|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  федеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение высшего образования  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» |
| **Озёрский технологический институт –**  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  **(ОТИ НИЯУ МИФИ)** |

***Факультет повышения квалификации и переподготовки кадров***

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Утверждаю**  Директор  И.А. Иванов  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 г. |

**УЧЕБНАЯ программа**

**по дополнительной профессиональной программе**

**профессиональной переподготовки:**

|  |
| --- |
| *Ядерные реакторы и энергетические установки*  *(12.00.00 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические*  *системы и технологии)* |

Озёрск

2020

Учебная программа составлена:

Кирилловым В.Л. – доцентом кафедры Электроники и автоматики, канд. техн. наук.

Учебная программа обсуждена на заседании Факультета повышения квалификации и переподготовки кадров \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_).

Декан факультета Е.Г. Изарова

# ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа дополнительного профессионального образования, составлена в соответствии с современными требованиями повышения квалификации персонала предприятий и организаций, работающих в сфере радиационных технологий.

При составлении программы учтены следующие нормативные документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12. 2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. №499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».
3. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 октября 2013 г. №06-735 «О дополнительном профессиональном образовании».
4. МР 30-844-2001 – Организация обучения персонала и порядок аттестационной проверки знаний по радиационной безопасности на предприятиях Минатома России (тип документа: методические рекомендации; статус документа: действует; дата актуализации: 05.05.2017).

**Введение**

Программа профессиональной переподготовки: «Ядерные реакторы и энергетические установки» (далее Программа), предназначена для специалистов, имеющих высшее или среднее техническое профессиональное образование, владеющих основами физики, химии, математики.

Программа представляет собой упорядоченный перечень знаний, необходимых для обеспечения безопасного производства работ с ядерными реакторами и энергетическими установками, генерирующими источниками излучения, оценки радиационного воздействия излучения на персонал и население.

При составлении Программы использованы материалы, приведённые в методических указаниях, рекомендациях, инструкциях, нормативно-технических, санитарно-гигиенических и правовых документах, регламентирующих порядок проведения работ с ядерными реакторами и энергетическими установками при штатной и аварийной ситуациях.

**Основные пользователи образовательной программы дополнительного профессионального образования**

Руководители и специалисты, инженерно-технический персонал, персонал служб и подразделений радиационной безопасности и радиационному контролю, центральных заводских лабораторий, испытательных лабораторий радиационного контроля, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

**Цели и задачи программы**

Реализация образовательной программы дополнительного профессионального образования направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Основные задачи дополнительной профессиональной программы:

- актуализация и систематизация знаний слушателей в области устройства ядерных реакторов, радиационной безопасности и радиационного контроля;

- ознакомление слушателей с основными современными методами обеспечения ядерно-радиационной безопасности при обращении с радиоактивными веществами и делящимися материалами

- ознакомление слушателей с новыми законодательными и нормативными актами в области радиационной безопасности;

**Требования к результатам освоения программы**

Слушатель, освоивший программу, должен стать обладателем ряда профессиональных компетенций, в частности, *должен знать*:

* Нормативную правовую базу по обеспечения радиационной безопасности при работах с источниками ионизирующих излучений, действующую на территории РФ.
* Физические величины и их единицы в области дозиметрии и радиационной безопасности.
* Особенности взаимодействия ионизирующих излучений с веществом.
* Радиационные характеристики источников ионизирующих излучений.
* Принципы нормирование радиационного воздействия на персонал и население.
* Устройство и принцип работы ядерного реактора на тепловых нейтронах
* Нейтронно-физические процессы, протекающие в ядерных реакторах
* Основные характеристики и состав отработавшего ядерного топлива атомных реакторов
* Стратегии обращения с ОЯТ. Условия и технология хранения ОЯТ.
* Правила МАГАТЭ по обеспечению ЯРБ при транспортировании специальных материалов.
* Правила утилизации радиоактивных отходов.
* Основы безопасной перевозки радиоактивных веществ.
* Правила применения средств индивидуальной защиты.
* Общий порядок эвакуации с загрязнённых территорий, строений персонала и населения.

