприятий (курсов, тренировок, стажировок, научных визитов и т.п.), порядок составления учебно-планирующей документации, выбора методов преподавания, подготовки учебных материалов;
- уметь разрабатывать программу обучения персонала по обеспечению радиационной безопасности;
- уметь определять цели и задачи занятия, готовить учебный материал к занятиям в соответствии с образовательным уровнем слушателей, выбирать методы преподавания;
- уметь выбирать формы проведения занятий в зависимости от характера изучаемого материала, целей и задач занятия, оптимизировать учебное время для достижения учебных целей;
- уметь проводить сбор данных и анализ эффективности проведения занятий, разрабатывать предложения по их совершенствованию.

### **5.3 Требования к итоговой аттестации**

Формой итоговой аттестации является защита дипломной работы.

## **6 Требования к содержанию учебно-программной документации**

### **6.1 Требования к типовому учебному плану по специальности переподготовки**

Типовой учебный план по специальности переподготовки разрабатывается в одном варианте, когда общее количество учебных часов по плану составляет не менее 1000 учебных часов для групп слушателей, имеющих высшее образование по направлениям образования, не совпадающим с направлением образования, в состав которого входит данная специальность переподготовки.

В типовом учебном плане по данной специальности переподготовки устанавливается общее количество учебных часов в количестве 1134 учебных часа.

Суммарный объем аудиторных занятий и самостоятельной работы слушателей не должен превышать 1080 учебных часов.

Устанавливаются следующие соотношения количества учебных часов аудиторных занятий и количества учебных часов самостоятельной работы слушателей:

- в очной (дневной) форме получения образования – от 70:30 до 80:20;
- в очной (вечерней) форме получения образования – от 60:40 до 70:30;
- в заочной форме получения образования – от 50:50 до 60:40.

На компонент учреждения образования отводится 110 учебных часов.

На стажировку отводится 54 учебных часа. Продолжительность стажировки составляет 1 неделю для всех форм получения образования.

В часы, отводимые на самостоятельную работу по учебной дисциплине, включается время, предусмотренное на подготовку к текущей и итоговой аттестации.

Продолжительность текущей аттестации в очной (дневной) и заочной формах обучения 3 недели, в очной

(вечерней) 4 недели, итоговой аттестации – 1 неделя для всех форм получения образования.

Порядок проведения текущей и итоговой аттестации слушателей при освоении содержания образовательной программы определяется Правилами проведения аттестации слушателей, стажеров при освоении содержания образовательных программ дополнительного образования взрослых.

## **6.2 Требования к учебным программам по учебным дисциплинам специальности переподготовки**

В типовом учебном плане по данной специальности переподготовки предусмотрены следующие компоненты:

- гуманитарные и социально-экономические дисциплины;
- общепрофессиональные дисциплины;
- дисциплины специальности.

Устанавливаются следующие требования к содержанию учебных программ по учебным дисциплинам специальности переподготовки.

### **6.2.1 Гуманитарные и социально-экономические дисциплины**

#### **Основы идеологии белорусского государства**

Методологические и теоретические основы идеологии белорусского государства. Мировоззренческие основы идеологии белорусского государства. Правовые и институциональные основы идеологии белорусского государства. Идеологические аспекты социально-экономической политики белорусского государства. Идеология и развитие современного политического процесса.

### **6.2.2 Общепрофессиональные дисциплины**

#### **Математические методы в радиационной защите**

Дифференцирование/интегрирование. Обыкновенные линейные дифференциальные уравнения первого порядка с постоянными коэффициентами. Уравнения радиоактивного превращения. Векторная алгебра и векторные функции, их дифференцирование и интегрирование. Аналитическое описание фигур на плоскости и в пространстве. Вычисление площади поверхности. Телесный угол. Вычисление объемов фигур. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики. Точность; надежность; проверка по

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

критерию Стьюдента; критерий хи-квадрат. Случайные переменные. Распределения: различные типы (логарифмически нормальное, биномиальное, Пуассона, Гаусса); диаграмма разброса; среднее (ожидаемое) значение, мода, медиана; стандартное отклонение; стандартная ошибка; доверительные уровни. Регрессия. Корреляции. Практическое применение к статистике отсчетов. Аппроксимация функциональных зависимостей между измеряемыми величинами методом наименьших квадратов.

