



# IAEA

Международное агентство по атомной энергии

## Последипломные учебно-образовательные курсы по радиационной защите и безопасности источников излучения

*Типовой учебный план*

ПОСЛЕДИПЛОМНЫЕ  
УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ  
ПО РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ  
И БЕЗОПАСНОСТИ ИСТОЧНИКОВ  
ИЗЛУЧЕНИЯ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	ИСПАНИЯ	ПЕРУ
АВСТРИЯ	ИТАЛИЯ	ПОЛЬША
АЗЕРБАЙДЖАН	ЙЕМЕН	ПОРТУГАЛИЯ
АЛБАНИЯ	КАЗАХСТАН	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АЛЖИР	КАМБОДЖА	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АНГОЛА	КАМЕРУН	РУАНДА
АНТИГУА И БАРБУДА	КАНАДА	РУМЫНИЯ
АРГЕНТИНА	КАТАР	САЛЬВАДОР
АРМЕНИЯ	КЕНИЯ	САН-МАРИНО
АФГАНИСТАН	КИПР	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
БАГАМСКИЕ ОСТРОВА	КИТАЙ	СВЯТОЙ ПРЕСТОЛ
Бангладеш	КОЛУМБИЯ	СЕВЕРНАЯ МАКЕДОНИЯ
БАРБАДОС	КОМОРСКИЕ ОСТРОВА	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БАХРЕЙН	КОНГО	СЕНЕГАЛ
БЕЛАРУСЬ	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	СЕНТ-ВИНСЕНТ И ГРЕНАДИНЫ
БЕЛИЗ	КОСТА-РИКА	СЕНТ-ЛЮСИЯ
БЕЛЬГИЯ	КОТ-Д'ИВУАР	СЕРБИЯ
БЕНИН	КУБА	СИНГАПУР
БОЛГАРИЯ	КУВЕЙТ	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ
БОЛИВИЯ,	КЫРГЫЗСТАН	РЕСПУБЛИКА
МНОГОНАЦИОНАЛЬНОЕ	ЛАТВИЯ	СЛОВАКИЯ
ГОСУДАРСТВО	ЛАОССКАЯ НАРОДНО-	СЛОВЕНИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО
БОТСВАНА	РЕСПУБЛИКА	ВЕЛИКОБРИТАНИИ И
БРАЗИЛИЯ	ЛЕСОТО	СЕВЕРНОЙ ИРЛАНДИИ
БРУНЕЙ-ДАРУССАЛАМ	ЛИБЕРИЯ	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИВАН	АМЕРИКИ
БУРУНДИ	ЛИВИЯ	СУДАН
ВАНУАТУ	ЛИТВА	СЪЕРРА-ЛЕОНЕ
ВЕНГРИЯ	ЛИХТЕНШТЕЙН	ТАДЖИКИСТАН
ВЕНЕСУЭЛА,	ЛЮКСЕМБУРГ	ТАИЛАНД
БОЛИВАРИАНСКАЯ	МАВРИКИЙ	ТОГО
РЕСПУБЛИКА	МАВРИТАНИЯ	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ВЬЕТНАМ	МАДАГАСКАР	ТУНИС
ГАБОН	МАЛАВИ	ТУРКМЕНИСТАН
ГАИТИ	МАЛАЙЗИЯ	ТУРЦИЯ
ГАЙАНА	МАЛИ	УГАНДА
ГАНА	МАЛЬТА	УЗБЕКИСТАН
ГВАТЕМАЛА	МАРОККО	УКРАИНА
ГЕРМАНИЯ	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	УРУГВАЙ
ГОНДУРАС	МЕКСИКА	ФИДЖИ
ГРЕНАДА	МОЗАМБИК	ФИЛИППИНЫ
ГРЕЦИЯ	МОНАКО	ФИНЛЯНДИЯ
ГРУЗИЯ	МОНГОЛИЯ	ФРАНЦИЯ
ДАНИЯ	МЬЯНМА	ХОРВАТИЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	НАМИБИЯ	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ
РЕСПУБЛИКА КОНГО	НЕПАЛ	РЕСПУБЛИКА
ДЖИБУТИ	НИГЕР	ЧАД
ДОМИНИКА	НИГЕРИЯ	ЧЕРНОГОРИЯ
ДОМИНИКАНСКАЯ	НИДЕРЛАНДЫ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
РЕСПУБЛИКА	НИКАРАГУА	ЧИЛИ
ЕГИПЕТ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ШВЕЙЦАРИЯ
ЗАМБИЯ	НОРВЕГИЯ	ШВЕЦИЯ
ЗИМБАБВЕ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА	ШРИ-ЛАНКА
ИЗРАИЛЬ	ТАНЗАНИЯ	ЭКВАДОР
ИНДИЯ	ОБЪЕДИНЕННЫЕ	ЭРИТРЕЯ
ИНДОНЕЗИЯ	АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭСВАТИНИ
ИОРДАНИЯ	ОМАН	ЭСТОНИЯ
ИРАК	ПАКИСТАН	ЭФИОПИЯ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ	ПАЛАУ	ЮЖНАЯ АФРИКА
РЕСПУБЛИКА	ПАНАМА	ЯМАЙКА
ИРЛАНДИЯ	ПАРАГВАЙ	ЯПОНИЯ
ИСЛАНДИЯ	ПАПУА — НОВАЯ ГВИНЕЯ	

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение «более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире».

СЕРИЯ УЧЕБНЫХ КУРСОВ, № 18 (Rev. 1)

ПОСЛЕДИПЛОМНЫЕ  
УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ  
ПО РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ  
И БЕЗОПАСНОСТИ ИСТОЧНИКОВ  
ИЗЛУЧЕНИЯ

ТИПОВОЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ  
ВЕНА, 2019



## УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены положениями Всемирной конвенции об авторском праве, принятой в 1952 году (Берн) и пересмотренной в 1972 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно оформляется соглашениями типа роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом случае в отдельности. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

Издательская секция

Международное агентство по атомной энергии

Венский международный центр,

а/я 100,

A1400 Вена, Австрия

Факс: +43 1 26007 22529

Тел.: +43 1 2600 22417

Эл. почта: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org)

Веб-сайт: <https://www.iaea.org/publications>

Для получения дополнительной информации по данному документу  
обращайтесь по адресу:

Regulatory Infrastructure and Transport Safety Section

International Atomic Energy Agency

Vienna International Centre

PO Box 100 1400 Vienna, Austria

Эл. почта: [Official.Mail@iaea.org](mailto:Official.Mail@iaea.org)

ПОСЛЕДИПЛОМНЫЕ УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ ПО  
РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ И БЕЗОПАСНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ  
ТИПОВОЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

МАГАТЭ, ВЕНА, 2019

IAEA-TCS-18 (Rev. 1)

ISSN 2710-3323

© IAEA, 2019

Напечатано МАГАТЭ в Австрии

Март 2021 года

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии со своим мандатом МАГАТЭ должно обеспечивать, по требованию государств, применение норм безопасности, которые оно разрабатывает, с целью защиты от ионизирующих излучений, а также обеспечения безопасности источников излучения. Достижению этого может способствовать, в частности, поощрение обмена знаниями и подготовка научных работников и специалистов в области использования атомной энергии в мирных целях.

В связи с этим МАГАТЭ разработало типовой учебный план для последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите в 1993 году и впоследствии издало стратегический план обучения и подготовки кадров в области радиационной защиты и безопасности отходов на период 2001–2010 годов. В предложенной стратегии организация последипломных учебно-образовательных курсов в региональных учебных центрах была определена в качестве ключевого элемента устойчивой программы обучения и подготовки кадров в области радиационной безопасности для государств-членов.

В 2002 году типовой учебный план для последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите был пересмотрен и скорректирован с учетом изменений, внесенных в Нормы безопасности МАГАТЭ, а также выводов и рекомендаций соответствующих международных организаций и комитетов, занимающихся вопросами радиационной защиты и действия ионизирующего излучения. В 2010 году на основе успешного опыта реализации стратегии 2001–2010 годов МАГАТЭ разработало Стратегический подход к обучению и подготовке кадров в области радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов на 2011–2020 годы; этот подход вновь подчеркнул важность формирования долгосрочных компетенций в области радиационной защиты и безопасности в государствах-членах. В этом же году, отмечая, что после опубликования в 2002 году типового учебного плана был издан ряд новых и пересмотренных норм безопасности МАГАТЭ, Руководящий комитет по обучению и подготовке кадров в области радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов рекомендовал соответственно провести пересмотр и обновление типового учебного плана. В настоящей публикации представлен пересмотренный типовой учебный план для последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите и безопасности источников излучения, который был обновлен с учетом действующих норм безопасности МАГАТЭ.

МАГАТЭ выражает признательность экспертам государств-членов за участие в работе над типовым учебным планом для последипломных учебно-образовательных курсов по радиационной защите и безопасности источников излучения. МАГАТЭ с признательностью отмечает вклад г-на П. Димитру (Греция) в подготовку первоначального проекта учебного плана, а также г-на П. Пейнтера (Соединенное Королевство) в окончательную доработку материала по целям обучения. Сотрудником МАГАТЭ, ответственным за настоящую публикацию, является г-н А. Лучани из Отдела радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов.

## РЕДАКЦИОННОЕ ПРИМЕЧАНИЕ

*Настоящая публикация подготовлена на основе оригинального материала, представленного соавторами, и не редактировалась редакционным персоналом МАГАТЭ. Ответственность за выраженные в ней мнения несут соавторы, и эти мнения необязательно отражают точку зрения МАГАТЭ или правительств его государств-членов.*

*Ни МАГАТЭ, ни его государства-члены не несут ответственности за последствия, которые могут возникнуть в результате использования настоящей публикации. В настоящей публикации не затрагиваются вопросы ответственности — юридической или иного рода — за действия или бездействие со стороны какого-либо лица.*

*Использование тех или иных названий стран или территорий не означает выражение какого-либо суждения со стороны издателя — МАГАТЭ — относительно правового статуса таких стран или территорий, их органов и учреждений, либо относительно определения их границ.*

*Упоминание названий конкретных компаний или продуктов (независимо от того, указаны ли они как зарегистрированные) не означает выражение какого-либо намерения нарушить права собственности и не должно рассматриваться как одобрение или рекомендация со стороны МАГАТЭ.*

*Авторы несут ответственность за получение необходимого разрешения, с тем чтобы МАГАТЭ могло воспроизводить, переводить или использовать материал из источников, уже защищенных авторскими правами.*

*МАГАТЭ не несет ответственности за постоянство и точность приводимых в настоящей публикации адресов веб-сайтов внешних или третьих сторон и не гарантирует то, что информационное наполнение таких веб-сайтов является или останется точным и релевантным.*



## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ .....	1
1.1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	1
1.2.	ЦЕЛЬ .....	2
1.3.	СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ .....	2
1.4.	СТРУКТУРА .....	2
2.	РЕАЛИЗАЦИЯ ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА.....	3
2.1.	ОБЩИЕ ВОПРОСЫ.....	3
2.2.	УЧЕБНАЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА.....	4
2.3.	ОТБОР ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ/ИНСТРУКТОРОВ .....	6
2.4.	ОТБОР СЛУШАТЕЛЕЙ .....	6
3.	ОБЩИЙ ОБЗОР ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА.....	8
4.	ТИПОВОЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН .....	11
4.1.	ЧАСТЬ I: ОБЗОР ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ ПРИНЦИПОВ .....	11
4.1.1.	Содержание .....	11
4.1.2.	Задачи обучения.....	13
4.1.3.	Практические занятия .....	15
4.1.4.	Справочные материалы к части I .....	16
4.2.	ЧАСТЬ II: ВЕЛИЧИНЫ И ИЗМЕРЕНИЯ .....	17
4.2.1.	Содержание .....	17
4.2.2.	Задачи обучения.....	19
4.2.3.	Практические занятия .....	20
4.2.4.	Справочные материалы к части II.....	21
4.3.	ЧАСТЬ III: БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....	22
4.3.1.	Содержание .....	22
4.3.2.	Задачи обучения.....	24
4.3.3.	Практические занятия .....	27
4.3.4.	Справочные материалы к части III.....	27
4.4.	ЧАСТЬ IV: МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ И РЕГУЛИРУЮЩАЯ ОСНОВА.....	28
4.4.1.	Содержание .....	28
4.4.2.	Задачи обучения.....	33
4.4.3.	Практические занятия .....	35
4.4.4.	Справочные материалы к части IV .....	36
4.5.	ЧАСТЬ V: ОЦЕНКА ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ (КРОМЕ МЕДИЦИНСКОГО).....	38
4.5.1.	Содержание .....	38
4.5.2.	Задачи обучения.....	42
4.5.3.	Практические занятия .....	44
4.5.4.	Справочные материалы к части V.....	44
4.6.	ЧАСТЬ VI: СИТУАЦИИ ПЛАНИРУЕМОГО ОБЛУЧЕНИЯ — ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ .....	47
4.6.1.	Содержание .....	47

4.6.2.	Задачи обучения.....	53
4.6.3.	Практические занятия .....	58
4.6.4.	Справочные материалы к части VI .....	58
4.7.	ЧАСТЬ VII: СИТУАЦИИ ПЛАНИРУЕМОГО ОБЛУЧЕНИЯ В НЕМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЯХ.....	59
4.7.1.	Содержание .....	59
4.7.2.	Задачи обучения.....	63
4.7.3.	Практические занятия .....	66
4.7.4.	Справочные материалы к части VII.....	67
4.8.	ЧАСТЬ VIII: СИТУАЦИИ ПЛАНИРУЕМОГО ОБЛУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЯХ .....	69
4.8.1.	Содержание .....	69
4.8.2.	Задачи обучения.....	75
4.8.3.	Практические занятия .....	80
4.8.4.	Справочные материалы к части VIII.....	80
4.9.	ЧАСТЬ IX: СИТУАЦИИ АВАРИЙНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И АВАРИЙНАЯ ГОТОВНОСТЬ И РЕАГИРОВАНИЕ .....	83
4.9.1.	Содержание .....	83
4.9.2.	Задачи обучения.....	85
4.9.3.	Практические занятия .....	87
4.9.4.	Справочные материалы к части IX .....	88
4.10.	ЧАСТЬ X: СИТУАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ .....	90
4.10.1.	Содержание .....	90
4.10.2.	Задачи обучения.....	93
4.10.3.	Практические занятия .....	94
4.10.4.	Справочные материалы к части X.....	94
4.11.	ЧАСТЬ XI: ПОДГОТОВКА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ/ИНСТРУКТОРОВ .....	96
4.11.1.	Содержание .....	96
4.11.2.	Задачи обучения.....	98
4.11.3.	Практические занятия .....	99
4.11.4.	Справочные материалы к части XI .....	100
4.12.	ЧАСТЬ XII: ВЫПУСКНАЯ ПРОЕКТНАЯ РАБОТА .....	101
	СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	102
	СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ.....	103



# 1. ВВЕДЕНИЕ

## 1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Одна из уставных функций МАГАТЭ заключается в установлении норм безопасности для защиты здоровья и сведения к минимуму опасностей для жизни и имущества и в обеспечении применения этих норм посредством, в частности, обучения и подготовки кадров.

Деятельность МАГАТЭ по обучению и подготовке кадров осуществляется в соответствии с резолюциями Генеральной конференции и с учетом норм безопасности МАГАТЭ. МАГАТЭ разработало всеобъемлющий портфель учебных пакетов и материалов в области радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов. Основное внимание на краткосрочных курсах (продолжительностью от нескольких дней до двух недель) уделяется конкретным вопросам обеспечения радиационной безопасности (например, регулирующей основе, внешнему и внутреннему профессиональному облучению, защите пациентов, обращению с радиоактивными отходами, перевозке радиоактивных материалов, безопасности радиоактивных источников), и они предназначаются для конкретных категорий сотрудников, включая регулирующие органы, медицинских работников, лиц, ответственных за радиационную защиту, и операторов.

Последипломные учебно-образовательные курсы по радиационной защите и безопасности источников излучения (ПДОК) — это долгосрочные курсы, которые обеспечивают получение начальной базовой профессиональной подготовки молодых специалистов, которые, как ожидается, впоследствии станут сотрудниками регулирующих органов, лицами, ответственными за принятие решений, квалифицированными экспертами в области радиационной защиты или преподавателями (инструкторами) по вопросам радиационной защиты и безопасности источников излучения в своих странах. Впервые курсы были проведены под эгидой МАГАТЭ в Аргентине в 1981 году. С тех пор более 1700 слушателей (по состоянию на 2017 год) прошли подготовку на ПДОК, проведенных в региональных учебных центрах (РУЦ) МАГАТЭ в Африке (на английском и французском языках), Европе (на английском и русском языках), Латинской Америке и Карибском бассейне (на испанском и португальском языках) и Азии (на арабском и английском языках). В настоящее время используются современные технологии, позволяющие внедрять системы смешанного обучения при проведении ПДОК, в которых методы дистанционного обучения (как правило, электронного обучения) совмещаются с традиционным, очным обучением. Использование онлайн-платформ также позволяет контролировать прогресс в обучении слушателей на протяжении всего времени проведения курсов, а также обеспечивать последующее повышение их квалификации на долгосрочной основе.

Издание 2002 года типового учебного плана [1] для ПДОК было пересмотрено и исправлено в свете изменений, внесенных в Нормы безопасности МАГАТЭ, а также выводов и рекомендаций соответствующих международных организаций и комитетов, занимающихся вопросами радиационной защиты и действия ионизирующих излучений (т.е. Международной комиссии по радиологической защите и Комитета Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации). Были также учтены, в частности, предложения, внесенные Руководящим комитетом МАГАТЭ по обучению и подготовке кадров в области радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности

отходов, опыт, накопленный в РУЦ в организации и проведении курсов, а также рекомендации, содержащиеся в оценке ПДОК, проведенной Бюро внутреннего надзора МАГАТЭ.

## 1.2. ЦЕЛЬ

Цель ПДОК МАГАТЭ заключается в обеспечении базовой подготовки кадров по вопросам радиационной защиты и безопасности источников излучения. Курсы призваны обеспечить как теоретическую, так и практическую подготовку по многодисциплинарным научно-техническим базовым вопросам, которые являются предметом международных рекомендаций и норм по радиационной защите и связаны с их выполнением. Типовой учебный план обеспечивает согласованную основу для проведения ПДОК в том, что касается содержания теоретических лекций и практических занятий, включая задачи обучения; минимальных требований в отношении учебной базы и инфраструктуры (помещений, приборов и оборудования); надлежащего отбора преподавателей/инструкторов и слушателей.