В результате освоения Программы слушатель *должен уметь:*

* Применять нормативные документы для определения безопасных условий работы персонала с технологиями ядерных реакторов.
* Анализировать зависимости нейтронно-физических характеристик ядерного реактора от параметров, определяющих состав, структуру и физическое состояние активной зоны.
* Проводить оценочные нейтронно-физические расчеты ядерных реакторов по известным методикам
* Проводить работы с закрытыми и открытыми источниками ионизирующих излучений.
* Определять дозы внешнего и внутреннего облучения работника.
* Измерять характеристики поля излучения ионизирующего источника и определять допустимое время работы персонала в нём.
* Проводить индивидуальный и групповой контроль облучения персонала.
* Проводить дозиметрический контроль рабочего места.
* Измерять массовую, поверхностную и объёмную активности радионуклидов.

1. **Учебно-тематический план**

**учебный план**

**дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки**

*«Ядерные реакторы и энергетические установки»*

Форма обучения – очно-заочная

Общий объём программы (в часах), включая самостоятельную работу: 256 часов (100 часов - очно)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование  модулей программы | Всего  часов | В том числе: | | | |
| Аудиторная учебная нагрузка | | Формы контроля | Самостоятельная работа, час. |
| Теоретические занятия, час. | Практические  занятия, час. | Контрольные вопросы, тестирование |
|  | Модуль ПМ 1  Законодательная база обеспечения ядерной и радиационной безопасности | 15 | 5 | 1 | 1 | 8 |
|  | Модуль ПМ 2  Основы технологии ядерных реакторов | 71 | 20 | 3 | 2 | 26 |
|  | Модуль ПМ 3.  Обеспечение ядерно-радиационной безопасности при обращении с РВ и ДМ | 38 | 10 | 5 | 2 | 21 |
|  | Модуль ПМ 4  Физические и дозиметрические характеристики поля излучения | 42 | 6 | 5 | 2 | 34 |
|  | Модуль ПМ 5  Вопросы обеспечения радиационной безопасности профессиональных работников. | 46 | 11 | 5 | 3 | 32 |
|  | Модуль ПМ 6  Радиационно-дозиметрический контроль в организации | 42 | 11 | 6 | 2 | 33 |
|  | Итоговая аттестация | 2 |  |  | 2 |  |
|  | ИТОГО | **256** | **63** | **25** | **14** | **154** |

