|  |
| --- |
| 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  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018 г. |

**УЧЕБНАЯ программа**

**по дополнительной профессиональной программе**

**профессиональной переподготовки**

|  |
| --- |
| *Дозиметрический контроль. Радиационная безопасность*  *(12.00.00 Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические*  *системы и технологии)* |

Озёрск

2018

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 «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2018 г. (протокол № 1).

Декан ФПКПК 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: «Дозиметрия и радиационная безопасность» (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 радиоактивными веществами, 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 источниками излучения 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 радиационной безопасности и радиационного контроля;

- ознакомление слушателей с основными современными методами и средствами радиационного и индивидуального дозиметрического контроля;

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

- обучение слушателей практическим навыкам работы на приборах радиационного контроля.

**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.
* Биологическое действие ионизирующего излучения.
* Принципы нормирование радиационного воздействия на персонал и население.
* Методы расчёта защиты от ионизирующего излучения.
* Методы контроля радиационной обстановки.
* Основные типы приборов, применяемых в радиационных практиках.
* Правила организации работ с источниками ионизирующих излучений.
* 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 в радиационных полях.
* 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.
* Разрабатывать локальные инструкции по радиационной безопасности.
* Проводить индивидуальный и групповой контроль облучения персонала.
* Проводить дозиметрический контроль рабочего места.
* Измерять массовую, поверхностную и объёмную активности радионуклидов.
* Проводить дезактивацию на рабочих местах, в зданиях и на территории.
* Разрабатывать программу производственного контроля.

Освоение программы переподготовки завершается защитой выпускной квалификационной работы (ВКР) по заданной теме.

**Профессиональные компетенции**

| Категория  работника | Вид профессиональной (трудовой) деятельности (ВПД) | Профессиональные компетенции (ПК) / готовность к выполнению трудовых действий  в разрезе видов профессиональной (трудовой) деятельности  (образовательный результат) | Профессиональный стандарт | Профессиональный модуль |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. Специалисты в области дозиметрии и радиационной безопасности | ВПД 1.1.  Оценка состояния радиационной безопасности в организации | ПК1.1.1. Знает и умеет пользоваться Нормами и Правилами по радиационной безопасности | Приказ Минтруда России от 12.03.2015 №159н, (**1**).  Приказ Минздрава и Соцразвития РФ от 10 декабря 2009 г. N 977, (**2**) | ПМ1,  ПМ4, ПМ5, ПМ6 |
| ПК1.1.2. Обладает компетенциями по осуществлению радиационного мониторинга в организации |
| ПК1.1.3. Обладает компетенциями для подготовки работников в области радиационной безопасности и дозиметрии |
| ПК1.1.4. Владеет компетенциями для анализа доз облучения, получаемых персоналом и отдельными группами населения |
| ВПД 1.2.  Организация работ с источниками излучения | ПК1.2.1. Знает порядок учёта, хранения и транспортирования источников излучения | ПМ1,  ПМ2,  ПМ6,  ПМ8 |
| ПК1.2.2. Владеет компетенциями по организации работ с закрытыми радионуклидными источниками и устройствами, генерирующими ионизирующее излучение |
| ПК1.2.3. Владеет компетенциями по работам с открытыми источниками излучения |
| ВПД 1.3. Порядок утилизации РАО в организации и их перевозка | ПК1.3.1. Знает порядок обращения с материалами и изделиями, загрязнёнными или содержащими техногенные радионуклиды | ПМ1, ПМ7, ПМ8 |
| ПК1.3.2. Знает порядок обращения с РАО и требованиями к их транспортировке. |
| 2. Руководитель службы охраны труда и радиационной безопасности | ВПД 2.1. Управление системой охраны труда и радиационной безопасности в организации | ПК2.1.1. Осуществление политики организации в деле управления охраной труда и радиационной безопасностью  ПК2.1.2. Разработка перспективных | Приказ Минтруда России от 12.03.2015 №159н, (**1**)  Приказ Минздрава и Соцразвития РФ от 10 декабря 2009 г. №977 (**2**) | ПМ1…8 |
| направлений в организации охраны труда и радиационной безопасности. Своевременная корректировка документации организации при появлении изменений в нормативно-правовой базе Регулятора. |

**(1)-** Профессиональный стандарт. Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики. Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «12» марта 2015 г. №159н.