## 1.3. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Основное внимание в типовом учебном плане сосредоточено на развитии системы обеспечения радиационной безопасности, необходимой для принятия регулирующих и эксплуатационных мер контроля в целях защиты от ионизирующих излучений и безопасного использования источников излучения во всех их применениях. Он представляет собой средство интеграции предметов по радиационной защите и безопасности источников излучения в учебные программы образовательных учреждений в государствах-членах.

## 1.4. СТРУКТУРА

Раздел 2 содержит краткий обзор базовых физических и людских ресурсов, необходимых для организации курсов на основе данного типового учебного плана, а также изложение соображений, касающихся оптимального проведения курсов, с учетом опыта, накопленного МАГАТЭ в организации и проведении курсов в сотрудничестве с региональными учебными центрами (РУЦ). В разделе 3 дано описание типового учебного плана и его структуры, задач обучения и указана предлагаемая продолжительность каждой части типового учебного плана. Раздел 4 представляет собой описание содержания каждой части типового учебного плана, в нем указаны конкретные задачи обучения для каждого модуля в рамках данной части и приведены перечни практических занятий и списки справочных материалов для дальнейшего самостоятельного изучения.

## 2. РЕАЛИЗАЦИЯ ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА

### 2.1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Рекомендации по организации и проведению обучения в области защиты и безопасности, изложенные в разделе 5.3 публикации № 20 в Серии докладов по безопасности "Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources" ("Подготовка кадров в области радиационной защиты и безопасного использования источников излучения") [2], в целом распространяются на применение типового учебного плана ПДОК. В данной главе приводятся конкретные соображения (разделы 2.1–2.3), учитывающие цели ПДОК (раздел 1.2), и отражены различные темы и дидактические мероприятия типового учебного плана, как описано ниже.

Структура типового учебного плана предусматривает проведение теоретических лекций и практических занятий.

Теоретические лекции охватывают:

- основные научные темы (части I–III типового учебного плана, включая ядерную физику и смежные дисциплины, величины и единицы, биологическое действие ионизирующих излучений);
- темы, конкретно связанные с радиационной защитой и безопасностью (части IV–X типового учебного плана, включая международную систему радиационной защиты, требования МАГАТЭ, действующие в отношении регулирующей основы, различные типы ситуаций облучения и категории облучения);
- специальные темы, предназначенные для развития дидактических навыков у слушателей (часть XI: "Подготовка преподавателей/инструкторов") и применение приобретенных знаний и навыков при решении конкретных вопросов обеспечения радиационной защиты (часть XII: "Выпускная проектная работа").

Практическая подготовка используется для подкрепления и/или развития более глубокого усвоения теоретических лекций и используемых понятий. Она может состоять из практических занятий, демонстраций или технических визитов, для которых указываются задачи обучения, количество слушателей, методики работы (самостоятельная работа или с помощью преподавателя), ожидаемые результаты и механизма оценки:

- практические занятия можно охарактеризовать как мероприятия, направленные на получение практического опыта слушателями, которые занимаются индивидуально или в небольших группах под руководством преподавателя, например, что позволяет использовать лабораторное и полевое оборудование, знакомиться с программным обеспечением, применяемым для целей радиационной защиты, осваивать лабораторные процедуры, изучать конкретные примеры или проводить "настольные" тренировки. По окончании каждого практического занятия, важно обеспечивать, чтобы слушатели представляли индивидуальные письменные отчеты (даже в случае групповых занятий) и чтобы проводилась оценка этих отчетов;

- в некоторых случаях более целесообразным может быть проведение преподавателем (или слушателем под руководством преподавателя) учебной демонстрации для всей группы, например, если учебный центр располагает ограниченным числом единиц оборудования определенного типа или если использование программного обеспечения обусловлено лицензионными ограничениями, или же если существуют опасения в отношении безопасности в связи с использованием радиоактивного материала и т.п. Для оценки достижения демонстрационных целей можно распространять среди слушателей опросные листы. Кроме того, слушателям может быть предложено подготовить и представить индивидуальные отчеты;
- проведение технических визитов на таких объекты, как лечебные учреждения и промышленные установки и площадки, на которых применяются излучения, а также на представляющие интерес с точки зрения радиационной защиты объекты (например, объекты с наличием радиоактивного материала природного происхождения – NORM или радона), может быть весьма эффективным способом иллюстрации практики организации радиационной защиты и обеспечения безопасности источников в реальных условиях. Обеспечение хорошей подготовки и предварительное предоставление информации до проведения технических визитов позволяют добиваться достижения максимальной пользы от осуществления этих мероприятий. Для оценки достижения целей технического визита среди слушателей могут распространяться опросные листы. Кроме того, слушателям может быть предложено подготовить и представить индивидуальные отчеты.

Выбранные темы теоретических занятий и разнообразные методики практического обучения диктуют необходимость обеспечения того, чтобы преподаватели/инструкторы, слушатели и учебная материально-техническая база соответствовали определенным базовым требованиям, изложенным в нижеследующих разделах.

## 2.2. УЧЕБНАЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для теоретических лекций не требуются материально-технические средства и инфраструктура, отличные от тех, которые необходимы для проведения любых других обычных лекционных занятий, однако при организации практического обучения следует тщательным образом рассмотреть вопрос об обеспеченности приборами, оборудованием и о наличии доступа к помещениям и установкам, которые необходимы для осуществления учебной подготовки. Помимо минимального набора оборудования ([2], раздел 5.3.3) для реализации данного типового учебного плана требуется наличие разнообразных приборов и оборудования, а также доступ к целому ряду объектов и установок, необходимых для проведения практических занятий, демонстраций и технических визитов применительно к контролю профессионального облучения и облучения населения в ситуациях облучения всех типов (планируемого, существующего и аварийного облучения), а также к контролю медицинского облучения в ситуации планируемого облучения. В принципе сюда можно отнести наличие, в частности:

- физических лабораторий с оборудованием и методиками для проведения базовых опытов по ядерной физике, радиоактивности и взаимодействию излучения с веществом;

- лабораторий, проводящих биологические тесты (например, подсчет облученных клеток крови) или осуществляющих эпидемиологические исследования и исследования по оценке рисков, связанных с дозами;
- регулирующей деятельности, которая может быть использована в учебных целях (например, в виде участия в инспекционных визитах, разработки регулирующих документов, использования программного обеспечения для ведения реестров и записей данных регулирующего характера, а также для управления информацией регулирующего характера и регулирующей деятельностью);
- организаций технической и научной поддержки с оборудованием, материально-техническими средствами и процедурами для оказания соответствующих услуг, включая: радиологический мониторинг работников и населения (например дозиметрических услуг для индивидуального контроля внешнего и внутреннего облучения); экологический мониторинг и анализ; калибровку (например, дозиметрическая лаборатория вторичных эталонов); оценку доз (например, программное обеспечение и процедуры расчета доз); аварийная готовность и реагирование (например, инструменты моделирования для оценки дисперсии и загрязнения);
- промышленных объектов, осуществляющих практическую деятельность, включая использование или применение промышленной радиографии, ядерных контрольно-измерительных приборов и каротажных источников, радиоактивных индикаторов, производство радиоизотопов; ядерные установки (например, завод по изготовлению ядерного топлива, ядерный реактор, включая критические и подкритические сборки, исследовательский реактор, атомная электростанция); добычу и обработку сырья, перевозку радиоактивных материалов; обращение с радиоактивными отходами;
- медицинские учреждения для проведения процедур диагностической радиологии и интервенционных процедур с визуальным контролем, процедур ядерной медицины (диагностики и терапии), лучевой терапии.

Не все объекты и установки, указанные выше, могут требоваться для проведения курсов на базе данного типового учебного плана с учетом потребностей слушателей в конкретной подготовке и фактических задач в области обеспечения радиационной безопасности, которые им необходимо будет решать в профессиональной деятельности: например, курсы могут предназначаться для слушателей из государств-членов, не имеющих ядерных установок, и наличие доступа к таким установкам для проведения практических занятий на этих курсах не будет требоваться.

Во многих учебных центрах может отсутствовать доступ ко всем видам оборудования, экспертным знаниям или опыту, требующимся для проведения ПДОК, и в этом случае необходимо заключать официальные соглашения о сотрудничестве с другими соответствующими учреждениями/организациями в целях обеспечения выполнения всех задач обучения. Примерами сторон, сотрудничающими в организации и проведении ПДОК, могут быть университеты, национальный регулирующий орган, организации технической и научной поддержки, учреждения и компании с промышленным применением ионизирующих излучений и источников излучения; лечебные учреждения.



### 2.3. ОТБОР ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ/ИНСТРУКТОРОВ

Помимо наличия у преподавателей требующейся технической квалификации (технической компетенции в данной области или по данному учебному предмету, включая опыт работы по специальности), навыков преподавания (хороших дидактических и коммуникативных навыков), а также языковых навыков ([2], раздел 5.3.5) для реализации типового учебного плана с предлагаемым широким спектром тем теоретических и практических занятий необходимо, чтобы для преподавательской работы на курсах привлекались преподаватели с различной специализацией и разным уровнем образования и профессионального опыта.

Как правило, желательно наличие высшего образования (степень магистра или доктора — MSc или PhD), (например, для проведения теоретических лекционных занятий по базовым научным темам в рамках частей I, II и III), при этом важным дополнительным преимуществом является наличие профессионального опыта в конкретных областях (например, в случае проведения теоретических лекционных и практических занятий по темам регулирующего контроля в рамках части IV; ситуаций планируемого, существующего и аварийного облучения в рамках частей VII–X). Наличие навыков преподавания необходимо у всех преподавателей/инструкторов, и оно будет главным требованием для преподавателей, занимающихся подготовкой преподавателей/инструкторов (часть XI). Помимо времени, предусматриваемого в расписании для теоретических лекций и/или практических занятий, всем преподавателям должно быть обеспечено время для оценки результатов обучения (например, проведения тестов в конце каждой части), а в случае выполнения ими функций руководителей — для проведения консультаций и руководства выполнением слушателями проектных работ (часть XII).

В преподавательский состав могут также входить работники регулирующих органов, квалифицированные эксперты в области радиационной защиты, медицинские физики и сотрудники организаций технической и научной поддержки. Сотрудничество с соответствующими заинтересованными сторонами (например, университетами, регулирующим органом, организациями технической и научной поддержки, лечебными учреждениями) облегчает отбор соответствующих преподавателей.

### 2.4. ОТБОР СЛУШАТЕЛЕЙ

Слушатели должны иметь официально подтвержденное образование на уровне, эквивалентном университетской степени, предпочтительно в области физики. Слушатели, имеющие образование в области химии, наук о жизни или инженерного дела, также могут быть приняты в индивидуальном порядке при наличии соответствующего опыта работы. Помимо академического образования отобранные слушатели должны иметь опыт работы в области радиационной защиты и безопасного использования источников излучения в своей стране. Предпочтительно слушатели должны уже или в ближайшем будущем будут работать, занимаясь: разработкой регулирующих положений и процедур для установок или деятельности; предоставлением консультаций по вопросам контроля профессионального облучения, облучения населения и медицинского облучения; разработкой и применением программ радиационной защиты. Курсы могут быть также полезными для слушателей, желающих стать преподавателями/инструкторами по вопросам радиационной защиты и безопасности. Оценка эффекта от проведения ПДОК на протяжении последних 36 лет (находится в процессе подготовки) уже показывает, что сотрудники регулирующих

органов, лица, ответственные за принятие решений, квалифицированные эксперты в области радиационной защиты и преподаватели/инструкторы по вопросам радиационной защиты и безопасности источников получают большую пользу от приобретения знаний и навыков в результате обучения на ПДОК.

### 3. ОБЩИЙ ОБЗОР ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА

Типовой учебный состоит из двенадцати частей, и каждая часть разделена на модули. Для каждой части указывается общая цель обучения. Каждый модуль снабжен описанием содержания и ссылками на конкретные задачи обучения в рамках данного модуля. К каждой части прилагается перечень предлагаемых практических учебных мероприятий. Эти мероприятия могут представлять собой практические занятия (например, лабораторные занятия, изучение конкретных примеров), демонстрации и технические визиты. Название частей, предусматриваемые в них общие задачи обучения и предлагаемая продолжительность каждой части (включая теоретические лекции и практические занятия) указаны в таблице I.

ТАБЛИЦА I. ОБЩИЙ ОБЗОР ТИПОВОГО УЧЕБНОГО ПЛАНА

Часть №	Название части	Задача	Предлагаемая продолжительность (часы)
I	Обзор основополагающих принципов	Обеспечить понимание слушателями основополагающих принципов физики и математики, используемых в радиационной защите, включая радиоактивные процессы, ядерные реакции и статистические методы. Слушатели получают информацию об источниках излучения и знания о взаимодействии излучения с веществом.	70
II	Величины и измерения	Обеспечить формирование у слушателей знаний радиометрических, дозиметрических и операционных величин, применяемых для целей радиационной защиты, и их единиц измерения, что позволит им выполнять связанные с ними расчеты. Обеспечить наличие у слушателей практического опыта в создании и эксплуатации различных типов детекторов излучения, знание их принципов действия, характеристик и ограничений, а также наличие навыков анализа и интерпретации результатов измерений.	60
III	Биологическое действие ионизирующего излучения	Обеспечить понимание слушателями действия излучения на молекулярном и клеточном уровнях, а также понимание реакций тканей, которые могут привести к стохастическим и детерминированным эффектам для здоровья. Они будут ознакомлены с моделями, используемыми	30

		для получения коэффициентов риска с целью оценки стохастических эффектов.	
<b>IV</b>	Международная система радиационной защиты и регулирующая основа	Обеспечить понимание слушателями роли международных организаций в области обеспечения радиационной защиты, включая рекомендации МКРЗ по международной системе радиологической защиты. Ознакомить с соответствующими нормами безопасности МАГАТЭ, включая основные компоненты правовой и регулирующей основы обеспечения безопасности, соответствующие меры регулирующего контроля, а также основные принципы культуры безопасности и формирование компетентности в области радиационной безопасности.	40
<b>V</b>	Оценка внешнего и внутреннего облучения (кроме медицинского)	Научить слушателей измерять, контролировать, рассчитывать и интерпретировать дозы, получаемые отдельными лицами от внешнего облучения, включая разработку программы мониторинга для оценки индивидуальных доз и доз на рабочем месте. Научить слушателей использовать соответствующие методы оценки доз, получаемых отдельными лицами в результате поступления радионуклидов в организм в простых случаях внутреннего загрязнения.	60
<b>VI</b>	Ситуации планируемого облучения — общие требования	Обеспечить понимание слушателями общих требований, действующих в отношении радиационной защиты, применительно к ситуациям планируемого облучения в случае всех категорий облучения (профессионального облучения, облучения населения и медицинского облучения).	15
<b>VII</b>	Ситуации планируемого облучения — немедицинские применения	Обеспечить хорошее понимание слушателями практического применения принципов и концепций радиационной защиты в широком диапазоне ситуаций планируемого облучения (кроме медицинского). Слушатели также научатся разрабатывать соответствующие программы радиационной защиты для широкого спектра применений.	100

<b>VIII</b>	Ситуации планируемого облучения — медицинские применения	Обеспечить общее понимание слушателями применения принципов радиационной защиты в медицинских учреждениях.	60
<b>IX</b>	Ситуации аварийного облучения и аварийная готовность и реагирование	Обеспечить понимание слушателями основных требований, действующих в отношении защиты в случае ситуаций аварийного облучения. Обеспечить понимание слушателями системы аварийной готовности и реагирования, включая базовые требования, принципы, цели, базис планирования, защитные меры и другие меры реагирования и коммуникацию с населением. Слушатели также получают знания о мероприятиях, которые должны выполняться для обеспечения эффективного и действенного реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации.	40
<b>X</b>	Ситуации существующего облучения	Обеспечить понимание слушателями основных требований, действующих в отношении защиты в случае ситуаций существующего облучения. Слушатели также получают информацию о причинах, обуславливающих возникновение ситуаций существующего облучения, о подходах к смягчению их последствий, а также об обстоятельствах, при которых должны применяться требования, действующие в отношении профессионального облучения.	15
<b>XI</b>	Подготовка преподавателей/инструкторов	Научиться организовывать и проводить учебные курсы. Развить дидактические навыки. Использовать дидактические навыки при проведении устной презентации, указанной в части XII.	30
<b>XII</b>	Выпускная проектная работа	Применить знания и навыки, полученные в результате обучения на курсах, для решения конкретной задачи обеспечения радиационной защиты и безопасности, а также представить результаты и выводы.	80

## 4. ТИПОВОЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН

### 4.1. ЧАСТЬ I: ОБЗОР ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ ПРИНЦИПОВ

**Цель:** обеспечить понимание слушателями основополагающих принципов физики и математики, используемых в радиационной защите, включая радиоактивные процессы, ядерные реакции и статистические методы. Слушатели получают информацию об источниках излучения и знания о взаимодействии излучения с веществом.