1. **Содержание программы профессиональной переподготовки**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль 1. Законодательная база обеспечения радиационной безопасности.** | | |
| Тема 1. Основные законодательные и нормативные положения по ядерной и радиационной безопасности | Законодательные документы: Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ; Федеральный закон «О радиационной безопасности населения», (в ред. Федерального закона от 22.06.2004 № 122-ФЗ); от 09 января 1996 г. № 3-ФЗ.  Основные нормативные акты: ПБЯ-06-09-2016; НП-053-16; НП-030-19; СанПиН 2.6.1.2523-09, (НРБ-99/2009); СП 2.6.1.2612 –10, (ОСПОРБ 99/2010); МУ 2.6.5.028 – 2016; МУ 2.6.5.026- 2016; МУ 2.6.5.009-2016; МУ 2.6.5.032-2017; МУ 2.6.1.065-2014. | 15 |
|  | *Итоговая аттестация по модулю* | 1 |
| **Модуль 2. Основы технологии ядерных реакторов** | | |
| Тема 2.1 Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах | Элементарная теория деления. Энергия деления. Деление атомных ядер нейтронами  Деление изотопов урана 238U и 235U нейтронами. Осколки деления. Радиоактивность осколков деления. Устройство и принцип работы ядерного реактора на тепловых нейтронах. Конструкция ЯР на быстрых нейтронах. Тепловыделяющие элементы ЯР. Существующий топливный цикл. | 39 |
| Тема 2.2 Отработавшее ядерное топливо атомных реакторов | Состав ОЯТ. Радионуклиды, определяющие активность и токсичность отработанного топлива. Состав ОЯТ ядерных реакторов типа ВВЭР. Удельная активность основных продуктов деления ВВЭР-1000. Радиационные характеристики необлучённых ТВС БН-600 с различными видами топлива. Радиационные характеристики отработавших ТВС БН-600. Тепловыделение и радиотоксичность ОЯТ. ТУК для перевозки ОЯТ. | 30 |
| *Итоговая аттестация по модулю* | | 2 |
| **Модуль 3. Обеспечение ядерно-радиационной безопасности при обращении с РВ и ДМ** | | |
| Тема 3.1. Самоподдерживающаяся цепная реакция | Эффективный коэффициент размножения. Критическая, надкритическая и критическая системы. Факторы, влияющие на нейтронный баланс: рождение, замедление, утечка, плотность, геометрия, отражение взаимодействие, поглощения. Вещества-поглотители нейтронов. Способы обеспечения ядерной безопасности. Система аварийной сигнализации. | 18 |
| Тема 3.2. Безопасность транспортирования и хранения ОЯТ | Правила МАГАТЭ по обеспечению ЯРБ при транспортировании специальных материалов. Нормальные и аварийные ситуации. Типы упаковок и требования к ним. Критерии ЯРБ. Стратегия обращения с ОЯТ. Условия и технология хранения ОЯТ АЭС. ОЯТ-источник ионизирующего излучения. | 20 |
|  | *Итоговая аттестация по модулю* | 2 |
| **Модуль 4. Физические и дозиметрические характеристики поля излучения** | | |
| Тема 4.1. Фотонное излучение немоноэнергетических источников | Поле гамма-излучения точечного изотропного радионуклидного источника. Керма-постоянная и гамма-постоянная радионуклидного источника. Керма эквивалент и гамма эквивалент радионуклидного источника | 6 |
| Тема 4.2 Взаимодействие излучения с веществом | Линейное и массовое сечение ослабления излучения веществом. Фотоэлектрический эффект. Зависимость сечения фотоэффекта от энергии фотонов. Комптон-эффект. Эффект образования пар. | 6 |
| Тема4.3. Взаимодействие заряженных частиц с веществом | Упругое и неупругое взаимодействие заряженных частиц с веществом. Ионизационные потери на единицу длины пути для электронов, протонов и альфа-частиц. Пик Брэгга. Тормозное излучение. Суммарные ионизационные и радиационные потери | 6 |
| Тема 4.4. Характеристики источников нейтронов | Радионуклидные источники нейтронов. Фотонейтронные источники. Источники нейтронов спонтанного деления. | 6 |
| Тема 4.5. Взаимодействие нейтронов с веществом | Упругое и неупругое рассеяние. Поглощение нейтронов. Резонансное поглощение нейтронов веществом | 6 |
| Тема 4.6. Биологические эффекты излучения | Общая классификация биологических эффектов ионизирующего излучения. Детерминированные эффекты. Стохастические соматические эффекты. Генетические эффекты. Концепция приемлемого риска. Фоновое облучение человека | 4 |
| *Раздел 4.6.1.* Дозиметрия облучения человека |  | 6 |
| Тема 4.6.2. Концепция дозы облучения | Базовые дозиметрические величины: поглощённая доза, керма, экспозиционная доза. Мощность поглощённой дозы. Мощность кермы. Мощность экспозиционной дозы. Эквидозиметрические величины. Поглощённая доза в органе или ткани. Эквивалентная доза облучения органа или ткани. Взвешивающие коэффициенты излучения. Эффективная доза облучения. Взвешивающие коэффициенты органа или ткани для определения эффективной дозы. Коллективная эффективная доза облучения. Индивидуальная годовая эффективная доза | 2 |