(**2**)- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих. Раздел – «Квалификационные характеристики должностей работников организаций атомной энергетики». Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 10 декабря 2009 г. N 977. (Специальности по ЕКС: инженер по радиационной безопасности; инженер по работе с источниками излучения; инженер по радиационному контролю; инженер по дозиметрическому контролю; инженер по наладке и дозиметрии радиационной техники; инженер по ядерной безопасности; инженер-физик; инженер-радиохимик; инженер по ГО и ЧС; инженер-радиометрист; инженер по транспортированию спецгрузов).

Слушателям после успешного окончания обучения (выполнившим все требования учебного плана и сдавшим зачёт) выдаётся диплом о профессиональной переподготовке.

1. **Учебно-тематический план**

**учебный план**

**дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки**

*«Дозиметрия и радиационная безопасность»*

Форма обучения – очно-заочная

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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование  модулей программы | Всего  часов | В том числе: | | | |
| Аудиторная учебная нагрузка | | Формы контроля | Самостоятельная работа, час. |
| Теоретические занятия, час. | Практические  занятия, час. | Тестирование |
|  | **Модуль ПМ1**  Законодательная база обеспечения радиационной безопасности | 10 | 6 | 1 | 1 | 2 |
| 1. 1 | **Модуль ПМ2**  Источники ионизирующих излучений | 48 | 18 | 15 | 3 | 12 |
| 1. 2 | **Модуль ПМ3**  Взаимодействие излучения с веществом | 41 | 18 | 12 | 4 | 7 |
| 1. 3 | **Модуль ПМ4**  Биологическое действие излучения. Дозиметрия облучения человека | 41 | 18 | 12 | 4 | 7 |
| 1. 4 | **Модуль ПМ5**  Обеспечение радиационной безопасности профессиональных работников и населения | 62 | 22 | 20 | 6 | 14 |
| 1. 5 | **Модуль ПМ6**  Радиационно-дозиметрический контроль в организации | 44 | 18 | 17 | 4 | 5 |
|  | Итоговая аттестация | 10 |  |  | 10 |  |
|  | ИТОГО | **256** | **100** | **77** | **32** | **47** |