### **Физика ядра и ионизирующего излучения**

Фундаментальная структура материи. Частицы и поля. Кварки и лептоны. Мезоны. Адроны. Особенности взаимодействия кварков. Строение атома и атомного ядра. Ядерные реакции и превращения. Кинематика ядерных реакций и превращений. Энергия связи ядра. Виды радиоактивности. Закон радиоактивного превращения. Активность радионуклида. Цепочки радиоактивных превращений. Переменное равновесие. Вековое равновесие. Механизмы ядерных реакций и радиоактивных превращений. Понятие о микроскопическом сечении реакции. Сечение упругого рассеяния. Формула Резерфорда. Основные закономерности поведения микроскопических сечений для заряженных и нейтральных частиц при низких энергиях. Ядерные модели. Периодический закон. Возбуждение и ионизация атомов и молекул. Характеристическое рентгеновское излучение. Электроны Оже. Тормозное рентгеновское излучение. Ускорители заряженных частиц. Деление ядер нейтронами. Классификация нейтронов по энергии в ядерной физике и технике. Цепная реакция деления. Коэффициент размножения. Ядерные реакторы. Реакции синтеза легких ядер. Термоядерные реакторы. Происхождение химических элементов. Космическое излучение. Взаимодействие быстрых заряженных частиц с веществом в области кинетических энергий от 100 кэВ до нескольких десятков МэВ. Тормозная способность вещества и ЛПЭ. Пробеги заряженных частиц в веществе. Виды пробега. Излучение Черенкова. Взаимодействие фотонного ионизирующего излучения с веществом в диапазоне энергий от 10 кэВ до нескольких десятков МэВ. Взаимодействие нейтронов с веществом. Особенности взаимодействия нейтронов с веществом в различных диапазонах их кинетических энергий. Различные подходы к классификации ионизирующего излучения. Непосредственно и косвенно ионизирующее излучение. ЛПЭ косвенно ионизирующего излучения. Закон

ослабления узкого пучка. Линейный коэффициент ослабления (макроскопическое сечение) и средняя длина свободного пробега частиц ионизирующего излучения. Линейный энергетический коэффициент взаимодействия и линейный коэффициент передачи энергии. Источники ионизирующего излучения и их характеристики. Активность радионуклидного источника ионизирующего излучения.

### **Характеристики ионизирующего излучения**

Поле ионизирующего излучения. Радиометрические величины. Флюэнс. Мощность флюэнса. Поток. Мощность потока. Токовые и потоковые величины. Связь радиометрических величин с характеристиками источника в вакууме в зависимости от его геометрии. Учет взаимодействия с веществом: радиометрические характеристики рассеянного и нерассеянного излучения (источник в бесконечной однородной среде и за бесконечным плоским экраном заданной толщины). Основные дозиметрические величины: поглощенная доза, керма, экспозиционная доза. Электронное равновесие. Связь между флюэнсом, кермой и поглощенной дозой. Функция радиационного отклика. Линейный энергетический коэффициент взаимодействия и линейный коэффициент передачи энергии. Доза от незранированного точечного источника. Гамма-постоянная. Керма-постоянная. Понятие об относительной биологической эффективности (ОБЭ). Оценка величины ОБЭ. Осредненный коэффициент качества ионизирующего излучения. Величины, используемые в радиационной защите. Взвешивающие коэффициенты. Эквивалентная доза облучения органа или биологической ткани. Эффективная доза. Понятия расширенного и спрямленного полей излучения. Понятие об эквиваленте дозы. Операционные дозиметрические величины. Коэффициент взаимодействия (функция радиационного отклика). Фактор накопления для фотонного излучения. Дозиметрические расчеты для фотонного излучения. Инженерные методы расчета толщины экрана для фотонного излучения. Особенности оценки дозы нейтронного излучения. Инженерные методы расчета толщины экрана для нейтронного излучения. Экранирование потоков заряженных частиц. Общие принципы обнаружения и измерения характеристик ионизирующего излучения. Индикаторы, радиометры и спектрометры. Статистика отсчетов. Разрешение. Эффективность регистрации. Мертвое время. Роль геометрии. Анализ высоты пика – схемы совпадений и антисовпадений. Анализ формы линии. Компьютерный анализ спектров. Основные принципы