| Тема 4.2.2. Накопленная доза внутреннего облучения. | Внешнее и внутреннее облучение. Поступление радионуклидов при вдыхании и заглатывании в течении рассматриваемого периода времени. Дозовые коэффициенты. Депонирование радионуклидов в органах или тканях. Период полувыведения радионуклидов из организма человека | 2 |
| Тема 4.2.3. Оценка облучения человека | Фантомы МКРЕ. Индивидуальный и амбиентный эквиваленты дозы. Система дозиметрических величин для оценки облучения человека. Методические указания по определению эффективных и эквивалентных доз профессионального облучения в условиях планируемого облучения и допустимых плотностей потоков излучения | 2 |
|  | *Итоговая аттестация по модулю* | 2 |
| **Модуль 5. Обеспечение радиационной безопасности профессиональных работников и населения** | | |
| *Раздел 5.1*. Стратегия обеспечения радиационной безопасности |  | 10 |
| Тема 5.1.1. Общие положения обеспечения радиационной безопасности | Радиационная безопасность населения. Радиационная защита работников. Концепция глубокоэшелонированной защиты. Физические и организационные барьеры для защиты работников, населения и окружающей среды от действия радиоактивных источников. Вероятностный анализ безопасности (ВАБ). Принцип ALARA. Ограничение вредности и опасности источников излучения | 5 |
| Тема 5.1.2. Определение границ области контроля над РБ | Принципы обоснования, оптимизации, нормирования. Формирование области регулирования радиационной безопасности: концепция исключения, изъятия, освобождения. Граница области контроля Регулятора | 5 |
| *Раздел 5.2*. Радиационная безопасность профессиональных работников и населения |  | 10 |
| Тема 5.2.1 Ограничение предела доз | Требование к ограничению техногенного облучения в контролируемых условиях. Категории облучаемых лиц и нормативы, установленные для них. Основные пределы доз. Допустимые уровни монофакторного воздействия. Эффективная доза за период трудовой деятельности. Группы критических органов. Ограничения для женщин в возрасте до 45 лет. Планируемое повышенное облучение | 5 |
| Тема 5.2.2 Ограничение облучения населения. | Ограничение техногенного облучения. Ограничение природного облучения. Ограничение медицинского облучения. Требования по ограничению облучения населения в условиях радиационной аварии | 5 |
| *Раздел 5.3*. Допустимые уровни радиационного воздействия |  | 10 |
| Тема 5.3.1. Понятие «стандартные условия» | Расчёт допустимой мощности дозы при равномерном внешнем облучении тела человека | 2 |
| Тема 5.3.2. Внутреннее облучение человека | Расчёт дозы внутреннего облучения при ингаляционном поступлении радионуклидов в организм человека. Характеристики аэрозолей. Порядок пользования приложениями НРБ 2009 | 2 |
| Тема 5.3.3. Уровни вмешательства | Оценка качества питьевой воды. Пероральное поступление радионуклидов в организм человека | 1 |
| Тема 5.3.4. Допустимые плотности потоков излучений для разных органов тела человека | Расчёт эквивалентных и эффективных доз для глаз, кожи и тела человека. Порядок пользования таблицами раздела 8, НРБ-2009 | 2 |
| Тема 5.3.5. Комбинированное облучение человека | Расчёт допустимого времени работы персонала при многофакторном радиационном воздействии | 2 |
| Тема 5.3.6. Допустимые уровни поверхностного загрязнения радиоактивными веществами | Допустимые загрязнения кожных покровов человека, средств индивидуальной защиты персонала, специальной обуви. Допустимые уровни снимаемого радиоактивного загрязнения с поверхностей рабочих помещений, оборудования, поверхностей транспортных средств для перевозки радиоактивных веществ | 1 |
| *Раздел 5.4*. Организация работ с источниками излучения |  | 10 |
| Тема 5.4.1 Обеспечение радиационной безопасности | Принципы обеспечения радиационной безопасности. Пути обеспечения радиационной безопасности. Классификация радиационных объектов по потенциальной радиационной опасности. Зонирование территории вокруг радиационных объектов | 2 |
| Тема 5.4.2. Проектирование радиационных объектов | Состав проектной документации на радиационный объект. Расчёт защиты от ионизирующих излучений | 2 |
| Тема 5.4.3. Контроль источников | Допуск персонала и организация работ с источниками излучения. Постановка, учёт, хранение и транспортирование источников излучения. Вывод из эксплуатации радиационных объектов и источников излучения. | 2 |