1. **Содержание программы профессиональной переподготовки**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Модуль 1. Законодательная база обеспечения радиационной безопасности персонала и населения в РФ** | | | | |
| Тема 1. Основные положения радиационной безопасности производств | | Законодательные и нормативные акты в регламентации облучения человека. Переход от концепции критического органа к концепции эффективной дозы. Основные положения и требования МКРЗ, НРБ-99/2009. Взаимосвязь НРБ-99 с санитарными правилами для АЭС, исследовательских реакторов, критических стендов, радиохимических производств и других радиационно-опасных объектов | | 10 |
|  | | *Итоговая аттестация по модулю* | | 3 |
| **Модуль 2. Источники ионизирующих излучений** | | | | |
| Тема 2.1. Виды ионизирующего излучения | | Непосредственно и косвенно ионизирующие излучения. Заряженные частицы: электроны, позитроны, протоны, альфа-, бета-частицы. Фотоны – кванты электромагнитного излучения. Гамма-излучение. Нейтроны. Классификация нейтронов по энергиям. Источники нейтронов | | 12 |
| Тема 2.2 Энергетические спектры излучений. Физические характеристики поля ионизирующего излучения | | Спектры бета-, альфа-излучений. Спектры нейтронов. Спектры фотонного излучения. Поток частиц, флюенс частиц, плотность потока частиц, флюенс энергии ионизирующих частиц. Активность радионуклидного источника. Постоянная распада. Период полураспада. Закон радиоактивного распада радионуклида в источнике | | 10 |
| Тема 2.3. 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 | | 12 |
| Тема 2.4. Характеристики источников нейтронов | | Радионуклидные источники нейтронов. Фотонейтронные источники. Источники нейтронов спонтанного деления. Ускорительные устройства | | 10 |
|  | | *Итоговая аттестация по модулю* | | 4 |
| **Модуль 3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом** | | | |  |
| Тема 3.1. Типы элементарных взаимодействий | | Поглощение и рассеяние частиц. Ядерные реакции. Рассеяние упругое и неупругое. Ионизация и возбуждение. Рекомбинация ионов | | 6 |
| Тема 3.2. Закон ослабления излучений в геометрии узкого пучка | | Микроскопическое и макроскопическое сечение взаимодействия излучения с веществом. Линейное и массовое сечение ослабления излучения веществом. Длина свободного пробега частицы. Функция ослабления нерассеянного излучения точечного изотропного источника | | 6 |
| Тема 3.3. Взаимодействие фотонов с веществом | | Фотоэлектрический эффект. Зависимость сечения фотоэффекта от энергии фотонов. Комптон-эффект. Когерентное, некогерентное рассеяние фотонов. Форма представления сечение Комптон-эффекта для практических задач радиационной безопасности. Эффект образования пар (электрон, позитрон). Сечение взаимодействия | | 6 |
| Тема 3.3. Взаимодействие заряженных частиц с веществом | | Упругое и неупругое взаимодействие частиц с веществом. Ионизационные потери на единицу длины пути для электронов, протонов и альфа-частиц. Пик Брэгга. Тормозное излучение. Суммарные ионизационные и радиационные потери. | | 7 |
| Тема 3.4. Взаимодействие нейтронов с веществом | | Упругое и неупругое рассеяние. Поглощение нейтронов. Резонансное поглощение нейтронов веществом | | 6 |
| Тема 3.5. Дозовые характеристики поля излучения | | Базовые дозиметрические величины: поглощённая доза, керма, экспозиционная доза. Энергия излучения, переданная мишени. Линейный коэффициент передачи энергии. Массовый коэффициент передачи энергии. Линейный и массовый коэффициенты поглощения энергии. Функция линейной передачи энергии. Мощность поглощённой дозы. Мощность кермы. Мощность экспозиционной дозы | | 6 |
|  | | *Итоговая аттестация по модулю* | | 4 |
|  | | **Модуль 4. Биологическое действие ионизирующего излучения** | |  |
| Тема 4.1. Биологические эффекты излучения | | Общая классификация биологических эффектов ионизирующего излучения. Детерминированные эффекты. Стохастические соматические эффекты. Генетические эффекты. Риск смерти человека как функция дозы облучения всего тела. Линейная беспороговая гипотеза развития радиогенных стохастических эффектов. Примерная классификация лучевых поражений человека. Концепция приемлемого риска. Фоновое облучение человека | | 6 |
| *Раздел 4.2.* Дозиметрия облучения человека | |  | | 35 |
| Тема 4.2.1. Концепция дозы облучения | | Эквидозиметрические величины. Поглощённая доза в органе или ткани. Относительный коэффициент биологической эффективности излучения. ОБЭ-взвешенная доза облучения органа 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 | | 13 |
| 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 | | 5 |
| 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 | | 17 |
|  | | *Итоговая аттестация по модулю* | | 4 |
| **Модуль 5. Обеспечение радиационной безопасности профессиональных работников и населения** | | | | |
| *Раздел 5.1*. Стратегия обеспечения радиационной безопасности | |  | | 10 |
| Тема 5.1.1. Принципы обеспечения радиационной безопасности | | Радиационная безопасность социума. 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 | |  | | 27 |
| Тема 5.3.1. Понятие «стандартные условия» | | Расчёт допустимой мощности дозы при равномерном внешнем облучении тела человека | | 4 |
| 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 | | 10 |
| 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 | | 6 |
| Тема 5.3.5. Комбинированное облучение человека | | Расчёт допустимого времени работы персонала при многофакторном радиационном воздействии | | 4 |
| 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 | | 2 |
| *Раздел 5.4*. Организация работ с источниками излучения | |  | | 15 |
| 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 | | 5 |
| 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 | | 2 |
| Тема 5.4.6. Средства защиты персонала | | Санитарно-техническое обеспечение работ с открытыми источниками излучения. Санпропускники, саншлюзы, средства индивидуальной защиты. Правила радиационной гигиены | | 2 |
|  | | *Итоговая аттестация по модулю* | | 4 |
| **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 | | 6 |
| 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 | | 6 |
| Раздел 6.3. Методы контроля радиационной обстановки | |  | | 30 |
| 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 | | 5 |
| 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 | | 5 |
| 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. | | 5 |
| Тема 6.3.4. Люминесцентные методы дозиметрии | | Механизм радиотермолюминисценции. Процесс термолюминесценции. Кривая термовысвечивания. Материалы для термолюминесцентных детекторов. ТЛД - индивидуальный дозиметрический контроль | | 5 |
| Тема 6.3.5. Фотографический метод дозиметрии | | Сенситометрическая характеристика фотографической плёнки. Индивидуальный дозиметрический фотоконтроль (ИФК). Ядерные фотоэмульсии для регистрации быстрых нейтронов | | 5 |
| 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 | | 5 |
| Раздел 6.4. Радиометрия в радиационной безопасности | |  | | 15 |
| Тема 6.4.1. Основные задачи радиометрии | | Измерение активности твёрдых, газообразных, аэрозольных и жидких источников излучения | | 4 |
| 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 | | 4 |
| Тема 6.4.3. Методы определения радионуклидов в пробах | | Отбор и подготовка проб. Снимаемое и неснимаемое 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 | | 2 |
|  | | *Итоговая аттестация по модулю* | | 4 |
| **Модуль 7. Отработанное ядерное топливо и радиоактивные отходы** | | | | |
| Тема 7.1. Отработанное ядерное топливо. | Изотопный состав ОЯТ. Остаточное энерговыделение в ОЯТ. Хранение ОЯТ в бассейнах на АЭС и радиохимическом заводе. Регенерация ОЯТ. Использование регенератов. Выделение радиоактивных отходов | | | 9 |
| Тема 7.2. Характеристика радиоактивных отходов | Классификация РАО. Система обращения с жидкими и твёрдыми РАО | | | 2 |
| Тема 7.3. Порядок обращение с РАО | Порядок сортировки и сбора РАО. Остекловывания высокоактивных отходов. Методы отверждения отходов средней активности. Обращение с отходами низкой активности | | | 5 |
| Тема 7.4. Перспективные подходы в обращении с РАО | Федеральная целевая программа обеспечения ядерной и радиационной безопасности на период до 2025 года (ФЦП ЯРБ-2) | | | 5 |
|  | *Итоговая аттестация по модулю* | | | 2 |
| **Модуль 8. Порядок транспортировки радиоактивных веществ** | | | | |
| Тема 8.1. Общие принципы безопасности при перевозке радиационных грузов | Характеристики радиационных грузов. Радиоактивное сырьё. Ядерное топливо. Опасность возникновения СЦР. Перевозка изотопной продукции. Разогрев радиоактивных веществ. Предельно допустимые дозы облучения и уровни поверхностного загрязнения радиоактивными веществами. Общие требования по обеспечению радиационной безопасности при перевозке радиоактивных грузов | | 9 | |
| Тема 8.2. Упаковочные комплекты для перевозки радиоактивных веществ | Классификация упаковочных комплектов. Грузы с низкой удельной активностью. Грузы со значительным тепловыделением. Грузы с малой активностью | | 9 | |
|  | *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 85% 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.