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

калибровки детекторов. Принцип полости Брэгга – Грея. Измерение дозиметрических величин. Газовые детекторы. Сцинтилляционные детекторы (твердотельные и жидкосцинтилляционные). Полупроводниковые детекторы. Фотографические эмульсии. Термолюминесцентные детекторы. Тканезквивалентные детекторы. Трековые детекторы. Особенности детектирования и измерения характеристик нейтронного излучения. Детекторы для получения изображений. Другие детекторы: электреты, самоуправляемые детекторы, детекторы с термически стимулированной экзоэлектронной эмиссией, радиофотолюминесцентные детекторы.

### **Биологические основы радиационной защиты**

Действие ионизирующего излучения на молекулярном уровне. Радиационно-химические эффекты. Различные виды клеток и воздействие на них ионизирующего излучения. Общая классификация органов и тканей человека, их функции и взаимосвязь в норме. Патологии органов и тканей. Действие ионизирующего излучения на отдельные органы и ткани, наиболее радиочувствительные элементы различных органов и тканей человека. Тканевые реакции (детерминированные эффекты). Воздействие высоких доз облучения на организм в целом: общая зависимость доза – эффект; порог детерминированного воздействия ионизирующего излучения на организм; острые радиационные поражения организма. Влияние ионизирующего излучения на кровеносно-сосудистую систему, центральную нервную систему и желудочно-кишечный тракт. Летальная доза. Механизмы индукции тканевых реакций (детерминированных эффектов) и стохастических эффектов. Радиопротекторы. Стохастические эффекты: соматические и наследственные эффекты. Воздействие на эмбрион и плод. Генетические эффекты. Радиационно-индуцированные раки. Эпидемиологические исследования и оценки. Биологические основы определения ОБЭ и взвешивающих коэффициентов излучения. Концепция радиационного ущерба.

### **6.2.3 Дисциплины специальности**

#### **Международная система обеспечения радиационной безопасности и регулирующая основа**

Международные организации, в ведении которых находятся вопросы радиационной защиты (НКДАР ООН, МКРЗ, МАГАТЭ и др.). Концептуальная основа обеспечения радиационной безопасности. НКДАР и структура дозовых

нагрузок человека. Рекомендации МКРЗ. Классификация ситуаций облучения. Фундаментальные принципы радиационной защиты МАГАТЭ. Введение в стандарты МАГАТЭ по радиационной безопасности. Общие требования к обеспечению радиационной безопасности. Основные подходы к анализу безопасности установок и видов деятельности. Правовая структура для радиационной защиты и безопасного использования источников излучения. Регулирующая система. Оценка эффективности программ в области регулирования. Безопасность и физическая защита источников ионизирующего излучения.

### **Оценка доз внешнего и внутреннего облучения**

Величины, используемые при оценке доз индивидуального облучения и при мониторинге рабочих мест. Измеряемые величины и расчетные величины. Оценка профессионального облучения от внешних источников излучения: составление программ мониторинга. Индивидуальная дозиметрия. Оценка эффективной дозы в различных условиях внешнего облучения: приближения, используемые на практике. Интегрирующие персональные дозиметры (термолюминесцентные дозиметры, пленочные дозиметры, конденсационные камеры, и др.), калиброванные для определения эквивалента индивидуальной дозы. Использование электронных индивидуальных дозиметров. Анализ неопределенностей измерений: (тип А) неоднородность чувствительности показаний детектора в зависимости от ограниченной чувствительности и радиационного фона; вариабельность показаний детектора в области нулевой дозы; (тип В) зависимость от энергии, направления движения частиц ионизирующего излучения и нелинейности отклика, фединга вследствие изменения температуры и влажности, эффектов, вызываемых ионизирующим излучением, механическим ударом, ошибками калибровки, вариациями местного радиационного фона. Методы реконструкции доз: аварийная дозиметрия, цитогенетические исследования; восстановление дозы по показаниям термолюминесцентных дозиметров с фантомами Олдерсона, дозиметрия при достижении условия критичности ядерного материала и др. Программа радиационного мониторинга рабочих мест: рутинный, ориентированный на выполнение конкретной задачи и специализированный мониторинг; стационарные и переносные мониторы; мониторинг с целью планирования работ; мониторинг с целью определения изменений в окружающей среде. Системы мониторинга для полей излучения, для мониторинга поверхностей.