#### 4.1.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
I.1. Введение	<p><b>Введение</b></p> <p>Общий обзор учебных курсов: цель, задачи обучения, содержание и план. Введение в предмет: радиационная защита и безопасность источников излучения</p>	-
I.2. Основы физики и математики, используемые в радиационной защите	<p><b>Основы атомной и ядерной физики</b></p> <p>Атом, ядро, протоны, нейтроны, электроны; атомная единица массы; элементы, периодическая таблица элементов; изотопы элемента; стабильные и нестабильные нуклиды; электронные оболочки; энергия связи электрона; возбуждение; ионизация; ускоренные частицы; тормозное излучение; энергетический спектр: характеристическое рентгеновское излучение и тормозное излучение; внутренняя конверсия; электроны Оже</p>	30.I.2.01
		30.I.2.02
		30.I.2.03
		30.I.2.04
		30.I.2.05
		30.I.2.06
		30.I.2.07
		30.I.2.08
	<p><b>Радиоактивность</b></p> <p>Ядерная стабильность; линия стабильности; нестабильные ядра; радионуклиды; виды радиоактивного распада и типы спектров: альфа-, бета-, гамма-; захват позитронов, орбитальных электронов, внутренняя конверсия; активность; единицы; постоянная распада; период полураспада; закон радиоактивного распада; среднее время жизни; цепочки распадов и равновесие</p>	30.I.2.09
		30.I.2.10
		30.I.2.11
		30.I.2.12
<p><b>Ядерные реакции</b></p> <p>Типы реакций; наведенная радиоактивность; ядерное деление и термоядерный синтез (вопросы, касающиеся энергии); сечение; энергетика реакций</p>		
<p><b>Базовая математика</b></p> <p>Дифференцирование/интегрирование; уравнения распада (экспоненциальные функции); обыкновенные линейные дифференциальные уравнения первого порядка с постоянными коэффициентами</p>		

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p><b>Статистика</b></p> <p>Точность; надежность; среднее (ожидаемое) значение, мода, медиана; стандартное отклонение; доверительные уровни; теория вероятности; случайные переменные; различные типы распределения (биномиальное, пуассоновское, гауссово, логарифмически нормальное); диаграмма разброса; проверка по критерию Стьюдента; критерий хи-квадрат</p> <p>Критерии Шовенэ, регрессия; корреляция; практическое применение к статистике отсчетов; аппроксимация кривой методами наименьших квадратов</p>	
<p>I.3. Взаимодействие излучения с веществом</p>	<p><b>Излучение заряженных частиц</b></p> <p>Тяжелые частицы (альфа-, протонные ядра)</p> <p>Механизмы передачи энергии, ионизация и возбуждение, ядерное взаимодействие с рассеянием; соотношение пробег-энергия; брэгговская кривая; тормозная способность; защитное экранирование</p> <p>Бета-частицы</p> <p>Механизмы передачи энергии; тормозное излучение; эмпирические зависимости; брэгговская кривая; тормозная способность; защитное экранирование; черенковское излучение</p> <p><b>Излучение незаряженных частиц</b></p> <p>Рентгеновское и гамма-излучение</p> <p>Фотоэлектрический эффект; комптоновское рассеяние; рождение пар; вторичная генерация фотонов; линейный и массовый коэффициент ослабления; экспоненциальное ослабление; влияние <math>Z</math> на поглощающую среду; поправка на накопление; защитное экранирование</p> <p>Нейтроны</p> <p>Механизм взаимодействия: рассеяние; поглощение; радиоактивный захват (<math>n, p</math>), (<math>n, \gamma</math>) и др. Энергетическая зависимость; защитное экранирование</p>	<p>30.I.3.01</p> <p>30.I.3.02</p> <p>30.I.3.03</p> <p>30.I.3.04</p> <p>30.I.3.05</p> <p>30.I.3.06</p>
<p>I.4. Источники излучения</p>	<p><b>Естественное излучение</b></p> <p>Земные радионуклиды: уран (<math>^{235}\text{U}</math> и <math>^{238}\text{U}</math>), <math>^{232}\text{Th}</math>, <math>^{40}\text{K}</math>; важные радионуклиды в цепочках распада <math>^{238}\text{U}</math> и <math>^{232}\text{Th}</math> (Ra, эманация Rn); радиоактивные материалы природного происхождения (NORM)</p> <p>Космическое излучение: типы космического излучения; изменение с широтой и высотой</p>	<p>30.I.4.01</p> <p>30.I.4.02</p> <p>30.I.4.03</p> <p>30.I.4.04</p> <p>30.I.4.05</p>

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
--------	------------	------------------------

### Техногенные радиоактивные источники

Радиоактивные источники: бета-, альфа-, гамма- и рентгеновские источники; изотопные нейтронные источники; закрытые источники; открытые источники и генераторы изотопов; корпуса источников; производство радиоизотопов; выпадение радиоактивных осадков

Ядерные реакторы: обзор реакций ядерного деления и синтеза; замедление нейтронов; коэффициент размножения, критичность. Типы реакторов; основные элементы ядерного реактора; исследовательские реакторы; установки ядерного топливного цикла

### Генераторы излучений

Генерация заряженных частиц: линейные ускорители; циклотроны; бетатроны

Генерация рентгеновского излучения: низкоэнергетические рентгеновские установки; линейные ускорители; другие установки; принципы и спектры; фильтрация и качество пучка

Генерация нейтронов: деление; синтез; скалывание; (p, n)-, (d, n)-, ( $\alpha$ , n)- и ( $\gamma$ , n)-реакции; генерация нейтронов для нейтронной терапии

Применения ионизирующего излучения в медицине, пищевой промышленности и сельском хозяйстве; потребительские товары

#### 4.1.2. Задачи обучения

Задачи обучения		
Модуль	№	Описание По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
I.1. Введение	–	–
I.2. Основы физики и математики, используемые в радиационной защите	ЗО.I.2.01	знать и уметь описать структуру атома и определять основные составляющие ядра.
	ЗО.I.2.02	знать и уметь описать, как атомы группируются в элементах в соответствии с их атомным номером и как эти элементы располагаются в периодической таблице.
	ЗО.I.2.03	знать и уметь объяснить понятие изотопов на примере конкретных элементов.



<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.I.2.04	знать и уметь описать процесс ионизации и механизмы, посредством которых ионизируется атом.
	30.I.2.05	знать и уметь объяснить механизмы генерации тормозного излучения и характеристического рентгеновского излучения.
	30.I.2.06	знать и уметь описать виды распада и типы излучений (альфа-, бета-, позитронное, гамма-).
	30.I.2.07	знать и уметь объяснить отличия гамма-излучением от рентгеновского излучения.
	30.I.2.08	знать и уметь определить единицу измерения радиоактивности, иметь представление о понятии периода полураспада и законе радиоактивного распада.
	30.I.2.09	знать и уметь объяснить понятия векового равновесия и подвижного равновесия.
	30.I.2.10	знать свойства нейтронов.
	30.I.2.11	знать и уметь объяснить понятие ядерного деления.
	30.I.2.12	знать и уметь выбирать надлежащие статистические методы и тесты для соответствующих ситуаций обеспечения радиационной защиты.
I.3. Взаимодействие излучения с веществом	30.I.3.01	знать и уметь объяснить различные типы взаимодействий тяжелых частиц (альфа, протоны, ядра) с веществом и связанные с ними понятия тормозной способности и защитного экранирования.
	30.I.3.02	знать и уметь описать различные типы взаимодействия бета-частиц с веществом и связанные с ними процессы тормозного излучения и черенковского излучения
	30.I.3.03	знать и уметь описать взаимодействия фотонов с веществом, в том числе фотоэлектрический эффект, комптоновское рассеяние и рождение пар.
	30.I.3.04	знать и уметь описать процесс ослабления излучения в материале защиты и концепцию толщины слоя половинного ослабления, а также применение линейных и массовых коэффициентов ослабления.
	30.I.3.05	знать и уметь объяснить механизмы взаимодействия нейтронов, энергетическую зависимость нейтронов и типы защитного экранирования от нейтронов.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
I.4. Источники излучения	30.I.3.06	знать и уметь описать процесс нейтронной активации.
	30.I.4.01	знать и уметь перечислить природные источники излучения (радионуклиды природного происхождения в земной среде, космическое излучение), три естественных ряда распада, указать природные радионуклиды, содержащиеся в строительных материалах, и описать механизмы облучения от $^{222}\text{Rn}$ .
	30.I.4.02	знать и уметь описать широкий спектр применения радиоактивных источников в промышленности, медицине и научных исследованиях.
	30.I.4.03	знать и уметь описать виды использования открытых радиоактивных веществ в медицине и способ их производства.
	30.I.4.04	знать и уметь объяснить основные критерии, используемые при создании источников альфа-, бета- и гамма-излучения.
	30.I.4.05	знать и уметь описать различные типы ядерных реакторов.

#### 4.1.3. Практические занятия

<b>№</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Тип</b>
I-1	Ознакомление с различными типами источников излучения и объяснение их применения; природные и антропогенные радионуклиды; потребительские товары; радоновые источники	Демонстрация
I-2	Демонстрация радиоактивного распада: таблицы нуклидов, использование печатных материалов и программного обеспечения в качестве источников ядерных данных	Демонстрация
I-3	Применение уравнения радиоактивного распада; использование некоторых простых математических кодов	Практические занятия
I-4	Измерение периода полураспада	Лабораторные занятия

№	Практические занятия	Тип
I-5	Счет статистики с использованием счетчика Гейгера-Мюллера или аналогичного счетчика и радиоактивного источника и проверка статистических распределений	Лабораторные занятия
I-6	Получение тормозного излучения и его ослабление	Демонстрация
I-7	Диапазоны альфа- и бета-частиц	Демонстрация
I-8	Замедление и поглощение нейтронов	Демонстрация
I-9	Измерение толщины слоя половинного ослабления (HVT) у различных поглощающих материалов	Лабораторные занятия
I-10	Демонстрация обратного рассеяния бета-излучения	Демонстрация
I-11	Демонстрация поглощения бета- или гамма-излучения в источниках различной толщины ("самопоглощение")	Демонстрация
I-12	Определение максимальных энергетических уровней бета-излучения методом поглощения	Лабораторные занятия

#### 4.1.4. Справочные материалы к части I

ATTIX, F. H., Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, Wiley and Sons, Chichester (2008).

CEMBER, H., JOHNSON, T. E., Introduction to Health Physics, 4th Edition, McGraw-Hill, New York (2008).

HATANO, Y., KATSUMURA, Y., MOZUMDER A., Charged Particle and Photon Interactions with Matter: Recent Advances, Applications, and Interfaces, Boca Raton, CRC Press (2010).

KNOLL, G.T., Radiation Detection and Measurement, 4th Edition, Wiley, New York (2010).

MARTIN J. E., Physics for Radiation Protection, 3rd Edition, Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim (2013).

MARTIN, A., HARBISON, S. A., BEACH, K., COLE, P., An Introduction to Radiation Protection, 6th Edition, Hodder Arnold, London (2012).

TURNER, J. E, Atoms, Radiation and Radiation Protection, 3rd Edition, Wiley VCH Verlag, Chichester (2007).

## 4.2. ЧАСТЬ II: ВЕЛИЧИНЫ И ИЗМЕРЕНИЯ

**Цель:** обеспечить формирование у слушателей знаний радиометрических, дозиметрических и операционных величин, применяемых для целей радиационной защиты, и их единицы измерения, что позволит им выполнять соответствующие расчеты. Обеспечить наличие у слушателей практического опыта в создании и эксплуатации различных типов детекторов излучения, знание их принципов действия, характеристик и ограничений и навыков анализа и интерпретации результатов измерений.

### 4.2.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
II.1. Величины и единицы	<b>Радиометрические величины и коэффициенты взаимодействия</b>  Радиационное поле; флюенс (мощность); флюенс энергии (мощность); сечение; массовый коэффициент ослабления; массовая тормозная способность  <b>Дозиметрические величины</b>  Экспозиционная доза (мощность); керма (мощность); дозиметрические концепции; переданная энергия; поглощенная доза (мощность); линейная передача энергии (ЛПЭ); доза на орган  <b>Величины радиационной защиты и операционные величины</b>  Взвешивающий коэффициент для излучения (весовой множитель излучения) $w_R$ ; эквивалентная доза; взвешивающий коэффициент для ткани (тканевый весовой множитель) $w_T$ ; эффективная доза; спрямленное и расширенное поле; эквивалент индивидуальной дозы $H_p(0,07)$ и $H_p(10)$ ; эквивалент амбиентной дозы $H^*(d)$ и эквивалент направленной дозы ( $H'(d)$ ). Поступление и ожидаемые дозы	ЗО.П.1.01
		ЗО.П.1.02
		ЗО.П.1.03
		ЗО.П.1.04
II.2. Радиометрические и дозиметрические расчеты и измерения	<b>Радиометрические и дозиметрические расчеты</b>  Связь между флюенсом, кермой и поглощенной дозой; электронное равновесие; постоянная мощности кермы в воздухе; расчет кермы и поглощенной дозы  Принцип полости Брэгга-Грея; измерение поглощенной дозы с ионизацией в газонаполненной полости; электронное равновесие; состав гомогенной полости; большая	ЗО.П.2.01
		ЗО.П.2.02
		ЗО.П.2.03
		ЗО.П.2.04
		ЗО.П.2.05

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>полость; малая полость; рекомбинационные эффекты; поправочные коэффициенты для определения поглощенной дозы в воде для фотонных и электронных пучков</p> <p>Точечные источники, плоские источники и объемные источники; поглощение и рассеяние в воздухе и в теле человека; ослабление первичного излучения и наращивание вторичного излучения; влияние геометрии</p> <p>Расчет дозы от нейтронных источников</p>	
<p>II.3. Принципы обнаружения и измерения излучения</p>	<p><b>Детекторы</b></p> <p>Общие характеристики детекторов излучения; упрощенная модель детектора, режимы работы; калибровка по энергии и эффективности (геометрической и собственной), фон, геометрия, статистика; счетчики импульсов и измерители мощности; дискриминаторы; разрешение; амплитудный анализ импульсов — совпадение и антисовпадение; анализ формы импульсов; компьютерный анализ спектров</p> <p>Детекторы, используемые для целей радиационной защиты: принцип действия, свойства, эксплуатационные характеристики, основные связанные с ними электронные компоненты, измерительные применения</p> <p>Газонаполненные детекторы Ионизационные камеры с измерением тока; ионизационная камера высокого давления; экстраполяционные камеры; пропорциональные камеры; счетчики Гейгера-Мюллера</p> <p>Сцинтилляционные детекторы (твердые и жидкие сцинтилляторы), полупроводниковые детекторы, фотографические эмульсии, термолюминесцентные детекторы, трековые детекторы, нейтронные детекторы, детекторы, использующие (n, <math>\gamma</math>)- или (n,p)-реакции, детекторы для получения изображений</p> <p><b>Сравнение различных типов детекторов, предназначенных для соответствующих измерительных целей</b></p>	<p>ЗО.П.3.01</p> <p>ЗО.П.3.02</p> <p>ЗО.П.3.03</p> <p>ЗО.П.3.04</p>

#### 4.2.2. Задачи обучения

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
II.1. Величины и единицы	30.II.1.01	знать и уметь объяснить понятия поля излучения и флюенса.
	30.II.1.02	знать и уметь объяснить дозиметрические величины экспозиции, керму и поглощенную дозу и связанные с ними единицы.
	30.II.1.03	знать и уметь объяснить величины эквивалентной дозы, эффективной дозы, ожидаемой дозы, ожидаемой эффективной дозы.
	30.II.1.04	уметь применять операционные величины эквивалента амбиентной дозы, эквивалента направленной дозы и эквивалента индивидуальной (персональной) дозы.
II.2. Радиометрические и дозиметрические расчеты и измерения	30.II.2.01	знать и уметь объяснить, как мощность дозы излучения зависит от расстояния до источников с различной геометрией.
	30.II.2.02	уметь применять закон обратных квадратов к выходу излучения из точечного источника.
	30.II.2.03	уметь применять концепции ослабления и накопления в практических сценариях.
	30.II.2.04	знать и уметь описать потенциальные проблемы облучения, связанные с рассеянием и "скайшайном" (skyshine) излучения.
	30.II.2.05	уметь рассчитывать дозы нейтронов в случае различных сценариев.
II.3. Принципы обнаружения и измерения излучения	30.II.3.01	знать и уметь описать общие принципы обнаружения излучений и понимать концепции энергоэффективности, разрешения и предела обнаружения.
	30.II.3.02	знать и уметь объяснить принципы действия и функционирование ионизационных камер, трубок Гейгера-Мюллера и сцинтилляционных детекторов.
	30.II.3.03	уметь выбрать соответствующий детектор для данного радиационного поля.
	30.II.3.04	знать и уметь описать различные типы индивидуальных дозиметров (пленочные, термолюминесцентные, оптически стимулируемые люминесцентные, электронные дозиметры).

### 4.2.3. Практические занятия

№	Практические занятия	Тип
П-1.	Демонстрация портативных мониторов каждого типа для альфа-, бета-, гамма- и нейтронных излучений и объяснение соответствующих применений; использование и получение справочной информации из инструкций по эксплуатации приборов	Демонстрация
П-2.	Практические занятия по расчетам с различными величинами	Практические занятия
П-3.	Определение характеристик детекторов Гейгера-Мюллера: кривая скорости счета в зависимости от напряжения; реагирование на различные энергии излучения	Лабораторные занятия
П-4.	Использование системы Гейгера-Мюллера/сцинтиллятора с низким уровнем фона для измерения бета-источников низкой активности	Лабораторные занятия
П-5.	Калибровка сцинтилляционного гамма-спектрометра или полупроводникового спектрометра по энергии и активности	Лабораторные занятия
П-6.	Анализ сложного гамма-спектра с использованием полупроводниковых детекторов	Лабораторные занятия
П-7.	Калибровка системы альфа-спектрометрии по энергии и активности	Лабораторные занятия
П-7а.	Калибровка бета-спектрометра по максимальной энергии спектров	Лабораторные занятия
П-8	Считывание фотопленок для индивидуальной дозиметрии, облученных разными видами излучения с различной энергией	Демонстрация
П-9	Считывание показаний термолюминесцентных дозиметров	Демонстрация
П-10.	Проведение измерений с системами травления треков	Демонстрация
П-11.	Проведение измерений низкой активности на тритии и углероде-14 жидкостными сцинтилляционными счетными системами	Лабораторные занятия
П-12.	Нейтронное детектирование и спектрометрия с использованием детекторов тепловых нейтронов и полиэтиленовых шариков-замедлителей	Лабораторные занятия
П-13.	Идентификация неизвестных радионуклидов	Лабораторные занятия

#### 4.2.4. Справочные материалы к части II

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Determination and Interpretation of Characteristic Limits for Radioactivity Measurements - Decision Threshold, Detection Limit and Limits of the Confidence Interval, IAEA Analytical Quality in Nuclear Applications Series No. 48, IAEA (2017).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION UNITS AND MEASUREMENTS, Quantities and Units in Radiation Protection Dosimetry, Report No. 51, ICRU, Bethesda, MD (1993).

- Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation, ICRU Report No. 85, Oxford University Press, Oxford (2011).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37 (2-4), 2007 (Международная комиссия по радиационной защите, Рекомендации 2007 года МКРЗ, Публикация 103, ФМБЦ им. А.И. Бурназяна при поддержке ФМБА России, Москва (2009).

- Conversion coefficients for radiological protection quantities for external radiation exposures, ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40(2-5) (2010).

KNOLL, G.T., Radiation Detection and Measurement, 4th Edition, Wiley, New York (2010).

MARTIN J. E., Physics for Radiation Protection, 3rd Edition, Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim (2013).



### 4.3. ЧАСТЬ III: БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Цель:** обеспечить понимание слушателями действия излучения на молекулярном и клеточном уровнях, а также понимание реакций тканей, которые могут привести к стохастическим и детерминированным эффектам для здоровья. Слушатели будут ознакомлены с моделями, используемыми для получения коэффициентов риска с целью оценки стохастических эффектов.