1. **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 N 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 N 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-055-14. Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности.
11. НП-019-2000. Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности.
12. НП-020-2000. Сбор, переработка, хранение и кондиционирование твёрдых радиоактивных отходов. Требования безопасности.
13. НП-021-2000. Обращение с газообразными радиоактивными отходами. Требования безопасности.
14. НП-53-04. Правила безопасности при транспортировке радиоактивных отходов.
15. НП-58-04. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения.
16. РБ-003-98. Требования к программе обеспечения качества при обращении с радиоактивными отходами.
17. 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. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П. Радиационная защита персонала организаций атомной отрасли. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
5. Сахаров В.К. Введение в теорию переноса и физику защиты от ионизирующих излучений. М.: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», 2013.
6. Маргулис У.Я., Брегадзе Ю.И., Нурлыбаев К.Н. Радиационная безопасность. Принципы и средства её обеспечения. М.: Издательство, 2010.
7. Кимель Л.Р., Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. М.: Атомиздат,1972.
8. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. М.: Энегоатомиздат, 1991.
9. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1986.
10. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. М.: Энергоатомиздат, 1990.
11. Копырин А.А., Карелин А.И., Карелин В.А. Технология производства и радиохимической переработки ядерного топлива. М.: ЗАО «Издательство Атомэнергоиздат», 2006.
12. Фрейман Э.С., Щупановский В.Д., Калошин В.М. Основы безопасности перевозки радиоактивных веществ. М.: Энергоатомиздат, 1986.
13. Милютин В.В., Рябченков Б.Е., Козлов П.В. Современные методы переработки жидких радиоактивных отходов. Учебное пособие по курсу «Переработка и захоронение РАО». Озёрский технологический институт – (филиал) ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Озёрск-2015.