| Тема 5.4.4. Работа с закрытыми источниками излучения | Контроль герметичности источника излучения. Порядок излечения источника из контейнера. Допустимая мощность дозы от аппаратов с закрытыми источниками излучения. Требования к размещению аппаратов в производственных помещениях | 2 |
| Тема 5.4.5. Работа с открытыми источниками излучения | Классификация радионуклидов по группам радиационной опасности. Классы работ с открытыми источниками излучения. Требования к помещениям при работе с открытыми истопниками излучения. Зональность помещений | 1 |
| Тема 5.4.6. Средства защиты персонала. Радиоактивные отходы | Санитарно-техническое обеспечение работ с открытыми источниками излучения. Санпропускники, саншлюзы, средства индивидуальной защиты. Правила радиационной гигиены. Обращение с радиоактивными отходами. Классификация жидких и твёрдых радиоактивных отходов | 1 |
|  | *Итоговая аттестация по модулю* | 3 |
| **Модуль 6. Радиационно-дозиметрический контроль в организации** | | |
| Тема 6.1 Общие требования к радиационному контролю | Цель радиационного контроля. Объект радиационного контроля. Программа радиационного контроля в организации. Единая государственная система контроля и учёта индивидуальных доз облучения населения. Основные контролируемые параметры. Контрольные уровни | 10 |
| Тема 6.2. Дозиметрия ионизирующих излучений | Виды радиационного контроля и измеряемые величины. Принципы построения приборов радиационной безопасности. Способы преобразования сигналов при измерении ионизирующих излучений. Классификация приборов для измерения ионизирующих излучений. Индивидуальный дозиметрический контроль (индивидуальный эквивалент дозы). Амбиентный эквивалент дозы (инспекционный дозиметр). Соотношение нормируемых и операционных величин для фотонного излучения | 10 |
| Раздел 6.3. Методы контроля радиационной обстановки |  | 10 |
| Тема 6.3.1. Физические основы регистрации ионизирующих излучений | Эффективность регистрации излучения. Электронное равновесие. Эффективный атомный номер. Средняя энергия ионообразования. Соотношение Брэгга-Грея. Энергетическая зависимость чувствительности дозиметрических приборов | 2 |
| Тема 6.3.2. Ионизационный метод регистрации в дозиметрии. | Ионизационные камеры. Связь между током насыщения в камере и мощностью поглощённой дозы в воздухе. Газоразрядные счётчики. Типы счётчиков. Газовое наполнение счётчиков. Энергетическая зависимость чувствительности счётчика. | 2 |
| Тема 6.3.3. Сцинтилляционный метод дозиметрии | Физическая основа метода. Характеристики сцинтилляторов. Принцип работы фотоумножителя. Работа сцинтилляционного детектора в токовом и счётчиковом режимах. Сравнение сцинтилляционного детектора с газоразрядным счётчиком | 2 |
| Тема 6.3.4. Люминесцентные методы дозиметрии | Механизм радиотермолюминисценции. Процесс термолюминесценции. Кривая термовысвечивания. Материалы для термолюминесцентных детекторов. ТЛД – индивидуальный дозиметрический контроль | 2 |
| Тема 6.3.5. Фотографический метод дозиметрии | Сенситометрическая характеристика фотографической плёнки. Индивидуальный дозиметрический фотоконтроль (ИФК). Ядерные фотоэмульсии для регистрации быстрых нейтронов | 1 |
| Тема 6.3.6. Методы контроля нейтронного излучения. | Соотношение между нормируемыми и операционными величинами для нейтронного излучения. Методы регистрации нейтронов: ионизационный, термолюминесцентный, активационный, альбедный, метод использования детекторов тепловых нейтронов в замедлителях. Индивидуальные дозиметры нейтронов. Альбедные дозиметры с ТЛД | 1 |
| Раздел 6.4. Радиометрия в радиационной безопасности |  | 10 |
| Тема 6.4.1. Основные задачи радиометрии | Измерение активности твёрдых, газообразных, аэрозольных и жидких источников излучения | 2 |
| Тема 6.4.2. Контроль радиоактивных аэрозолей | Характеристики аэрозолей. Свойства аэрозолей. Особенности биологического действия радиоактивных аэрозолей. Методы регистрации аэрозолей: седиментационный, аспирационный. Метод электроосаждения аэрозолей. Эманации радона, торона – важнейшие составляющие природного фона, воздействующего на человека. Величины для нормирования радоновой опасности. Методы радиометрии радона | 2 |
| Тема 6.4.3. Методы определения радионуклидов в пробах. | Отбор и подготовка проб. Снимаемое и не снимаемое радиационное загрязнение поверхности. Метод мазков. Коэффициент снятия. Концентрирование активности мазков. Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей | 3 |
| Тема. 6.4.4. Радиометрия радиоактивных газов | Основные способы измерения | 3 |
|  | *Итоговая аттестация по модулю* | 2 |