#### 4.3.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
III.1. Действие излучения на молекулярном и клеточном уровнях	<b>Обзор клеточной биологии</b>	ЗО.Ш.1.01
	Базовое понятие клетки; структура клеток; функции различных органелл; клеточный цикл; типы деления клеток; виды активности в процессе деления клеток	ЗО.Ш.1.02
		ЗО.Ш.1.03
		ЗО.Ш.1.04
	Структура хромосом, ДНК и РНК; репликация ДНК; транскрипция ДНК; точечные мутации	ЗО.Ш.1.05
		ЗО.Ш.1.06
	<b>Воздействие излучения на клетки. Фазы повреждения и модифицирующие факторы</b>	ЗО.Ш.1.07
	Разрушение химических связей посредством возбуждения и ионизации; биологически важные элементы; прямое и косвенное воздействие излучения: образование свободных радикалов, взаимодействие с ДНК; взаимодействие с другими составными частями клеток. Реакция на повреждение ДНК и ее репарация; хромосомные разрывы; митоз; митотическая дисфункция; последствия повреждения клеток; клеточная смерть; последствия клеточной смерти; эпигенетическая реакция на излучение; некроз клеток; апоптоз, клеточная сигнализация; чувствительность клеток; относительная биологическая эффективность (ОБЭ); адаптивные ответы; модифицирующие факторы.	
	Биологический индикатор дозы: хромосомные аберрации, биологическая дозиметрия, микроядерный (МЯ) тест, электронно-спиновый резонанс (ЭСР).	
III.2. Детерминированные эффекты	<b>Последствия высоких доз</b>	ЗО.Ш.2.01
	Тканевые и органические реакции; кривые выживания клеток; ранние и поздние реакции в тканях и органах; общая кривая "доза-реакция";	ЗО.Ш.2.02
		ЗО.Ш.2.03

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>порог; тяжесть; острый лучевой синдром; воздействие излучения на гематopoэтическую систему, желудочно-кишечный тракт и сердечно-нейрососудистую дисфункцию; смертельная доза; воздействие локального облучения на: кожу и ее структуры, щитовидную железу, легкие, хрусталик глаза, гонады; пороговые дозы; эффект фракционности и мощности дозы</p> <p>Истории болезни (аварийные облучения)</p> <p><b>Туморигенез (также онкогенез или канцерогенез)</b></p> <p>Механизмы лучевого туморогенеза; источники данных: животные модели лучевого туморогенеза, лица, пережившие атомные бомбардировки, работники, наносящие люминофор на циферблат, медицинское облучение, шахтеры и др.</p> <p><b>Зависимость доза-реакция</b></p> <p>Модели абсолютного и относительного риска; коэффициенты эффективности дозы и мощности дозы (КЭДМД); ассоциированные с облучением опухоли человека; генетическая восприимчивость к раку; наследственные эффекты; оценка риска развития рака на основе эпидемиологических данных; коэффициенты риска; радиационный ущерб и взвешивающие коэффициенты для ткани (тканевые весовые множители); смертельные и несмертельные раковые заболевания; коэффициенты риска МКРЗ</p>	<p>ЗО.Ш.2.04</p> <p>ЗО.Ш.2.05</p> <p>ЗО.Ш.2.06</p> <p>ЗО.Ш.2.07</p> <p>ЗО.Ш.2.08</p> <p>ЗО.Ш.2.09</p> <p>ЗО.Ш.3.01</p> <p>ЗО.Ш.3.02</p> <p>ЗО.Ш.3.03</p>
<p>Ш.3. Стохастические соматические эффекты</p>	<p><b>Наследственные эффекты</b></p> <p>Элементарная генетика; естественные мутации; образование гамет и повреждение хромосом; генные мутации; источники данных: человек и животные; концепция двойной дозы; коэффициенты риска для генетических эффектов</p>	<p>ЗО.Ш.4.01</p> <p>ЗО.Ш.4.02</p> <p>ЗО.Ш.4.03</p>
<p>Ш.5. Воздействие на эмбрион и плод</p>	<p><b>Радиационные эффекты</b></p> <p>Основы эмбриогенеза; тканевые реакции: чувствительность на разных стадиях развития; пороки развития; развитие головного мозга и задержка развития; стохастические эффекты: индукция лейкемии и солидных раков</p>	<p>ЗО.Ш.5.01</p> <p>ЗО.Ш.5.02</p>

<b>Модуль</b>	<b>Содержание</b>	<b>Задача обучения (ЗО №)</b>
III.6. Эпидемиологические исследования и вопросы	<b>Эпидемиологические исследования</b>	ЗО.III.6.01
	Статистические требования, современные виды исследований; методы отбора проб для установления когорты; коэффициенты ассоциации и смешивания; мощность и точность; перспективы и подводные камни	ЗО.III.6.02
		ЗО.III.6.03
III.7. Понятие радиационного ущерба	<b>Радиационный ущерб</b>	ЗО.III.7.01
	Необходимость совокупной меры ущерба; взвешивающий коэффициент для излучения (весовой множитель излучения) $w_R$ ; взвешивающий коэффициент для ткани (тканевый весовой множитель) $w_T$ , эффективная доза; концепция радиационного ущерба, коллективной дозы; подход, принятый МКРЗ; сравнение рисков	ЗО.III.7.02
		ЗО.III.7.03

#### 4.3.2. Задачи обучения

<b>Модуль</b>	<b>Задачи обучения</b>	
	<b>№</b>	<b>Описание</b>
III.1. Действие излучения на молекулярном и клеточном уровнях	ЗО.III.1.01	знать и уметь объяснить концепцию и структуру клеток.
	ЗО.III.1.02	знать и уметь описать клеточный цикл и процесс деления.
	ЗО.III.1.03	знать и уметь описать структуры ДНК и хромосомные структуры.
	ЗО.III.1.04	знать и уметь объяснить механизмы, посредством которых ионизирующее излучение повреждает ДНК, и знать основные виды ущерба.
	ЗО.III.1.05	знать и уметь описать процессы репарации ДНК.
	ЗО.III.1.06	знать и уметь описать эволюционные фазы радиационно-индуцированных повреждений в организме.
	ЗО.III.1.07	знать и уметь объяснить факторы, влияющие на клеточную и органную/тканевую

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
		радиочувствительность.
III.2. Детерминированные эффекты	3O.III.2.01	знать и уметь определить реакции тканей и различать ранние и поздние реакции в тканях и органах.
	3O.III.2.02	знать и уметь описать факторы, влияющие на радиочувствительность.
	3O.III.2.03	знать и уметь описать причины острого лучевого синдрома и его характеризацию.
	3O.III.2.04	знать и уметь перечислить основные острые лучевые синдромы.
	3O.III.2.05	знать и уметь описать гематопозис и влияние ионизирующего излучения на гематопозитическую систему.
	3O.III.2.06	знать и уметь описать в общих чертах две категории воздействия ионизирующего излучения на физиологию желудочно-кишечного тракта.
	3O.III.2.07	знать и уметь кратко описать сердечно-нейрососудистую дисфункцию при смертельном облучении.
	3O.III.2.08	знать и уметь объяснить, что подразумевается под "локализованным" облучением и возможными последствиями такого облучения.
	3O.III.2.09	знать и уметь объяснить, чем характеризуется кожный лучевой синдром (КЛС).
III.3. Стохастические соматические эффекты	3O.III.3.01	знать и уметь объяснить, что подразумевается под "стохастическим эффектом" ионизирующего излучения, и описать относительный риск от ионизирующего излучения применительно к канцерогенезу.
	3O.III.3.02	знать и уметь кратко описать ранние стадии и механизмы онкогенеза и основные источники данных о воздействии радиационного облучения на человека.
	3O.III.3.03	знать и уметь объяснить понятие фактора риска.

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
III.4. Стохастические наследственные эффекты	ЗО.III.4.01	знать и уметь объяснить разницу между соматическим и наследственным воздействием ионизирующего излучения и описать источники данных о наследственных эффектах у человека.
	ЗО.III.4.02	знать и уметь кратко описать причины наследственных эффектов.
	ЗО.III.4.03	знать и уметь изложить информацию о коэффициенте риска для наследственных эффектов и о соответствующих ресурсах данных.
III.5. Воздействие на эмбрион и плод	ЗО.III.5.01	знать и уметь кратко изложить основы эмбриологии и различной чувствительности эмбриона и плода на различных стадиях развития.
	ЗО.III.5.02	знать и уметь объяснить возможные эффекты пренатального облучения.
III.6. Эпидемиологические исследования и вопросы	ЗО.III.6.01	знать и уметь объяснить, как эпидемиология используется в радиационной защите.
	ЗО.III.6.02	знать и уметь описать эпидемиологические параметры.
	ЗО.III.6.03	знать и уметь изложить информацию о нескольких примерах эпидемиологических исследований.
III.7. Понятие радиационного ущерба	ЗО.III.7.01	знать и уметь объяснить понятия взвешивающего коэффициента для ткани (тканевого весового множителя), эффективной дозы и коллективной дозы.
	ЗО.III.7.02	знать и уметь кратко описать компоненты ущерба для здоровья, связанные со стохастическими эффектами.
	ЗО.III.7.03	знать и уметь указать применяемые пределы дозы как для профессионального облучения, так и для облучения населения и изложить обоснование установленных значений.

### 4.3.3. Практические занятия

№	Практические занятия	Тип
III-1	Биологическая дозиметрия	Демонстрация или изучение конкретного примера
III-2	Интерпретация эпидемиологических данных	Изучение конкретного примера
III-3	Оценка рисков, связанных с дозами	Изучение конкретного примера

### 4.3.4. Справочные материалы к части III

BIOLOGICAL EFFECTS OF IONIZING RADIATION (BEIR), Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Report Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, National Research Council, ISBN: 0-309-55226-5 (2005).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries, Safety Reports Series No. 2, IAEA, Vienna (1998).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Ann. ICRP 21 1–3, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).

- The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR), Sources and Effects of Ionizing Radiation (2000 Report to the General Assembly), United Nations, New York (2000).

- Hereditary Effects of Radiation. 2001 Report to the General Assembly with Scientific Annex, United Nations, New York (2001).

- Summary of low-dose radiation effects on health, 2010 Report to the General Assembly with Scientific Annex, United Nations, New York (2010).

#### 4.4. ЧАСТЬ IV: МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ И РЕГУЛИРУЮЩАЯ ОСНОВА

**Цель:** обеспечить понимание слушателями роли международных организаций в области обеспечения радиационной защиты, включая рекомендации МКРЗ по международной системе радиологической защиты. Ознакомить с соответствующими нормами безопасности МАГАТЭ, включая основные компоненты правовой и регулирующей основы обеспечения безопасности, соответствующие меры регулирующего контроля, а также основные принципы культуры безопасности и формирование компетентности в области радиационной безопасности.

##### 4.4.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
IV.1. Международные организации	<b>Роль международных организаций в радиационной защите</b>  Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ)  Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ)  Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям (МКРЕ)  Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации (НКДАР ООН)  Международная организация труда (МОТ)  Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)  Организация Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ)  Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО)  Агентство по ядерной энергии ОЭСР (АЯЭ/ОЭСР)  Панамериканская организация здравоохранения (ПОЗ)  Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП)  Другие организации: Европейское сообщество по атомной энергии (Евратом), Международная организация по стандартизации (ИСО), Международная ассоциация поставщиков и производителей источников (МАППИ), Всемирная ядерная ассоциация (ВЯА)	в 30.IV.1.01

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
IV.2. Основы радиационной защиты	<b>Соответствующие организации и их роль</b>	30.IV.2.01
	Вклад научных данных НКДАР ООН; рекомендации МКРЗ; Международное агентство по атомной энергии: разработка и применение норм безопасности, юридически обязывающих документов, конвенций	30.IV.2.02
		30.IV.2.03
IV.3. Рекомендации МКРЗ	<b>Введение в предмет: рекомендации МКРЗ</b>	30.IV.3.01
	Структура и цели рекомендаций; структура системы защиты; содержание рекомендаций; исключения и изъятия	30.IV.3.02
		30.IV.3.03
		<b>Система радиологической защиты людей</b>
	Типы ситуаций облучения; категории облучения, выявление подвергшихся облучению лиц; уровни радиологической защиты	
	<b>Принципы радиологической защиты</b>	
	Обоснование; оптимизация защиты; дозовые ограничения и референтные уровни; пределы дозы	
	<b>Медицинское облучение пациентов</b>	
	Обоснование медицинского облучения пациентов; оптимизация защиты применительно к дозам пациентов при медицинском облучении	
	<b>Защита окружающей среды</b>	
Цель радиологической защиты окружающей среды; референтные животные и растения		
IV.4. Основы безопасности МАГАТЭ	<b>Цель и принципы безопасности</b>	30.IV.4.01
	Основы безопасности: основополагающая цель безопасности, связанные с ней принципы безопасности (предназначение и цели)	
IV.5. Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности	<b>Законодательная основа</b>	30.IV.5.01
	Содержание базовой правовой основы: статутная база; уполномочивающее законодательство	30.IV.5.02
		30.IV.5.03
		<b>Обязанности и функции государственных органов управления</b>
	Национальные политика и стратегия	30.IV.5.05
	Создание основы обеспечения безопасности	30.IV.5.06
	Учреждение регулирующего органа, независимость регулирующего органа	30.IV.5.07



Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>Главная ответственность за обеспечение безопасности, соблюдение регулирующих положений и ответственность за безопасность</p> <p>Координация между различными компетентными органами, на которые возлагаются обязанности по обеспечению безопасности в рамках регулирующей основы обеспечения безопасности</p> <p><b>Глобальный режим безопасности</b></p> <p>Международные обязательства и меры международного сотрудничества</p> <p>Обмен эксплуатационным опытом и опытом в области регулирования</p> <p><b>Обязанности и функции регулирующего органа</b></p> <p>Организационная структура регулирующего органа и распределение ресурсов; эффективная независимость при выполнении регулирующих функций</p> <p>Укомплектование персоналом и компетентность регулирующего органа</p> <p>Система менеджмента регулирующего органа</p> <p>Связь с консультативными органами, вспомогательными организациями и уполномоченными сторонами</p> <p>Стабильность и последовательность регулирующего контроля</p> <p>Выдаваемое регулирующим органом официальное разрешение в отношении установок и деятельности; подтверждение безопасности для получения официального разрешения в отношении установок и деятельности</p> <p>Обзор и оценка информации, имеющей отношение к обеспечению безопасности; дифференцированный (ранжированный) подход к рассмотрению и оценке установки или деятельности</p> <p>Инспекции установок и деятельности; виды инспекции установок и деятельности; дифференцированный (ранжированный) подход к инспекциям установок и деятельности</p> <p>Введение политики обеспечения выполнения</p>	

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>Требование к сторонам, имеющим официальное разрешение, осуществлять корректирующие действия</p> <p>Регулирующие положения и руководства; обзор регулирующих положений и руководств; пропаганда регулирующих положений и руководств среди заинтересованных сторон</p> <p>Документация, связанная с безопасностью</p> <p>Коммуникация и консультации с заинтересованными сторонами</p>	
<p>IV.6. Основные нормы безопасности МАГАТЭ</p>	<p><b>Введение в предмет: Основные нормы безопасности</b></p> <p>Общие сведения; цель; сфера применения; структура</p> <p><b>Общие требования, действующие в отношении обеспечения защиты и безопасности</b></p> <p>Применение принципов радиационной защиты</p> <p>Создание правовой и регулирующей основы</p> <p>Обязанности регулирующего органа</p> <p>Обязанности других сторон</p> <p>Требования в отношении менеджмента</p>	<p>ЗО.IV.6.01</p> <p>ЗО.IV.6.02</p> <p>ЗО.IV.6.03</p> <p>ЗО.IV.6.04</p>
<p>IV.7. Оценка эффективности программ в области регулирования</p>	<p><b>Менеджмент и оценка эффективности программы в области регулирования</b></p> <p>Система менеджмента; сбор и анализ данных для программы; критерии оценки эффективности программы</p> <p>Уровни оценки программы</p> <p>Методология оценки эффективности: оценочные показатели, критерии выполнения; независимая экспертиза</p>	<p>ЗО.IV.7.01</p> <p>ЗО.IV.7.02</p>
<p>IV.8. Оценка безопасности установок и деятельности</p>	<p><b>Выполнение требований, действующих в отношении проведения оценки безопасности</b></p> <p>Процесс оценки безопасности</p> <p>Дифференцированный (ранжированный) подход к оценке безопасности</p> <p>Управление проведением оценки безопасности, ее использование и сохранение ее актуальности</p>	<p>ЗО.IV.8.01</p>

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>Методология оценки эффективности; возможный радиационный риск, функции безопасности, характеристики объекта, обеспечение радиационной защиты, инженерные аспекты, человеческие факторы. Глубокоэшелонированная защита и запасы безопасности. Анализ безопасности: детерминированный/вероятностный анализ, критерии оценки безопасности, неопределенности и анализ чувствительности, использование данных об опыте эксплуатации. Исследования аварий, инцидентов и случаев ненормального облучения и последующие корректирующие меры. Уроки, извлеченные из опыта, оценочные показатели, критерии выполнения; независимая экспертиза</p>	
<p>IV.9. Безопасность и сохранность (физическая безопасность) радиоактивных источников</p>	<p><b>Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников</b></p> <p>Сфера применения и цели</p> <p>Базовые принципы: законодательство и регулирующие положения; регулирующий орган; импорт и экспорт радиоактивных источников; роль МАГАТЭ</p> <p>Руководящие материалы по импорту, экспорту, перевозке радиоактивных источников, национальный реестр источников излучения; восстановление контроля над бесхозными источниками</p> <p><b>Инструмент МАГАТЭ, предназначенный для поддержки регулирующей деятельности</b></p> <p>Введение в предмет: Информационная система для регулирующих органов (РАИС)</p>	<p>ЗО.IV.9.01</p> <p>ЗО.IV.9.02</p>
<p>IV.10. Культура безопасности и формирование компетенции в области радиационной безопасности</p>	<p><b>Культура безопасности сотрудников на всех уровнях</b></p> <p>Приоритетность безопасности: политика, процедуры; обязанности; полномочия для принятия решений; организационные меры; линии коммуникации; индикаторы культуры безопасности; примеры культуры безопасности</p> <p><b>Национальная стратегия обучения и подготовки кадров в области радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов</b></p>	<p>ЗО.IV.10.01</p> <p>ЗО.IV.10.02</p>

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>Правовая основа: национальная политика и стратегия обеспечения безопасности</p> <p>Соответствующие заинтересованные стороны</p> <p>Национальные комитеты по разработке национальной стратегии обучения и подготовки кадров, а также по контролю за ее осуществлением</p> <p>Анализ потребностей в обучении и подготовке кадров</p> <p>Разработка концепции национальной программы в области обучения и подготовки кадров</p> <p>Разработка и осуществление национальной программы в области обучения и подготовки кадров</p> <p>Оценка национальной программы в области обучения и подготовки кадров</p>	

#### 4.4.2. Задачи обучения

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
IV.1. Международные организации	ЗО.IV.1.01	знать и уметь кратко изложить мандаты международных организаций и их роль в области радиационной защиты.
IV.2. Основы радиационной защиты	ЗО.IV.2.01	знать и уметь описать роль НКДАР ООН, МКРЗ и МАГАТЭ в обеспечении радиационной защиты.
	ЗО.IV.2.02	знать и уметь описать различные типы Норм безопасности МАГАТЭ и их иерархию.
	ЗО.IV.2.03	знать и уметь объяснить разницу между имеющими и не имеющими обязательной силы правовыми документами МАГАТЭ.
IV.3. Рекомендации МКРЗ	ЗО.IV.3.01	знать и уметь кратко изложить рекомендации, содержащиеся в Публикации 103 МКРЗ.
	ЗО.IV.3.02	знать и уметь описать систему радиологической защиты, а также типы и категории облучения.
	ЗО.IV.3.03	знать и уметь изложить базовые принципы радиационной защиты.