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

Использование амбиентного эквивалента дозы и направленного эквивалента дозы. Интерпретация результатов измерений: подлежащие учету уровни облучения; оценка доз на все тело, на конечности и на кожу; расчет эффективной дозы от внешнего облучения. Калибровка: первичные и вторичные стандарты; источники, используемые для калибровки; проведение калибровки; регламентная проверка оборудования; проверка рабочих характеристик, стандартные испытания. Обеспечение качества измерений: процедуры контроля качества, интеркалибровка. Оценка доз облучения вследствие поступления радионуклидов в организм: пути поступления; программа мониторинга. Введение в биокинетические модели МКРЗ: количественные аспекты внутреннего поступления; попадание в кровь и перенос радионуклидов по различным органам; депонирование радионуклидов в органах; задержка радионуклидов в организме и их выведение; моделирование с помощью компарт-моделей; экспоненциальные модели; биологическое время полувыведения и эффективное время полувыведения. Неэкспоненциальная задержка. Модель МКРЗ человеческого тела (стандартный человек); модель пищеварительного тракта; модель легких; попадание радионуклидов в организм через раны и неповрежденную кожу. Расчет ожидаемой эффективной дозы; калибровка и обеспечение качества результатов прямых и косвенных измерений. Оценка доз облучения вследствие радиоактивного загрязнения окружающей среды. Оценка доз облучения в аварийных ситуациях.

### **Ситуации планируемого облучения**

Ситуации планируемого облучения: общее описание, особенности применения требований радиационной защиты. Ранжированный подход. Обоснование деятельности с использованием источников ионизирующего излучения. Оптимизация радиационной защиты. Дозовые пределы. Ответственность сторон. Требования к ограничению профессионального облучения в ситуациях планируемого облучения. Требования к ограничению облучения населения в ситуациях планируемого облучения. Общие требования по обеспечению радиационной безопасности персонала и населения при медицинском облучении пациентов. Организация и управление обеспечением радиационной защиты в ситуациях планируемого облучения. Программа радиационной защиты. Методы оптимизации защиты в целях безопасного использования источников ионизирующего

излучения: технические аспекты (защита временем и расстоянием, требования к проектированию помещений и источников в зависимости от вида деятельности, защита от радиоактивного загрязнения; уборка и санация помещений; иерархия защитных мер и установление безопасных процедур использования источников); безопасность и физическая защита источников при планируемом облучении; требования к проектам радиационных установок; индивидуальная защита персонала; классификация зон; оптимизация радиационной защиты; обеспечение качества; подготовка персонала. Индивидуальный радиационный мониторинг и контроль, радиационный мониторинг и контроль рабочих мест при планируемом облучении. Медицинское обслуживание персонала. Потенциальное облучение в ситуациях планируемого облучения. Обеспечение радиационной безопасности в конкретных ситуациях планируемого облучения: промышленная радиография, промышленные облучатели и ускорители заряженных частиц; радиационные датчики величин и источники ионизирующего излучения в геологоразведке и добыче полезных ископаемых; использование трейсеров; производство радиоизотопов; диагностическая радиология; ядерная медицина; радиотерапия; ядерная индустрия; добыча и переработка полезных ископаемых; безопасная перевозка радиоактивных материалов; обращение с радиоактивными отходами; радиационный мониторинг окружающей среды; производство потребительских товаров.

### **Медицинское облучение пациентов**

Общие принципы обеспечения радиационной защиты пациента при медицинском облучении. Сфера применения медицинского облучения и обязанности вовлеченных лиц. Требования к подготовке персонала. Учет медицинского облучения. Обеспечение радиационной безопасности в конкретных областях применения медицинского облучения: диагностическая и интервенционная радиология, ядерная медицина, радиотерапия. Обоснование применения. Оптимизация защиты пациента: требования к проектированию установок и помещений для них; особенности применяемых процедур облучения в зависимости от вида их применения; особенности использования медицинского облучения в случаях беременности и кормления грудью; требования к калибровке оборудования, применяемого при медицинском облучении; дозиметрия пациентов; референтные уровни и дозовые ограничения для пациентов и лиц, оказывающих им помощь (передвижение, обеспечение комфорта), программа

## **ОСРБ 1-33 01 71-2016**

обеспечения качества медицинского облучения. Случаи непреднамеренного и аварийного медицинского облучения.