1. **Оценка качества освоения дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки**

Программа переподготовки построена по модульному принципу.

Итоговый контроль по каждому модулю проводится преподавателем.

Цель контроля – оценка уровня компетенций слушателя по изучаемой теме.

Форма контроля – индивидуальные задания, собеседование, тестирование.

Материал модуля считается освоенным, если слушатель выполнил все задания и ответил на контрольные вопросы – не менее 70% правильных ответов.

Итоговой формой аттестации является выпускная квалификационная работа (ВКР). К защите ВКР допускаются лица, выполнившие требования, предусмотренные программой.

По итогам защиты слушателям выдаётся документ установленного образца о профессиональной переподготовке.

**Примерная тематика выпускных квалификационных работ:**

1. Исследования в области ядерной энергетики, проводимые в СССР, строительство атомной электростанции.
2. Типы ядерных реакторов и их устройство.
3. Использование ядерного топлива в ядерных реакторах.
4. Характеристики и устройство водоводяного энергетического реактора и реактора РБМК.
5. Виды экспериментальных реакторов на быстрых нейтронах.
6. Сущность, устройство, типы и принцип действия ядерных реакторов, факторы и причины их опасности.
7. Особенности самообеспечения ядерной энергетики топливом.
8. Технология производства реакторов с шаровой засыпкой.
9. Ядерные реакторы, используемые на атомных станциях России: РБМК, ВВЭР, БН. Принципы их работы.
10. История развития атомной энергетики.
11. Особенности ядерного реактора как источника теплоты, физическое обоснование происходящих при этом процессов.
12. Первые ядерные реакторы, их принцип работы как устройств, в которых осуществляется управляемая реакция деления ядер.
13. Использование в ядерных реакторах, работающих на естественном уране, замедлителей нейтронов для повышения коэффициентов их деления.
14. Саморегулирование и самоограничение ядерной реакции.
15. Особенности осуществления ядерных реакций, их сопровождение энергетическими превращениями.
16. Цепные ядерные реакции, схема их развития.
17. Главные особенности использования замедлителей нейтронов в ядерных реакторах.
18. Первая цепная ядерная реакция деления урана в США и России.
19. Схема работы атомной электростанции с двухконтурным водо-водяным энергетическим реактором.
20. Проект первой в мире плавучей атомной электростанции
21. **Кадровое обеспечение образовательного процесса по программе**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Фамилия, имя, отчество | Образование (вуз, год окончания, специальность) | Должность, учёная степень, звание. Стаж работы в данной или аналогичной должности, лет |
| Кириллов Владимир  Львович | Московский Ордена Трудового Красного Знамени инженерно-физический институт, 1970 год | Доцент кафедры ЭиА ОТИ НИЯУ МИФИ, канд. тех. наук. |

1. **Информационное обеспечение образовательного процесса**

Перечень рекомендуемых учебных изданий, нормативно-правовой и научно-технической литературы.