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
IV.4. Основы безопасности МАГАТЭ	30.IV.4.01	знать и уметь изложить основополагающую цель безопасности и связанные с ней принципы безопасности, установленные в основополагающих принципах безопасности МАГАТЭ.
IV.5. Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности	30.IV.5.01	знать и уметь изложить основные обязанности и функции государственных органов управления.
	30.IV.5.02	знать и уметь изложить основные обязанности и функции регулирующего органа.
	30.IV.5.03	знать и уметь кратко описать элементы регулирующей инфраструктуры обеспечения радиационной безопасности.
	30.IV.5.04	знать и уметь описать различные типы официальных разрешений для установки или деятельности.
	30.IV.5.05	знать и уметь изложить цель рассмотрения и оценки установки или деятельности.
	30.IV.5.06	знать и уметь изложить цель рассмотрения установки или деятельности.
	30.IV.5.07	знать и уметь описать применение концепции дифференцированного (ранжированного) подхода.
IV.6. Введение в предмет: Основные нормы безопасности МАГАТЭ	30.IV.6.01	знать и уметь изложить цель и содержание ОНБ МАГАТЭ.
	30.IV.6.02	знать и уметь описать типы ситуаций облучения и категории облучения.
	30.IV.6.03	знать и уметь объяснить разделение обязанностей в отношении обеспечения радиационной защиты между государственными органами управления, регулирующим органом и другими соответствующими сторонами.
	30.IV.6.04	знать и уметь описать требования по менеджменту, действующие в отношении обеспечения защиты и безопасности.
IV.7. Оценка эффективности программ в области регулирования	30.IV.7.01	знать и уметь описать основные элементы системы менеджмента.
	30.IV.7.02	знать и уметь перечислить основные оценочные показатели для регулирующей деятельности.

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
IV.8. Оценка безопасности установок и деятельности	3O.IV.8.01	знать и уметь описать основные элементы процесса оценки безопасности.
	3O.IV.9.01	знать и уметь изложить требования Кодекса поведения.
IV.9. Безопасность и сохранность (физическая безопасность) радиоактивных источников	3O.IV.9.02.	знать и уметь изложить цель использования Информационной системы для регулирующих органов (РАИС).
	3O.IV.10.01	знать и уметь перечислить основные атрибуты высокой (сильной) культуры безопасности.
IV.10. Культура безопасности и формирование компетенции в области радиационной безопасности	3O.IV.10.02	знать и уметь изложить концепцию национальной стратегии обучения и подготовки кадров в области радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов.

#### 4.4.3. Практические занятия

№	Практические занятия	Тип
IV-1	Подготовка концептуальной регулирующей основы для страны с определенным типом и числом источников излучения	Изучение конкретного примера
IV-2	Использование компьютерных материалов для информационной системы регулирующего органа (включая Информационную систему МАГАТЭ для регулирующих органов (РАИС))	Изучение конкретного примера
IV-3	Исследование процесса лицензирования для промышленной или медицинской практики	Изучение конкретного примера
IV-4	Проведение рассматривания (обследования) безопасности с целью подачи заявки на получение лицензии для установки для промышленной радиографии или другого вида практической деятельности	Изучение конкретного примера
IV-5	Оценка заявки на использование радиоактивных источников, применяемых в детекторах дыма или другой потребительской продукции (учет принципа обоснования)	Изучение конкретного примера

IV-6	Подготовка регулирующим органом официального сообщения для печати по конкретному вопросу	Изучение конкретного примера
IV-7	Контрольный перечень инспекционных мероприятий на промышленной облучательной установке	Изучение конкретного примера

#### 4.4.4. Справочные материалы к части IV

ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Основопологающие принципы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).

АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment by Peer Review of the Effectiveness of a Regulatory Programme for Radiation Safety, IAEA-TECDOC-1217, Vienna (2001).

- Training in radiation protection and the safe use of radiation sources, Safety Reports Series No. 20, IAEA, Vienna (2001).

- International Nuclear Safety Advisory Group, Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture, INSAG Series No. 15, IAEA, Vienna, (2002).

- Применение концепций исключения, изъятия и освобождения от контроля, Руководство по безопасности № RS-G-1.7, МАГАТЭ, Вена (2006).

- Кодекс поведения по обеспечению безопасности и сохранности радиоактивных источников, МАГАТЭ, Вена (2004).

- Establishing the Infrastructure for Radiation Safety, Specific Safety Guide No. SSG-44, IAEA, Vienna (2004).
- Руководящие материалы по импорту и экспорту радиоактивных источников, МАГАТЭ, Вена (2005).
- Inspection of Radiation Sources and Regulatory Enforcement, IAEA TECDOC No. 1526, IAEA, Vienna, (2007).
- Уведомления и разрешения в отношении использования радиационных источников, IAEA TECDOC No. 1525, МАГАТЭ, Вена, (2011).
- Оценка безопасности установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 4, МАГАТЭ, Вена, 2009).
- Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 1, Вена (2011).
- Managing Regulatory Body Competence, Safety Reports Series No. 79, IAEA, Vienna, (2014).
- Use of a Graded Approach in the Application of the Management System Requirements for Facilities and Activities, IAEA TECDOC Series No. 1740, IAEA, Vienna, (2014).
- Organization, Management and Staffing of the Regulatory Body for Safety, IAEA Safety Standards Series No. GSG-12, IAEA, Vienna, (2018).
- A Methodology for Establishing a National Strategy for Education and Training in Radiation, Transport and Waste Safety, Safety Reports Series No. 93, IAEA, Vienna, (2018).
- Functions and Processes of the Regulatory Body for Safety, IAEA Safety Standards Series No. GSG-13, IAEA, Vienna, (2018).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 103, Ann. ICRP 37 (2-4), 2007 (Международная комиссия по радиационной защите, Рекомендации 2007 года МКРЗ, Публикация 103, ФМБЦ им. А.И. Бурназяна при поддержке ФМБА России, Москва (2009).



#### 4.5. ЧАСТЬ V: ОЦЕНКА ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ (КРОМЕ МЕДИЦИНСКОГО)

**Цель:** научить слушателей измерять, контролировать, рассчитывать и интерпретировать дозы, получаемые отдельными лицами от внешнего облучения, включая разработку программы мониторинга для оценки индивидуальных доз и доз на рабочем месте. Научить слушателей использовать соответствующие методы оценки доз, получаемых отдельными лицами в результате поступления радионуклидов в организм в простых случаях внутреннего загрязнения.

##### 4.5.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
V.1. Оценка профессионального облучения от внешних источников излучения	<b>Программы контроля оценки индивидуальной дозы</b>	30.V.1.01
	Разработка программ контроля	30.V.1.02
	Индивидуальный дозиметрический контроль	30.V.1.03
	Оценки эффективной дозы в различных условиях внешнего облучения: практические аппроксимации	30.V.1.04
		30.V.1.05
	Интегрирующие индивидуальные дозиметры (ТЛД, пленочные, интегрирующие камеры и т.д.), калиброванные по эквиваленту индивидуальной дозы; использование электронных индивидуальных дозиметров; требования к рабочим характеристикам индивидуальных дозиметров	30.V.1.06
		30.V.1.07
		30.V.1.08
	Дозиметрия всего тела, конечностей и кожи	
	Рутинные, специальные, аварийные оценки облучения	
Анализ неопределенностей; тип А — неоднородность показаний чувствительности детектора из-за ограниченной чувствительности и фона, изменчивость показаний детектора в нулевой дозе; тип В — энергетическая зависимость, зависимость от направления, нелинейность реагирования, затухание вследствие воздействия температуры и влажности, эффекты вследствие воздействия света или других видов ионизирующего излучения, механического удара, погрешностей калибровки, изменения локального естественного фона		
<b>Методика реконструкции доз</b>		
Аварийная дозиметрия; цитогенетические исследования; метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР); восстановление дозы по показаниям термoluminesцентных дозиметров с фантомами		

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>Олдерсона; дозиметрия при достижении условия критичности</p> <p><b>Программа контроля рабочего места</b></p> <p>Рутинный, ориентированный на выполнение конкретной задачи и специализированный мониторинг; стационарные и переносные мониторы; мониторинг с целью планирования работ; мониторинг для определения изменений в окружающей среде; системы для мониторинга полей излучения, мониторинга поверхностей; использование амбиентного эквивалента дозы и направленного эквивалента дозы</p> <p><b>Интерпретация результатов измерений</b></p> <p>Подлежащие учету уровни облучения; оценка доз на все тело, на конечности и на кожу; расчет эффективной дозы от внешнего облучения; рутинный, ориентированный на выполнение конкретной задачи и специализированный мониторинг</p> <p><b>Калибровка</b></p> <p>Калибровка пучков излучателей; принцип полости Брэга-Грея; измерение поглощенной дозы с ионизацией в газонаполненной полости; электронное равновесие; состав гомогенной полости; большая полость; малая полость; рекомбинационные эффекты; поправочные коэффициенты для определения поглощенной дозы в воде для фотонных и электронных пучков</p> <p>Первичные и вторичные стандарты (эталон); источники, используемые для калибровки; рутинная проверка оборудования, проверка рабочих характеристик, стандартные испытания</p> <p><b>Система менеджмента качества</b></p> <p>Процедуры контроля качества; интеркалибровка (взаимные сравнения); аттестационные испытания</p> <p>Первичные и вторичные стандарты (эталон); источники, используемые для калибровки; рутинная проверка оборудования, проверка рабочих характеристик, стандартные испытания</p>	

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
V.2. Оценка доз профессионального облучения вследствие поступления радионуклидов в организм	<b>Пути поступления</b>	ЗО.V.2.01
	Ингаляционное перорального поступление (размеры частицы, медианный по активности термодинамический диаметр — AMAD), определение распределения по размеру аэрозолей), пероральное поступление и поглощение через кожу или раны	ЗО.V.2.02
		ЗО.V.2.03
		ЗО.V.2.04
		ЗО.V.2.05
	Особый случай насыщенных тритием воды и пара: поступление через кожу водяных брызг и пара и респираторное поступление	
	Поступление радионуклидов у работников (персонала); поступление радионуклидов у лиц из населения	
	<b>Введение в предмет: биокинетические модели МКРЗ</b>	
	Количественные аспекты внутреннего поступления; попадание в кровь и перенос радионуклидов по различным органам; депонирование в органах	
	Моделирование с помощью компартментных моделей; соотношения между компартментами в качестве основы для определения процедур мониторинга; депонирование и выведение; экспоненциальные компартменты, биологический период полувыведения и эффективный период полувыведения	
Биокинетические модели для оценки внутреннего облучения: Модели МКРЗ человеческого тела (стандартный или условный человек) и соответствующие параметры; модель респираторного тракта человека (HRTM); модель пищеварительного тракта человека (HATM); попадание через раны и неповрежденную кожу; общий обзор системных моделей		
<b>Программа мониторинга</b>		
Программа мониторинга: необходимость, разработка программы рутинного мониторинга, методы измерения, частота проведения мониторинга, референтные уровни, специализированный мониторинг		
Мониторинг рабочего места: поверхностей, воздуха; концепция приведенной воздушной концентрации (DAC)		

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
V.3. Оценка облучения населения	Индивидуальный мониторинг (дозиметрический контроль) — прямые методы: принципы; геометрия измерения: все тело, щитовидная железа, легкие; методы обнаружения; измерительные процедуры	ЗО.V.3.01
	Индивидуальный мониторинг (дозиметрический контроль) — косвенные методы: биологические пробы (моча, кал, выдыхаемый воздух, кровь, носовые выделения, проба ткани); нормализация проб; физические пробы (пробы воздуха, поверхностные пробы); методы обработки; методы анализа (радиохимическое разделение, обнаружение)	
	Требования к рабочим характеристикам систем обнаружения во внутренней дозиметрии	
	<b>Расчет ожидаемой эффективной дозы</b>	
	Ожидаемая эффективная доза; ожидаемая эффективная доза на единицу поступления; ожидаемая эффективная доза на единицу поступления у стандартного взрослого человека и как функция возраста; согласованность измерений с биокинетическими моделями	
	Расчет вклада органа в эффективную дозу	
	Первичные и вторичные пределы; особый случай радона и дочерних продуктов радона	
	Введение в предмет: руководящие принципы (ЕВРОДОЗ) и программное обеспечение для расчета внутренней дозы (характеристики и наличие)	
	<b>Калибровка</b>	
	Калибровка для методов прямых и косвенных измерений	
<b>Система менеджмента качества</b>	ЗО.V.3.01	
Процедуры контроля качества; интеркалибровка (взаимные сравнения); аттестационные испытания		
<b>Базовые концепции</b>		
Пути облучения; критические группы и репрезентативное лицо; общие методы оценки доз; неопределенности в оценках доз		
<b>Оценка облучения населения вследствие выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду</b>		
Стратегия мониторинга: мониторинг в месте расположения источника и мониторинг окружающей		

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>среды; техника отбора проб и величины, применяемые при мониторинге; интерпретация результатов мониторинга</p> <p>Примеры применения в случае различных источников: медицинские учреждения, установки по производству радиоизотопов, объекты по обращению с отходами, ядерные установки</p> <p><b>Оценка облучения населения в случае других сценариев</b></p> <p>Сценарии облучения населения и определение параметров, важных для оценки. Дифференцированный (ранжированный) подход к оценке облучения населения</p>	

#### 4.5.2. Задачи обучения

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
V.1. Оценка профессионального облучения от внешних источников излучения	30.V.1.01	По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны: уметь разрабатывать программу индивидуального мониторинга
	30.V.1.02	знать и уметь описать различные типы индивидуальных дозиметров, а также при каких обстоятельствах применяется каждый из них..
	30.V.1.03	уметь интерпретировать результаты дозиметрических измерений.
	30.V.1.04	знать и уметь определять обстоятельства, при которых показания дозиметра не позволяют получать адекватные оценки дозы.
	30.V.1.05	знать и уметь изложить концепции достижения приемлемой точности и неопределенности и применять эти концепции для определения неопределенностей и пределов обнаружения для практических систем дозиметрии.
	30.V.1.06	знать и уметь определить методы измерения, которые могут быть использованы для аварийной дозиметрии.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.V.1.07	знать и уметь изложить основные принципы мониторинга рабочих мест, а также определить методы мониторинга, которые могут быть использованы в рамках программы по оценке облучения от внешнего излучения и поступления радионуклидов в организм.
	30.V.1.08	знать и уметь описать калибровку приборов, используемых для целей радиационной защиты, и методы тестирования и применяемые требования.
V.2. Оценка профессионального облучения от поступления радионуклидов в организм	30.V.2.01	знать и уметь кратко изложить принципы, касающиеся разработки и использования биокинетических моделей, а также объяснить необходимость применения индивидуальных конкретных моделей с учетом соответствующих ограничений, связанных с концепцией поступлений.
	30.V.2.02	знать и уметь изложить принципы и критерии, используемые для определения необходимости мониторинга для целей оценки внутреннего облучения.
	30.V.2.03	знать и уметь изложить принципы и методы, используемые для прямого измерения радиоактивного материала, депонирующегося в организме человека.
	30.V.2.04	знать и уметь изложить принципы и ограничения косвенного мониторинга, а также знать, как выбрать соответствующие методы измерения и методы оценки.
	30.V.2.05	знать и уметь оценить данные дозиметрии или измерения поступления, особенно в ситуации с возможным сильным или необычным облучением, и определить меры, принятие которых может потребоваться.
V.3. Оценка облучения населения	30.V.3.01	знать и уметь определить методы оценки дозы для населения.

### 4.5.3. Практические занятия

№	Практические занятия	Тип
V-1	Разработка программы рутинного контроля (внутреннее и внешнее облучение)	Изучение конкретного примера
V-2	Интерпретация результатов измерений, выполненных с помощью индивидуального дозиметра	Изучение конкретного примера
V-3	Демонстрация практических систем, используемых для контроля помещений, поверхностей и воздуха	Демонстрация
V-4	Калибровка различных дозиметров в дозиметрической лаборатории вторичных эталонов (ДЛВЭ)	Технический визит в ДЛВЭ
V-5	Измерение содержания радионуклидов в теле посредством счета радиоактивности всего тела	Технический визит на установку для счета радиоактивности всего тела
V-6	Измерение радионуклидов с использованием методов биоанализа — связанные с ними процедуры обеспечения качества и контроля качества	Лабораторные занятия
V-7	Расчет внутренних доз с использованием моделей МКРЗ применительно к острому загрязнению конкретными радионуклидами	Практические занятия
V-8	Контроль щитовидной железы	Лабораторные занятия
V-9	Мониторинг радона/торона с использованием пассивных и активных методов	Лабораторные занятия

### 4.5.4. Справочные материалы к части V

BELL S., A Beginner's Guide to Uncertainty of Measurement, NPL Measurement Good Practice Guide No. 11 (Issue 2), National Physical Laboratory, Teddington (2001).

CASTELLANI C.M., MARSH J.W., HURTTGEN C., BLANCHARDON E., BERARD P., GUISSANI A., LOPEZ M.A., IDEAS Guidelines (Version 2) for the Estimation of Committed Doses from Incorporation Monitoring Data, EURADOS Report 2013-01, ISSN 2226-8057, Braunschweig (2013).

АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ,

ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Direct Methods for Measuring Radionuclides in the Human Body, Safety Series No. 114, IAEA, Vienna (1996).

- Calibration of Radiation Protection Monitoring Instruments, Safety Series No. 16, IAEA, Vienna (2000).

- Indirect Methods for Assessing Intakes of Radionuclides Causing Occupational Exposure, Safety Reports Series No. 18, IAEA, Vienna, (2002).

- Methods for Assessing Occupational Radiation Doses due to Intakes of Radionuclides, Safety Reports Series No. 37, IAEA, Vienna, (2004).

- Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты, Руководство по безопасности МАГАТЭ, № RS-G-1.8, МАГАТЭ, Вена (2016)..

- Intercomparison of Personal Dose Equivalent Measurements by Active Personal Dosimeters, IAEA TECDOC Series No. 1564, IAEA, Vienna, (2007).

- Measurement Uncertainty, IAEA TECDOC Series No. 1585, IAEA, Vienna (2008).

- Determination and Interpretation of Characteristic Limits for Radioactivity Measurements — Decision Threshold, Detection Limit and Limits of the Confidence Interval, IAEA Analytical Quality in Nuclear Applications Series No. 48, IAEA, Vienna (2018).

- Radiation Protection of the Public and the Environment, IAEA Safety Standards Series No. GSG-8, IAEA, Vienna (2018).

- Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GSG-10, IAEA, Vienna (2018).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. GSG-7, IAEA, Vienna (2018).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, IAEA Safety Standards Series No. SSG-46, IAEA, Vienna (2018).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection, ICRP Publication 66. Ann. ICRP 24 (1-3) (1994).

- General Principles for the Radiation Protection of Workers, ICRP Publication 75. Ann. ICRP 27 (1) (1997).



- Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection, ICRP Publication 100. Ann. ICRP 36 (1-2) (2006).

- Conversion Coefficients for Radiological Protection Quantities for External Radiation Exposures, ICRP Publication 116, Ann. ICRP 40(2-5) (2010).

- Occupational Intakes of Radionuclides: Part 1, ICRP Publication 130. Ann. ICRP 44(2) (2015).

- Occupational Intakes of Radionuclides: Part 2, ICRP Publication 134. Ann. ICRP 45(3/4), (2016).

- Occupational Intakes of Radionuclides: Part 3, ICRP Publication 137. Ann. ICRP 46(3/4) (2017).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the confidence interval) for measurements of ionizing radiation -- Fundamentals and application, ISO 11929:2010, ISO, Geneva (2010).

NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS, Development of a Biokinetic Model for Radionuclide-Contaminated Wounds and Procedures for Their Assessment, Dosimetry and Treatment, NCRP report 156, NCRP, Bethesda (2006).

-Uncertainties in Internal Radiation Dose Assessment, Report No. 164, NCRP, Bethesda (2009).

#### 4.6. ЧАСТЬ VI: СИТУАЦИИ ПЛАНИРУЕМОГО ОБЛУЧЕНИЯ – ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

**Цель:** обеспечить понимание слушателями общих требований, действующих в отношении радиационной защиты, применительно к ситуациям планируемого облучения в случае всех категорий облучения (профессионального облучения, облучения населения и медицинского облучения).

##### 4.6.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
VI.1 Общие требования, действующие в отношении ситуаций планируемого облучения	<b>Ситуации планируемого облучения</b>	30.VI.1.01
	Введение в предмет: ситуация планируемого облучения	30.VI.1.02
		30.VI.1.03
	<b>Сфера применения требований</b>	30.VI.1.04
	Область применения требований, действующих в отношении ситуаций планируемого облучения	30.VI.1.05
		30.VI.1.06
	<b>Дифференцированный (ранжированный) подход</b>	30.VI.1.07
	Изъятие и освобождение от контроля (критерии изъятия и освобождения от контроля); уведомления и официальные разрешения (регистрация или лицензирование)	30.VI.1.08
		30.VI.1.09
	<b>Обоснование практической деятельности</b>	
	Обязанности; практическая деятельность, которая считается не имеющей обоснования; обоснование визуализации людей для целей, не относящихся к медицинской диагностике или терапии	30.VI.1.10
<b>Оптимизация защиты и безопасности</b>	30.VI.1.11	
Обязанности; установление дозы и ограничений риска; оптимизация профессионального облучения и облучения населения; время, расстояние и защитное экранирование; принцип ALARA, минимальное количество источников; защита от загрязнения; административно-хозяйственное содержание; иерархия в инфраструктуре защитных мер (проектные решения) и процедурах		
<b>Пределы дозы</b>		
Обязанности; установление пределов дозы для облучения населения и профессионального облучения. Установленные пределы дозы для облучения населения и профессионального облучения в ситуациях планируемого облучения		

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p><b>Обязанности соответствующих сторон</b></p> <p>Защита и безопасность в ситуациях планируемого облучения; оценка безопасности для установок и деятельности; мониторинг в целях проверки соответствия требованиям; предотвращение и смягчение последствий аварий; потенциальное облучение; исследования аномальных обстоятельств и учет информации об эксплуатационном опыте; безопасность генераторов излучения и радиоактивных источников; визуализация человека для целей, не относящихся к медицинским, на которую должно распространяться действие системы обеспечения защиты и безопасности</p>	
<p>VI.2 Требования, действующие в отношении профессионального облучения в ситуациях планируемого облучения</p>	<p><b>Сфера применения требований</b></p> <p>Область применения требований, касающихся профессионального облучения в ситуациях планируемого облучения</p>	<p>30.VI.2.01</p> <p>30.VI.2.02</p> <p>30.VI.2.03</p> <p>30.VI.2.04</p>
	<p><b>Требования и обязанности соответствующих сторон в связи с облучением населения</b></p> <p>Обязанности регулирующего органа в отношении профессионального облучения: оптимизация, пределы доз; мониторинг и учет профессионального облучения</p>	<p>30.VI.2.05</p> <p>30.VI.2.06</p> <p>30.VI.2.07</p> <p>30.VI.2.08</p>
	<p>Ответственность нанимателей (работодателей), зарегистрированных лиц и лицензиатов, обязанности работников (персонала)</p>	
	<p><b>Программа по радиационной защите</b></p> <p>Предварительная радиологическая оценка и оценка безопасности; масштаб и структура программы радиационной защиты; ответственность и обязанности зарегистрированного лица, лицензиатов и нанимателей (работодателей); обязанности работников (персонала) и других лиц на рабочих местах; классификация зон (зоны контроля, зоны наблюдения); местные правила и средства индивидуальной защиты; индивидуальный мониторинг; мониторинг рабочих мест; организация радиационной защиты; специальные административные меры; инфраструктура; роль лица, ответственного за радиационную защиту; роль квалифицированного эксперта; тренировки; линии коммуникации (внутренней, между нанимателями, с регулирующим органом); культура безопасности;</p>	<p>30.VI.2.09</p> <p>30.VI.2.10</p> <p>30.VI.2.11</p> <p>30.VI.2.12</p> <p>30.VI.2.13</p> <p>30.VI.2.14</p> <p>30.VI.2.15</p>

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	обеспечение качества; аварийная готовность	
	<b>Оценка профессионального облучения и медицинское наблюдение работников (персонала)</b>	30.VI.2.16
	Оценка облучения; регистрационные записи облучения	30.VI.2.17
	Наблюдение за здоровьем: цели; обязанности; медицинское обследование работников (персонала); консультирование; помощь переоблученным работникам (персоналу)	30.VI.2.18
	<b>Безопасность и сохранность (физическая безопасность) источников</b>	30.VI.2.19
	Физическая защита источников и отходов; испытание на утечку, знаки и маркировка; кондиционирование; защитное экранирование; хранение; вывод из эксплуатации; противоаварийные процедуры	30.VI.2.20
	<b>Особенности конструкции установки</b>	30.VI.2.21
	Конструктивные решения (с учетом также эффектов рассеяния); система вентиляции; расчет защитного экранирования; предохранительные блокировки; оборудование для дистанционного манипулирования; вытяжные шкафы; горячие камеры; перчаточные боксы; раздевалка; физические барьеры; хранилища; трубопроводы для жидких отходов и контроль распада; стационарные дозиметры; предупредительные знаки; обеспечение качества; надзор за вводом в эксплуатацию и регулирующая экспертиза	30.VI.2.22
	<b>Индивидуальная защита</b>	30.VI.2.23
	Защитная одежда; защита дыхательных путей; контроль загрязнения; обеззараживание поверхностей и использование средств индивидуальной защиты; административные и процедурные меры контроля	30.VI.2.24
	<b>Классификация зон</b>	30.VI.2.25
	Зоны контроля и зоны наблюдения; политика и процедуры	30.VI.2.26
	Местные правила и надзор; соблюдение пределов дозы; ведение учетной документации и представление отчетов	30.VI.2.27
		30.VI.2.28
		30.VI.2.29

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
VI.3 Требования, действующие в отношении облучения населения в ситуациях планируемого облучения	<b>Обеспечение качества</b>	
	Создания системы менеджмента качества: рутинная оценка управления и технического выполнения; аудиты и оценочные проверки; самооценка; обратная связь для внедрения усовершенствований	
	<b>Информация, инструктаж и подготовка</b>	
	Предоставление должной информации, инструктаж и подготовка для целей обеспечения защиты и безопасности работников (персонала); категории лиц, проходящих подготовку; развитие компетенции на основе профессиональной подготовки (базовой, начальной подготовки и переподготовки); методы обучения; системный подход к обучению	
	<b>Условия работы</b>	
	Требования, касающиеся условий работы в случае профессионального облучения работников (персонала), и связанные с ними вопросы безопасности	
	<b>Особые меры, применяемые в отношении работников (персонала)</b>	
	Работники-женщины; защита эмбриона и плода; грудное вскармливание младенцев; лица в возрасте до 18 лет	
	<b>Сфера применения требований</b>	
	Область применения требований, действующих в отношении облучения населения в ситуациях планируемого облучения	30.VI.3.01 30.VI.3.02 30.VI.3.03
<b>Обязанности государственных органов управления и регулирующего органа в отношении облучения населения</b>	30.VI.3.04 30.VI.3.05 30.VI.3.06	
Граничные дозы, граничные риски; ограничение доз; эксплуатационные пределы; условия, при которых источник, используемый в рамках практической деятельности, может приводить к облучению населения за пределами территории	30.VI.3.07 30.VI.3.08 30.VI.3.09	
<b>Система защиты и безопасности, применяемая в отношении облучения населения в ситуациях планируемого облучения</b>		
Обязанности соответствующих сторон в области контроля и оптимизации облучения населения; посетители контролируемой зоны или зоны		

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	наблюдения; внешнее облучение и загрязнение в зонах, доступных для населения	
	<b>Обращение с радиоактивными отходами и сбросами</b>	
	Обязанности соответствующих сторон по обеспечению надлежащего обращения с радиоактивными отходами и сбросами радиоактивного материала в окружающую среду в соответствии с полученным официальным разрешением	
	<b>Мониторинг и регистрация результатов</b>	
	Обязанности соответствующих сторон, связанных с программами мониторинга окружающей среды: регистрация данных, оценка доз, получаемых населением, проверка соблюдения ограничений по сбросам, производные референтные уровни для окружающей среды, дозовые ограничения для мониторинга источников, пределы доз для индивидуального мониторинга; регистрация результатов; хранение регистрационных записей и отчетов, возможность осуществления аварийного мониторинга	
	<b>Потребительские товары</b>	
	Обязанности соответствующих сторон, связанные с выдачей изъятия или официального разрешения в отношении использования населением потребительских товаров; требования, действующие в отношении: дизайна и создания товаров, четкое указание информации и инструкций на этикетке	
VI.4. Требования, действующие в отношении медицинского облучения	<b>Сфера применения требований</b>	30.VI.4.01
	Область применения требований, действующих в отношении медицинского облучения в ситуациях планируемого облучения	30.VI.4.02
		30.VI.4.03
		30.VI.4.04
	<b>Обязанности государственных органов управления в отношении медицинского облучения</b>	30.VI.4.05
		30.VI.4.06
		30.VI.4.07
		30.VI.4.08
		30.VI.4.09
		30.VI.4.10
	Обязанности государственных органов управления в отношении выдачи официальных разрешений соответствующим сторонам; диагностические референтные уровни (ДРУ), дозовые ограничения (для лиц, осуществляющих уход за пациентами и обеспечивающих их комфорт, добровольных помощников, участвующих в проведении биомедицинских исследований); критерии и руководящие принципы, касающиеся выписки	

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	пациентов, прошедших терапевтические процедуры	
	<b>Обязанности регулирующего органа в отношении медицинского облучения</b>	
	Обязанности регулирующего органа в отношении медицинских работников, ответственных за медицинское облучение (включая врачей-радиологов, медицинских физиков и технологов лучевой терапии, а также любых других медицинских работников, на которых возлагаются особые обязанности в отношении обеспечения радиационной защиты пациентов)	
	<b>Обязанности зарегистрированных лиц и лицензиатов в отношении медицинского облучения</b>	
	Должное оформление направления пациентов на обследование/процедуры; ответственность за обеспечение защиты и безопасности; должное информирование пациента, подвергающегося облучению, об ожидаемых пользе и рисках	
	<b>Обоснование медицинского облучения</b>	
	Общее обоснование; обоснование для конкретного пациента; специальное обоснование радиологических процедур в рамках медицинского скрининга или в рамках программы биомедицинских исследований	
	<b>Оптимизация обеспечения защиты и безопасности при медицинском облучении</b>	
	Соображения, касающиеся проектных решений; операционные соображения; калибровка; дозиметрия пациентов; диагностические референтные уровни (ДРУ); обеспечение качества; дозовые ограничения	
	<b>Беременные и кормящие грудью женщины</b>	
	Меры по обеспечению надлежащей защиты беременных женщин, женщин с возможной беременностью или кормящих грудью женщин.	
	<b>Выписка пациентов после радионуклидной терапии</b>	
	Меры по обеспечению надлежащей радиационной защиты лиц из населения и членов семей, принимаемые до выписки пациентов после радионуклидной терапии	
	<b>Непреднамеренное и аварийное медицинское облучение</b>	
	Обязанности зарегистрированных лиц и лицензиатов в отношении минимизации вероятности непреднамеренного или аварийного медицинского	

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	облучения; требования, связанные с расследованием непреднамеренного и аварийного облучения	
	<b>Обследования и регистрационные записи</b>	
	Периодические радиологические обследования на установке для медицинского облучения; ведение регистрационных записей	

#### 4.6.2. Задачи обучения

Задачи обучения		
Модуль	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
VI.1 Общие требования, действующие в отношении ситуаций планируемого облучения	ЗО.VI.1.01	знать и уметь изложить все основные требования, содержащиеся в Основных нормах безопасности, которые касаются ситуаций планируемого облучения, а также перечислить нормы, в которых устанавливаются обязанности по выполнению этих требований.
	ЗО.VI.1.02	знать и уметь объяснить понятие "дифференцированного (ранжированного) подхода".
	ЗО.VI.1.03	знать и уметь объяснить различия между "уведомлением" и "официальным разрешением".
	ЗО.VI.1.04	знать и уметь описать понятия "изъятие" и "освобождение от контроля", а также обстоятельства, при которых они применяются.
	ЗО.VI.1.05	знать и уметь объяснить иерархию обоснования видов практической деятельности, принципов оптимизации практической деятельности и ограничения доз.
	ЗО.VI.1.06	знать и уметь изложить основополагающие принципы, касающиеся предотвращения и смягчения последствий аварий, а также понятия надлежащей инженерной практики и глубокоэшелонированной защиты.
	ЗО.VI.1.07	знать и уметь изложить требования, действующие в отношении проведения расследований и учета информации относительно эксплуатационного опыта, и объяснить важность этих требований