### **Ситуации аварийного облучения**

Типы событий в случае ядерных и радиологических аварийных ситуаций: аварийная ситуация на ядерной установке; аварийная ситуация с источником ионизирующего излучения; аварийная ситуация, возникшая за пределами страны, но повлекшая трансграничные эффекты; космические аппараты с ядерным двигателем и вход их в плотные слои атмосферы с последующим падением; злоумышленные действия с ядерными и радиоактивными материалами; наиболее значимые аварийные ситуации и извлеченные из них уроки. Международная шкала ядерных событий (шкала INES). Основные понятия, связанные с аварийной готовностью и реагированием на ядерную аварию или радиологическую чрезвычайную ситуацию. Общие показатели и требования к действиям персонала и населения в случае аварийных ситуаций. Развитие национальной инфраструктуры реагирования на ядерную аварию или радиологическую чрезвычайную ситуацию. Оценка вероятных сценариев развития радиологических аварийных ситуаций и разработка методов реагирования на них. Оценка вероятных сценариев развития аварийных ситуаций на ядерном объекте и разработка методов реагирования на них. Аварийный радиационный мониторинг. Медицинское обеспечение при радиационных поражениях. Работа с населением и средствами массовой информации в ядерных или радиологических чрезвычайных ситуациях. Международное сотрудничество при ядерной или радиологической чрезвычайной ситуации.

### **Ситуации существующего облучения**

Область применения понятия ситуации существующего облучения. Обзор ситуаций облучения за счет природных источников. Исключение ситуаций облучения, не подлежащих контролю. Национальная стратегия, распределение обязанностей и полномочий. Юридическая и регулирующая основа. Выявление и оценка уровней облучения, относящихся к ситуациям существующего облучения. Стратегия радиационной защиты для снижающихся доз. Установление референтных уровней. Обоснование и оптимизация корректирующих/защитных действий. Облучение за счет радиоактивных превращений короткоживущих дочерних продуктов радона. Облучение за счет радионуклидов,

содержащихся в изделиях, продуктах и предметах потребления. Вклад космического излучения в облучение человека. Реабилитация загрязненных радионуклидами территорий.

### **Подготовка персонала в области радиационной безопасности**

Национальная стратегия подготовки кадров в области радиационной безопасности. Оценка потребностей в подготовке кадров. Знания, компетенции и процесс признания квалификаций. Характеристики лиц, подлежащих обучению и подготовке: квалифицированные эксперты; ответственные за радиационную защиту; квалифицированные операторы; специалисты системы здравоохранения; рабочие, участвующие в использовании источников ионизирующего излучения; персонал регулирующих органов; персонал аварийного реагирования; преподаватели и инструкторы. Формы обучения и подготовки: аудиторная работа (очная, вечерняя), заочное обучение, дистанционное обучение; тренировка на рабочем месте; повышение квалификации и переподготовка; обучение в средней школе; программы просвещения в области радиационной безопасности для населения. Приемы и методы учебной работы при подготовке кадров в области радиационной безопасности. Формирование структуры занятия для достижения учебных целей. Определение учебных целей в соответствии с образовательным уровнем слушателей. Построение учебного процесса от простого к сложному. Выбор методов преподавания. Оптимизация учебного времени и достижение учебных целей. Подготовка учебных курсов и их проведение. Формулировка целей и задач учебных курсов, составление учебного плана и учебно-тематического плана курсов. Подготовка планов-конспектов лекций. Отбор преподавателей и инструкторов. Организация обучающих курсов. Обучение в организации. Администрация курсов, выбор и подготовка помещений, приборов и оборудования. Отбор слушателей. Подготовка демонстраций, лабораторных работ, семинарских занятий, тренингов, технических визитов, подготовка к проверке знаний. Сбор данных о качестве преподавания и организации обучающих курсов. Анализ откликов слушателей и преподавателей. Оценка курсов. Внешний аудит. Совершенствование учебной программы и организации курсов.