**Список использованных источников**

**Федеральные законы и постановления правительства**

1. Федеральный закон от 9 января 1996 №3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».
2. Федеральный закон от 21 ноября 1995 №170-ФЗ «Об использовании атомной энергии».
3. Федеральный закон от 11 июля 2011 №190-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 11 июля 2011 г. №190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. Постановление Правительства РФ от 29.06.2011 №523 (ред. от 04.06.2015) «О федеральной целевой программе «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года».

**Нормы. Правила. Методические указания. Рекомендации. Требования**

1. НРБ-99/2009 – Нормы радиационной безопасности.
2. ОСПОРБ-99/2010 – Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
3. СанПиН 2.6.1.1281-03 – Санитарные правила по радиационной безопасности персонала и населения при транспортировании радиоактивных материалов (веществ).
4. МУ 2.6.5.032-2017. Контроль радиоактивного загрязнения поверхностей.
5. МУ 2.6.5.026-2016. Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования.
6. МУ 2.6.5.028-2016. Определение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в условиях планируемого облучения.
7. МУ 2.6.5.037-2016. Контроль эквивалентной дозы фотонного и бета-излучения в коже и хрусталике глаза.
8. МУ 2.6.1.065-2014. Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования.
9. МУ 2.6.5.008-2016. «Контроль радиационной обстановки. Общие требования».
10. НП-030-19 «Основные правила учёта и контроля ядерных материалов».
11. ПБЯ-06-09-2016 «Правила ядерной безопасности при хранении и транспортировании ядерных делящихся материалов».
12. НП-053-16 «Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов».
13. НП-019-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности»
14. НП-055-14. Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности.
15. НП-020-15 «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твёрдых радиоактивных отходов. Требования безопасности».
16. НП-058-14 «Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения»
17. НП-021-15 «Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности»
18. НП-53-04. Правила безопасности при транспортировке радиоактивных отходов.
19. НП-58-04. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения.
20. РБ-003-98. Требования к программе обеспечения качества при обращении с радиоактивными отходами.
21. РБ-023-02. Рекомендации по установлению критериев приемлемости кондиционированных радиоактивных отходов для их хранения и захоронения.

**Научно-техническая и учебная литература**

1. Иванов В.И. Курс дозиметрии. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
2. Голубев Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Гусев Н.Г., Климанов В.А., Машкович В.П., Суворов. Физические основы защиты от излучений. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
4. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. И. В. Марков и А. И. Безсонный. «Оптимизация различных подходов МАГАТЭ к технологической и физической ядерной безопасности». ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», г. Снежинск Челябинской обл.
6. Д. А. Лисин, С. Ф. Долбищев и др. «Транспортные упаковочные комплекты для безопасного транспортирования и хранения отработавшего ядерного топлива атомных электростанций» ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.
7. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – М.: Энегоатомиздат, 1991.
8. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П. Радиационная защита персонала организаций атомной отрасли. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
9. Маргулис У.Я., Брегадзе Ю.И., Нурлыбаев К.Н. Радиационная безопасность. Принципы и средства её обеспечения. – М.: Издательство, 2010.
10. Сахаров В.К. Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений. – М.: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2013.
11. Солонин, В.И. Ядерные реакторные установки / В.И. Солонин ; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. - М. : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 88 с.
12. Ташлыков, О. Л. Ядерные технологии : учебное пособие для вузов / О. Л. Ташлыков ; под науч. ред. С. Е. Щеклеина. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 198 с.
13. Широков, С.В. Физика ядерных реакторов : учебное пособие / С.В. Широков. - Минск : Вышэйшая школа, 2011. - 351 с.