<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.VI.1.08	знать и уметь перечислить конкретные требования, действующие в отношении генераторов и радиоактивных источников.
	30.VI.1.09	знать и уметь кратко изложить конкретные требования, действующие в отношении визуализации организма человека для целей, не относящихся к медицинской диагностике, лечению или биомедицинским исследованиям.
	30.VI.1.10	знать и уметь объяснить иерархию защитных мер.
	30.VI.1.11	знать и уметь изложить концепцию ALARA ("на разумно достижимом низком уровне").
VI.2 Требования, действующие в отношении профессионального облучения в ситуациях планируемого облучения	30.VI.2.01	знать и уметь определить ситуации планируемого облучения, к которым применяются требования Основных норм безопасности в отношении профессионального облучения.
	30.VI.2.02	знать и уметь изложить обязанности регулирующего органа в отношении профессионального облучения
	30.VI.2.03	знать и уметь кратко описать требования, действующие в отношении мониторинга и регистрации профессионального облучения.
	30.VI.2.04	знать и уметь объяснить важность сотрудничества между нанимателями (работодателями), регистраторами и лицензиатами.
	30.VI.2.05	знать и уметь изложить концепцию программы радиационной защиты и перечислить составляющие элементы такой программы.
	30.VI.2.06	знать и уметь объяснить, что подразумевается под "классификацией зон", и применять критерии классификации к эксплуатационным ситуациям.
	30.VI.2.07	знать и уметь изложить требования и описать средства, применяемые при оценке профессионального облучения и осуществлении наблюдения за здоровьем и цель связанного с этим ведения регистрационного учета.
	30.VI.2.08	знать и уметь изложить конкретные требования, действующие в отношении работников-женщин.
	30.VI.2.09	уметь разработать программу радиационной защиты.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.VI.2.10	уметь провести оценку безопасности.
	30.VI.2.11	знать и уметь описать роль квалифицированного эксперта (в обеспечении радиационной защиты).
	30.VI.2.12	знать и уметь описать роль ответственного за радиационную защиту.
	30.VI.2.13	уметь разработать и осуществлять программу мониторинга рабочих мест.
	30.VI.2.14	знать и уметь изложить соответствующие меры по наблюдению за здоровьем работников (персонала), подвергающихся профессиональному облучению.
	30.VI.2.15	знать и уметь изложить требования, действующие в отношении наблюдения за здоровьем, применительно к сценариями аварийного реагирования.
	30.VI.2.16	знать и уметь объяснить концепцию физической защиты радиоактивных источников.
	30.VI.2.17	уметь провести тестирование на утечку закрытого радиоактивного источника.
	30.VI.2.18	знать и уметь перечислить соответствующие предупредительные знаки радиационной опасности для объекта.
	30.VI.2.19	уметь оценить пригодность мер по защитному экранированию для различных источников излучения и применений.
	30.VI.2.20	уметь разработать рекомендации по предохранительным блокировкам на объекте.
	30.VI.2.21	уметь разработать рекомендации по соответствующим мерам контроля радиоактивного загрязнения в случае различных сценариев.
	30.VI.2.22	уметь разработать соответствующую программу по защите органов дыхания.
	30.VI.2.23	знать и уметь классифицировать зоны в качестве зон контроля или зон наблюдения.
	30.VI.2.24	уметь разработать соответствующие местные правила для объекта.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.VI.2.25	знать и уметь определить требования, действующие в отношении установления границ, дозиметрии и регистрации для зон контроля и зон наблюдения.
	30.VI.2.26	знать и уметь перечислить обязанности государственных органов управления или регулирующего органа в отношении оптимизации.
	30.VI.2.27	знать и уметь объяснить понятие дозовых ограничений.
	30.VI.2.28	знать и уметь перечислить ключевые элементы программы обеспечения качества.
	30.VI.2.29	уметь применять системный подход к разработке учебных курсов.
VI.3 Требования, действующие в отношении облучения населения в ситуациях планируемого облучения.	30.VI.3.01	знать и уметь определить условия, в которых требования Основных норм безопасности, действующие в отношении облучения населения, применяются в ситуациях планируемого облучения.
	30.VI.3.02	знать и уметь кратко изложить конкретные обязанности государственных органов управления и регулирующих органов в отношении облучения населения в ситуациях планируемого облучения.
	30.VI.3.03	знать и уметь изложить общие соображения, касающиеся облучения населения, которые должны учитываться соответствующими сторонами.
	30.VI.3.04	знать и уметь изложить конкретные соображения, касающиеся радиоактивных отходов и сбросов.
	30.VI.3.05	знать и уметь изложить требования, действующие в отношении мониторинга и учета облучения населения в ситуациях планируемого облучения.
	30.VI.3.06	знать и уметь перечислить цели и компоненты программы мониторинга окружающей среды.
	30.VI.3.07	знать и уметь изложить требования, действующие в отношении учета результатов мониторинга окружающей среды.
	30.VI.3.08	знать и уметь описать различные методы отбора проб окружающей среды.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
VI.4. Требования, действующие в отношении медицинского облучения	30.VI.3.09	знать и уметь описать различные цели программ предэксплуатационного, эксплуатационного и послеэксплуатационного мониторинга.
	30.VI.4.01	знать и уметь объяснить, что подразумевается под "медицинским облучением", и перечислить общие обязанности государственных органов управления и регулирующих органов в отношении такого облучения.
	30.VI.4.02	знать и уметь изложить обязанности зарегистрированных лиц и лицензиатов в отношении медицинского облучения.
	30.VI.4.03	знать и уметь объяснить критерии обоснования медицинского облучения.
	30.VI.4.04	знать и уметь описать набор факторов, которые следует учитывать применительно к оптимизации защиты в случае медицинского облучения.
	30.VI.4.05	знать и уметь изложить понятия а) диагностических референтных уровней (ДРУ) и б) дозовых ограничений и порядок их применения.
	30.VI.4.06	уметь объяснить важность обеспечения качества в случае медицинского облучения.
	30.VI.4.07	знать и уметь изложить конкретные требования, действующие в отношении беременных и кормящих грудью женщин.
	30.VI.4.08	знать и уметь изложить конкретные требования, действующие в отношении выписки пациентов после радионуклидной терапии.
	30.VI.4.09	знать и уметь изложить требования, применяемые в случае непреднамеренного или аварийного облучения.
30.VI.4.10	знать и уметь объяснить важность регулярных проверок и ведения регистрационных документов.	

#### **4.6.3. Практические занятия**

(Практические занятия не предусматриваются)

#### **4.6.4. Справочные материалы к части VI**

АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).

#### 4.7. ЧАСТЬ VII: СИТУАЦИИ ПЛАНИРУЕМОГО ОБЛУЧЕНИЯ В НЕМЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЯХ

**Цель:** обеспечить хорошее понимание слушателями практического применения принципов и концепций радиационной защиты в широком диапазоне ситуаций планируемого облучения (кроме медицинского). Слушатели также научатся разрабатывать соответствующие программы радиационной защиты для широкого спектра применений.

##### 4.7.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
VII.1. Безопасность в промышленной радиографии	<b>Промышленная радиография</b> Общий обзор промышленной радиографии; типы облучательных устройств (источники для гамма-радиографии и контейнеры; оборудование рентгеновской радиографии; оборудование для внутренней дефектоскопии трубопроводов; радиография в режиме реального времени); обязанности организаций в отношении использования экранированных помещений/корпусов; процедуры радиографии на объекте контроля; хранение и транспортировка источников; безопасность, связанная с обслуживанием оборудования; программа по радиационной защите: защита работников (персонала); защита населения; аварийная готовность и реагирование; уроки, извлеченные из случаев аварийного облучения в промышленной радиографии; обращение с изъятными из употребления источниками	ЗО.VII.1.01
		ЗО.VII.1.02
		ЗО.VII.1.03
		ЗО.VII.1.04
VII.2. Безопасность на промышленных облучательных установках и ускорителях	<b>Промышленные облучательные установки и ускорители</b> Общий обзор промышленных облучательных установок и ускорителей; обязанности организаций; основные требования, действующие в отношении обеспечения безопасности; конкретные регулирующие требования; особенности конструкции установки; безопасность, связанная с оборудованием; обслуживание; программа по радиационной защите: защита работников (персонала); аварийная готовность и реагирование; уроки, извлеченные из аварийного облучения на промышленных облучательных установках и ускорителях;	ЗО.VII.2.01
		ЗО.VII.2.02
		ЗО.VII.2.03
		ЗО.VII.2.04

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
VII.3. Обеспечение безопасности при использовании ядерных средств измерения и каротажных источников	<p>обращение с изъятыми из употребления источниками</p> <p><b>Ядерные контрольно-измерительные приборы и каротажные источники</b></p> <p>Обзор контрольно-измерительных средств и каротажных устройств; обязанности организаций; основные требования, действующие в отношении обеспечения безопасности; безопасность, связанная с оборудованием; аварийные ситуации, связанные с ядерными контрольно-измерительными приборами и каротажем скважин; извлеченные уроки; программа радиационной защиты; защита работников (персонала) и населения; обращение с изъятыми из употребления источниками</p>	<p>ЗО.VII.3.01</p> <p>ЗО.VII.3.02</p>
VII.4. Безопасность при использовании индикаторов (трассеров)	<p><b>Радиоактивные индикаторы</b></p> <p>Общий обзор применений радиоиндикаторов; обязанности организаций; основные требования, действующие в отношении обеспечения безопасности; программа по радиационной защите. Контроль выбросов (эффлюентов); защита работников (персонала)</p>	<p>ЗО.VII.4.01</p>
VII.5. Безопасность на установках по производству радиоизотопов	<p><b>Установки по производству радиоизотопов</b></p> <p>Общий обзор установок по производству радиоизотопов; организационные обязанности; основные требования, действующие в отношении обеспечения безопасности. Безопасность, связанная с установкой; конкретные регулирующие требования; программа по радиационной защите. Циклотронные установки; контроль выбросов (эффлюентов); защита работников (персонала) и населения; особенности конструкции установки; противоаварийное планирование и аварийная готовность; безопасная перевозка радиоизотопов</p>	<p>ЗО.VII.5.01</p> <p>ЗО.VII.5.02</p> <p>ЗО.VII.5.03</p> <p>ЗО.VII.5.04</p> <p>ЗО.VII.5.05</p>
VII.6. Безопасность ядерных установок	<p><b>Ядерные установки</b></p> <p>Типы установок: завод по изготовлению ядерного топлива, ядерный реактор (включая критические и подкритические сборки, исследовательский реактор, АЭС), хранилище отработавшего топлива, завод по обогащению, перерабатывающий завод; основные</p>	<p>ЗО.VII.6.01</p> <p>ЗО.VII.6.02</p> <p>ЗО.VII.6.03</p>

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>требования, действующие в отношении обеспечения безопасности; средства безопасности и принципы проектирования (резервирование, неодинаковость, физическое разделение, концепция множественных барьеров); программа по радиационной защите; защита работников и населения, противоаварийное планирование и аварийная готовность</p>	
<p>VII.7. Обеспечение безопасности при добыче и обработке сырья</p>	<p><b>Добыча и обработка сырья</b></p> <p>Обзор добычи и обработки сырья; основные требования, действующие в отношении обеспечения безопасности; аспекты регулирования; исключение, изъятие и освобождение от контроля; восстановительные мероприятия; программа радиационной защиты; инженерно-технические средства контроля, например вентиляция; защита работников (персонала) и населения</p>	<p>ЗО.VII.7.01</p> <p>ЗО.VII.7.02</p> <p>ЗО.VII.7.03</p> <p>ЗО.VII.7.04</p> <p>ЗО.VII.7.05</p>
<p>VII.8. Безопасная перевозка радиоактивных материалов</p>	<p><b>Безопасная перевозка</b></p> <p>Терминология в области регулирования; базовые концепции обеспечения безопасности; материалы и упаковки; пределы активности и ограничения в отношении материала; пределы для упаковки и типовое содержимое; требования к материалу, требования к упаковке и ее конструкция; процедуры испытаний материала и упаковки; меры контроля и связь; этикетки, транспортный индекс; делящийся материал; грузоотправитель и обязанности перевозчика; противоаварийное планирование и аварийная готовность; национальные компетентные органы; международные организации и типовые соглашения; международная ответственность и страхование; информационные услуги, предоставляемые МАГАТЭ; подготовка кадров</p>	<p>ЗО.VII.8.01</p> <p>ЗО.VII.8.02</p> <p>ЗО.VII.8.03</p>
<p>VII.9. Безопасность обращения с радиоактивными отходами</p>	<p><b>Обращение с радиоактивными отходами</b></p> <p>Источники радиоактивных отходов, включая медицинские применения, типы отходов, классификация отходов, характеристика отходов. Основные варианты технических решений в области обращения с отходами: разбавление и рассеяние, концентрация и</p>	<p>ЗО.VII.9.01</p> <p>ЗО.VII.9.02</p> <p>ЗО.VII.9.03</p> <p>ЗО.VII.9.04</p> <p>ЗО.VII.9.05</p>



Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>локализация, хранение с целью распада и освобождение от контроля; минимизация отходов. Обращение с отходами перед их захоронением: сбор, разделение, обработка, кондиционирование, надежное хранение</p> <p>Контроль выбросов (эффлюентов): подход к регулирующему контролю, установление разрешенных уровней сбросов. Программы радиационной защиты, осуществляемые на установках для обращения с отходами различного типа. Обращение с изъятими из употребления закрытыми источниками: технические решения и аспекты безопасности. Обращение с отходами от работ по снятию с эксплуатации. Захоронение твердых отходов: варианты захоронения различных типов отходов, принципы безопасности и технологии обеспечения долгосрочной безопасности, методы оценки безопасности. Обращение с отходами от добычи и обработки урана и тория</p> <p>Обращение с отходами от радиоактивных материалов природного происхождения (NORM) и техногенно-усиленного радиоактивного материала природного происхождения (TENORM); очистка загрязненных территорий</p>	
VII.10. Потребительские товары	<p><b>Потребительские товары</b></p>	ЗО.VII.10.01
	<p>Определение и учет конкретной практики.</p>	ЗО.VII.10.02
	<p>Система защиты и безопасности для потребительских товаров. Уведомления и официальные разрешения</p>	ЗО.VII.10.03
	<p>Оптимизация, критерии изъятия из-под регулирующего контроля. Импорт, перевозка и удаление потребительских товаров. Согласование в международных масштабах продажи потребительской продукции населению</p>	

#### 4.7.2. Задачи обучения

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
VII.1. Безопасность в промышленной радиографии	30.VII.1.01	уметь разработать программу радиационной защиты для промышленной радиографии как в случае радиографии на объекте контроля, так и с использованием экранированных помещений/корпусов.
	30.VII.1.02	знать и уметь определить необходимые системы безопасности и предупреждения для рентгенографии на объекте контроля и радиографии с использованием экранированных помещений/корпусов.
	30.VII.1.03	уметь проводить инструктаж о действиях, которые необходимо предпринимать в случае аварийной ситуации, связанной с использованием источника для гамма-радиографии или рентгеновского аппарата.
	30.VII.1.04	знать и уметь определить требования, действующие в отношении маркировки, предупредительных знаков и документации транспортных средств, перевозящих контейнеры, предназначенные для гамма-радиографии.
VII.2. Безопасность на промышленных облучательных установках и ускорителях	30.VII.2.01	знать и уметь описать систему категоризации промышленных облучателей.
	30.VII.2.02	знать и уметь кратко изложить требования, действующие в отношении промышленных облучательных установок и ускорителей
	30.VII.2.03	уметь оценить адекватность систем блокировки и систем предупреждения, установленных на промышленных облучателях и ускорителях.
	30.VII.2.04	уметь выявлять возможные аварии и инциденты, возникновение которых можно реально предвидеть, связанные с промышленными облучателями и ускорителями, и составлять соответствующие противоаварийные планы.

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
VII.3. Обеспечение безопасности при использовании ядерных средств измерения и каротажных источников	30.VII.3.01	знать и уметь описать различные типы ядерных средств измерения, используемых в промышленности, и методы их эксплуатации.
	30.VII.3.02	знать и уметь кратко описать системы безопасности и предупреждения, необходимые для различных категорий средств измерения.
VII.4. Безопасность при использовании индикаторов (трассеров)	30.VII.4.01	уметь разработать программу радиационной защиты для безопасного использования индикаторов (трассеров) в случае различных сценариев.
VII.5. Безопасность на установках по производству радиоизотопов	30.VII.5.01	знать и уметь кратко описать различные процессы, используемые для производства радиоизотопов.
	30.VII.5.02	знать и уметь описать радиологические опасности, связанные с производством радиоизотопов.
	30.VII.5.03	знать и уметь описать методы контроля радиологических опасностей на установках по производству радиоизотопов.
	30.VII.5.04	знать и уметь изложить требования, предъявляемые к программе радиационной защиты на установках по производству радиоизотопов.
	30.VII.5.05	знать и уметь изложить содержание противоаварийных планов, предназначенных для установок по производству радиоизотопов.
VII.6. Безопасность на ядерных установках	30.VII.6.01	знать и уметь описать ядерные реакторы различных типов.
	30.VII.6.02	знать и уметь кратко описать ключевые мероприятия организаций, направленные на обеспечение радиационной защиты.
	30.VII.6.03	знать и уметь изложить основные процедуры обеспечения безопасности, которые следует соблюдать при планировании мер по обеспечению радиационной защиты на ядерной установке.

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
VII.7. Обеспечение безопасности при добыче и обработке сырья	30.VII.7.01	знать и уметь сформулировать какие сырьевые материалы подлежат регулирующему контролю, а какие не входят в сферу применения регулирующего контроля.
	30.VII.7.02	знать и уметь объяснить важность дифференцированного (ранжированного) подхода к операциям по контролю при обработке сырья.
	30.VII.7.03	уметь разработать первоначальную программу мониторинга рабочих мест для оценки величины радиационной опасности при осуществлении работ обработке сырья.
	30.VII.7.04	уметь определить меры по индивидуальному мониторингу, когда это необходимо, для лиц, работающих с сырьем.
	30.VII.7.05	знать и уметь изложить инженерно-технические и административные и административные меры защиты, которые могут быть использованы для ограничения радиационного облучения от сырья.
VII.8. Безопасная перевозка радиоактивных материалов	30.VII.8.01	знать и уметь изложить требования к упаковке и транспортным этикеткам для различных радиоактивных материалов.
	30.VII.8.02	знать и уметь описать эксплуатационные испытания, которые должны пройти транспортные упаковки различных типов.
	30.VII.8.03	знать и уметь перечислить обязанности грузоотправителя и грузополучателя.
VII.9. Безопасность обращения с радиоактивными отходами	30.VII.9.01	знать и уметь изложить обязанности лицензиата/зарегистрированного лица в отношении обращения с отходами и их удаления.
	30.VII.9.02	знать и уметь перечислить различные классы отходов.
	30.VII.9.03	знать и уметь объяснить, как можно свести отходы к минимуму.
	30.VII.9.04	знать и уметь описать методы удаления радиоактивных отходов.

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
	30.VII.9.05	уметь разработать программу по обращению с отходами.
VII.10. Потребительские товары	30.VII.10.01	знать и уметь определить, что является потребительским продуктом.
	30.VII.10.02	знать и уметь перечислить широко доступные потребительские товары и указать наличие радионуклидов в каждом из них.
	30.VII.10.03	знать и уметь описать процесс обоснования и оптимизации данного типа потребительских товаров.

#### 4.7.3. Практические занятия

№	Практические занятия	Тип
VII-1	Визит на установку для промышленной радиографии	Технический визит
VII-2	Визит на облучательную установку или ускоритель для промышленного или исследовательского использования	Технический визит
VII-3	Визит на установку по производству радиоизотопов	Технический визит
VII-4	Подготовка организационной схемы и основных элементов программы по радиационной защите на промышленной установке (промышленная радиография или облучательная установка)	Изучение конкретного примера
VII-5	Применение принципа "разумно достижимый низкий уровень" (ALARA) для профессионального облучения	Изучение конкретного примера
VII-6	Испытание на утечку закрытых источников	Лабораторные занятия Практические занятия
VII-7	Использование средств индивидуальной защиты на ядерных установках	Демонстрация
VII-8	Выбор индивидуального дозиметра и приборов дозиметрического контроля	Демонстрация
VII-9	Подготовка лаборатории для временной работы с открытыми источниками	Демонстрация
VII-10	Контроль рабочего места — внешнее излучение; выбор приборов; интерпретация результатов	Демонстрация

VII-11	Контроль рабочего места для выявления радиоактивного загрязнения поверхностей и воздуха; использование суммарных альфа- и бета-измерений и гамма-спектрометрии и методов отбора проб воздуха	Демонстрация
VII-12	Дезактивация поверхностей	Лабораторные занятия Практические занятия
VII-13	Определение индивидуальной дозы от радиоактивного загрязнения воздуха	Изучение конкретного примера
VII-14	Ведение документации по индивидуальным дозам; меры по сокращению дозы, специальный контроль, последующие меры	Изучение конкретного примера
VII-15	Сопоставление доз облучения персонала, прогнозируемых на основе мониторинга рабочих мест, с результатами индивидуального дозиметрического контроля в смешанных полях излучения	Изучение конкретного примера

#### 4.7.4. Справочные материалы к части VII

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiological Safety Aspects of the Operation of Electron Linear Accelerators, Technical Reports Series No. 188, IAEA, Vienna (1979).

- The Radiological Accident in San Salvador, IAEA, Vienna (1990).

- The Radiological Accident in Soreq, IAEA, Vienna (1993).

- Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, Safety Reports Series No. 7, IAEA, Vienna (1998).

- Радиационная защита и обращение с радиоактивными отходами при эксплуатации атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.7, МАГАТЭ, Вена (2005).

- Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry, Safety Reports Series No. 34, IAEA, Vienna (2003).

- Industry — A Guidebook, Technical Reports Series No.423, IAEA, Vienna (2004).

- Radiotracer Applications in Industry — A Guidebook, Technical Reports Series No. 423, IAEA, Vienna (2004).

- Обращение с радиоактивными отходами, образующимися в результате использования радиоактивных материалов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве, исследованиях и образовании, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № WSG2.7, МАГАТЭ (2006).

- Аспекты радиационной защиты при проектировании атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-1.13, МАГАТЭ, Вена (2008).
  - Безопасность исследовательских реакторов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-R-4, МАГАТЭ (2010).
  - Safety of radiation generators and sealed radioactive sources, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.10, IAEA, Vienna (2006).
  - Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. TS-G-1.3, IAEA, Vienna (2007).
  - Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Design and Operation of Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-4.6, IAEA, Vienna (2008).
  - Safety of nuclear fuel cycle facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSR-5, IAEA, Vienna (2008).
  - Классификации радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-1, МАГАТЭ (2014).
  - Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 5, МАГАТЭ, Вена (2010).
  - Radiation Safety of Gamma, Electron and X Ray Irradiation Facilities, IAEA Safety Standards Series No. SSG-8, IAEA, Vienna (2010).
  - Radiation Safety in Industrial Radiography, IAEA Safety Standards Series No. SSG-11, IAEA, Vienna (2011).
  - Radiation Safety for Consumer Products, IAEA Safety Standards Series No. SSG-36, IAEA, Vienna (2016).
  - Безопасность установок ядерного топливного цикла, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-4 (2018).
  - Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-6 (Rev. 1), МАГАТЭ, Вена (2019).
  - Regulatory control of radioactive discharges to the environment, IAEA Safety Standards Series No. GSG-9, IAEA, Vienna (2018).
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. GSG-7, IAEA, Vienna (2018).

#### 4.8. ЧАСТЬ VIII: СИТУАЦИИ ПЛАНИРУЕМОГО ОБЛУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНСКИХ ПРИМЕНЕНИЯХ

**Цель:** обеспечить общее понимание слушателями применения принципов радиационной защиты в медицинских учреждениях.

##### 4.8.1. Содержание

<b>Модуль</b>	<b>Содержание</b>	<b>Задача обучения (ЗО №)</b>
VIII.1. Общие вопросы	<b>Общие принципы</b>	ЗО.VIII.1.01
	Медицинское облучение для целей диагностики и лечения; регистрация специалистов; лицензиаты; роль и обязанности врача-радиолога, медицинского физик и технологов лучевой терапии	ЗО.VIII.1.02 ЗО.VIII.1.03 ЗО.VIII.1.04
	<b>Подготовка кадров</b>	ЗО.VIII.1.05
	Работники, которые должны пройти подготовку; содержание программ обучения; обновление программ; подготовка на курсах повышения квалификации	ЗО.VIII.1.06 ЗО.VIII.1.07
	<b>Непреднамеренное и аварийное медицинское облучение</b>	
	Выявление и расследование случаев непреднамеренного и аварийного медицинского облучения; представление в надлежащих случаях отчетов регулирующему органу; извлеченные уроки и обратная связь для учета опыта в практической деятельности	
	<b>Регистрационные записи</b>	
	Определение подлежащей регистрации информации, относящейся к конкретному типу медицинского облучения	



Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
VIII.2. Процедуры диагностической радиологии и интервенционные процедуры с визуальным контролем	<b>Введение</b>	ЗО.VIII.2.01
	Принципы радиационной защиты, применяемые к процедурам диагностической радиологии и интервенционным процедурам с визуальным контролем	ЗО.VIII.2.02 ЗО.VIII.2.03 ЗО.VIII.2.04
	<b>Обоснование</b>	ЗО.VIII.2.05
	Уровни обоснования; особые случаи — беременность; педиатрические пациенты; альтернативные методы; оценка ущерба; руководящие принципы направления пациентов на обследование/процедуры	ЗО.VIII.2.06 ЗО.VIII.2.07 ЗО.VIII.2.08 ЗО.VIII.2.09
	<b>Оптимизация</b>	ЗО.VIII.2.10
	<b><i>Соображения, касающиеся проектных решений для оборудования</i></b>	ЗО.VIII.2.11 ЗО.VIII.2.12
	Международные требования или стандарты (МЭК, ИСО) для генераторов излучения; основные технические характеристики; регулярные проверки и техническое обслуживание	ЗО.VIII.2.13 ЗО.VIII.2.14 ЗО.VIII.2.15
	<b><i>Операционные соображения</i></b>	ЗО.VIII.2.16
	Выбор соответствующего оборудования; факторы, влияющие на дозу пациента и выбор техники и параметров для обеспечения минимального облучения пациентов при достижении клинической цели; облучение беременных женщин; использование защитного экранирования для органа	ЗО.VIII.2.17 ЗО.VIII.2.18 ЗО.VIII.2.19 ЗО.VIII.2.20
	<b><i>Калибровка</i></b>	ЗО.VIII.2.21
	Калибровка генераторов излучения, включая величины, протоколы и прослеживаемость; калибровка дозиметров	ЗО.VIII.2.22 ЗО.VIII.2.23 ЗО.VIII.2.24
	<b><i>Дозиметрия пациентов</i></b>	ЗО.VIII.2.25
	Оценка типичных доз для общих радиологических процедур и интервенционных процедур с визуальным контролем	ЗО.VIII.2.26 ЗО.VIII.2.27
	<b><i>Диагностические референтные уровни (ДРУ) и дозовые ограничения</i></b>	ЗО.VIII.2.28
	Диагностические референтные уровни (ДРУ) для пациентов, установленные на основе соответствующих обследований; дозовые ограничения для лиц, осуществляющих уход за пациентами и обеспечивающих их комфорт	

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p><b>Программа обеспечения качества (ОК) при медицинском облучении</b></p> <p>Организационные элементы; приемочные испытания и плановое тестирование оборудования; периодически проводимые аудиты и оценочные проверки</p> <p><b>Непреднамеренное и аварийное медицинское облучение</b></p> <p>Примеры</p> <p><b>Контроль за профессиональным облучением и облучением населения. Оценки безопасности, особенности</b></p> <p>Контроль профессионального облучения: особенности, связанные с конструкцией или дизайном, источник профессионального облучения, определение зон, примеры местных правил, персонал, рассматриваемый как подвергающийся профессиональному облучению, и соответствующие методы оценки доз, средства индивидуальной защиты, определение уровней исследований, дозовые ограничения. Контроль облучения населения: источники облучения населения, меры по обеспечению контроля за облучением населения (проектные/конструкторские решения, контроль за посетителями, сигналы). Оценка безопасности: определение аспектов, которые необходимо учитывать при оценке безопасности, рисков и возможных аварий</p>	
VIII.3. Ядерная медицина: диагностика и терапия	<p><b>Введение</b></p> <p>Принципы радиационной защиты, применимые к процедурам ядерной медицины</p> <p><b>Обоснование</b></p> <p>Уровни обоснования; особые случаи — беременность; педиатрические пациенты; кормящие грудью женщины; альтернативные методы; оценка ущерба</p> <p>Руководящие принципы направления пациентов на обследование/процедуры</p>	<p>ЗО.VIII.3.01</p> <p>ЗО.VIII.3.02</p> <p>ЗО.VIII.3.03</p> <p>ЗО.VIII.3.04</p> <p>ЗО.VIII.3.05</p> <p>ЗО.VIII.3.06</p> <p>ЗО.VIII.3.07</p> <p>ЗО.VIII.3.08</p> <p>ЗО.VIII.3.09</p> <p>ЗО.VIII.3.10</p> <p>ЗО.VIII.3.11</p>

**Оптимизация** 30.VIII.3.12

***Соображения, касающиеся проектных решений для оборудования*** 30.VIII.3.13

Международные требования или стандарты (МЭК, ИСО) для визуализирующих устройств; основные технические характеристики детекторов и мониторов излучения; регулярные проверки и техническое обслуживание

***Операционные соображения***

Выбор соответствующего оборудования и радиофармпрепаратов; факторы, влияющие на дозу пациента; сведение к минимуму облучения пациента (разница в подходе между диагностическими и терапевтическими процедурами); облучение беременных женщин; облучение кормящих грудью женщин

***Калибровка***

Калибровка источников, включая величины, протоколы и прослеживаемость; калибровка дозиметров

***Дозиметрия пациентов***

Определение дозы в ядерной медицине (диагностика и терапия): Введение в предмет: схема MIRD для расчета дозы

***Диагностические референтные уровни (ДРУ) и дозовые ограничения***

Диагностические референтные уровни (ДРУ) для пациентов, установленные на основе соответствующих обследований; дозовые ограничения для лиц, осуществляющих уход за пациентами и обеспечивающих их комфорт

***Программа обеспечения качества (ОК) при медицинском облучении***

Организационные элементы; приемочные испытания и плановое тестирование оборудования; периодически проводимые аудиты и оценочные проверки

***Выписка пациентов после терапии***

Активность у пациентов, выписываемых после лечения методами ядерной медицины

***Непреднамеренное и аварийное медицинское облучение***

Примеры

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p><b>Контроль за профессиональным облучением и облучением населения. Оценки безопасности, особенности</b></p> <p>Контроль профессионального облучения: особенности, связанные с конструкцией или дизайном, источник профессионального облучения, определение зон, примеры местных правил, персонал, рассматриваемый как подвергающийся профессиональному облучению, и соответствующие методы оценки доз, средства индивидуальной защиты, определение уровней исследований, дозовые ограничения. Контроль облучения населения: источники облучения населения, меры по обеспечению контроля за облучением населения (проектные/конструкторские решения, контроль за посетителями, сигналы). Оценка безопасности: определение аспектов, которые необходимо учитывать при оценке безопасности, рисков и возможных аварий</p>	
VIII.4. Лучевая терапия	<p><b>Введение</b></p> <p>Принципы радиационной защиты, применимые к процедурам лучевой терапии (телетерапии и брахитерапии)</p> <p><b>Обоснование</b></p> <p>Уровни обоснования; особые случаи — беременность; педиатрические пациенты; альтернативные методы; оценка ущерба</p> <p><b>Оптимизация</b></p> <p><i>Соображения, касающиеся проектных решений для оборудования</i></p> <p>Международные требования или стандарты (МЭК, ИСО) для генераторов излучения и радиоактивных источников; регулярные проверки и техническое обслуживание</p> <p><i>Операционные соображения</i></p> <p>Доставка предписанной дозы в планируемый объем мишени при обеспечении облучения других объемов на разумно достижимом низком уровне.</p> <p>Введение в концепцию распределения дозы и ее использование для планирования лечения; использование защитного экранирования для органа; облучение женщин, сохраняющих</p>	<p>ЗО.VIII.4.01</p> <p>ЗО.VIII.4.02</p> <p>ЗО.VIII.4.03</p> <p>ЗО.VIII.4.04</p> <p>ЗО.VIII.4.05</p> <p>ЗО.VIII.4.06</p> <p>ЗО.VIII.4.07</p> <p>ЗО.VIII.4.08</p> <p>ЗО.VIII.4.09</p> <p>ЗО.VIII.4.10</p> <p>ЗО.VIII.4.11</p> <p>ЗО.VIII.4.12</p> <p>ЗО.VIII.4.13</p>

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>репродуктивную способность</p> <p><b>Калибровка</b></p> <p>Калибровка источников, включая величины, протоколы и прослеживаемость; калибровка дозиметров</p> <p><b>Дозиметрия пациентов</b></p> <p>Введение в дозиметрию пациентов в телетерапии и брахитерапии.</p> <p><b>Программа обеспечения качества (ОК) при медицинском облучении</b></p> <p>Организационные элементы; приемочные испытания и плановое тестирование оборудования; периодически проводимые аудиты и оценочные проверки</p> <p><b>Непреднамеренное и аварийное облучение</b></p> <p>Примеры</p> <p><b>Контроль за профессиональным облучением и облучением населения. Оценки безопасности, особенности</b></p> <p>Контроль профессионального облучения: особенности, связанные с конструкцией или дизайном, источник профессионального облучения, определение зон, примеры местных правил, лица, рассматриваемые как подвергающиеся профессиональному облучению, и соответствующие методы оценки доз, средства индивидуальной защиты, определение уровней исследований, дозовые ограничения. Контроль облучения населения: источники облучения населения, меры по обеспечению контроля за облучением населения (проектные/конструкторские решения, контроль за посетителями, сигналы), пациенты, получающие постоянные имплантаты. Оценка безопасности: определение аспектов, которые необходимо учитывать при оценке безопасности, рисков и возможных аварий</p>	

#### 4.8.2. Задачи обучения

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
VIII.1. Общие вопросы	30.VIII.1.01	знать и уметь описать различные виды практической деятельности, которые связаны с медицинским облучением ионизирующим излучением.
	30.VIII.1.02	знать и уметь изложить цель (цели) оптимизации медицинского облучения.
	30.VIII.1.03	знать и уметь объяснить, как получают и применяются производные диагностические референтные уровни (ПДРУ).
	30.VIII.1.04	знать и уметь перечислить категории радиологического медицинского персонала, изложить его обязанности и функции и указать квалификацию и компетенции, необходимые для каждой обязанности.
	30.VIII.1.05	знать и уметь объяснить, что подразумевается под терминами "непреднамеренное" и "аварийное" медицинское облучение.
	30.VIII.1.06	уметь планировать расследование случаев непреднамеренного и аварийного медицинского облучения.
	30.VIII.1.07	знать и уметь объяснить использование систем SAFRAD ("Безопасность в радиационной онкологии") и SAFRON ("Безопасность в радиационной онкологии").
VIII.2. Процедуры диагностической радиологии и интервенционные процедуры с визуальным контролем	30.VIII.2.01	знать и уметь описать принципы и технологии, связанные с диагностической радиологией.
	30.VIII.2.02	уметь применить три уровня обоснования к исследованию методом диагностической радиологии.
	30.VIII.2.03	знать и уметь описать факторы, определяющие "целесообразность" применения данного медицинского оборудования для диагностической радиологии.
	30.VIII.2.04	знать и уметь описать аспекты, которые следует рассматривать как часть общих конструктивных решений.
	30.VIII.2.05	знать и уметь перечислить конкретные конструктивные решения, связанные с технологиями диагностической радиологии.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.VIII.2.06	знать и уметь объяснить требования, действующие в отношении технического обслуживания, и важность их выполнения применительно к аппаратуре для диагностической радиографии.
	30.VIII.2.07	знать и уметь описать, как оптимизация дозы пациента в диагностической радиологии зависит от операционных соображений.
	30.VIII.2.08	знать и уметь изложить конкретные операционные соображения, касающиеся оптимизации дозы пациента, в случае различных методов диагностической радиологии.
	30.VIII.2.09	знать и уметь изложить информацию о важности дозиметрии применительно к пациентам в процессе оптимизации защиты пациентов.
	30.VIII.2.10	знать и уметь применять концепцию "типичной дозы" в процессе оптимизации.
	30.VIII.2.11	знать и уметь объяснить методологии прямой и косвенной оценки дозы пациента при проведении процедур диагностической радиологии и интервенционных процедур с визуальным контролем.
	30.VIII.2.12	знать и уметь описать операционные величины, которые могут быть использованы для определения дозы пациента при проведении процедур диагностической радиологии.
	30.VIII.2.13	знать и уметь применить концепцию диагностических референтных уровней (ДРУ) при оптимизации доз пациентов в диагностической радиологии.
	30.VIII.2.14	знать и уметь объяснить величины, используемые для ДРУ в диагностической радиологии.
	30.VIII.2.15	знать и уметь объяснить, как получаются ДРУ и как они используются на практике.
	30.VIII.2.16	знать и уметь объяснить отличие ДРУ от дозовых ограничений.
	30.VIII.2.17	знать и уметь изложить цели программы обеспечения качества (ОК) в диагностической радиологии и описать основные компоненты такой программы.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.VIII.2.18	знать и уметь объяснить разницу между обеспечением качества (ОК) и контролем качества (КК) в контексте диагностической радиологии.
	30.VIII.2.19	знать и уметь перечислить системы, которые будут проверяться в рамках программы ОК, и объяснить, почему это важно.
	30.VIII.2.20	знать и уметь перечислить соответствующие опубликованные нормы (стандарты) применительно к принятым допускам при тестировании в рамках программы ОК.
	30.VIII.2.21	знать и уметь объяснить возможный серьезный ущерб, который может быть получен в результате проведения процедур диагностической радиологии, и последствия неприменения надлежащей практики.
	30.VIII.2.22	знать и уметь объяснить, почему необходимо уделять особое внимание беременным пациенткам в контексте обеспечения радиационной защиты.
	30.VIII.2.23	знать и уметь изложить различные аспекты радиационного риска для эмбриона/плода во время беременности.
	30.VIII.2.24	знать и уметь применять соответствующие протоколы для выявления возможной беременности.
	30.VIII.2.25	знать и уметь объяснить значение беременности в процессе обоснования.
	30.VIII.2.26	знать и уметь описать надлежащую структуру обеспечения радиационной безопасности в контексте диагностической радиологии.
	30.VIII.2.27	знать и уметь применить основные требования, действующие в отношении контроля профессионального облучения и облучения населения, в контексте диагностической радиологии.
	30.VIII.2.28	знать и уметь изложить ключевые аспекты, которые необходимо учитывать при проведении оценки безопасности применительно к медицинской радиологической установке.



<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b> По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
VIII.3. Ядерная медицина: диагностика и терапия	30.VIII.3.01	знать и уметь объяснить, что подразумевается под термином "ядерная медицина" и как он применяется к диагностике и терапии.
	30.VIII.3.02	знать и уметь изложить общие соображения, касающиеся обоснования процедур визуализации и терапии в ядерной медицине.
	30.VIII.3.03	знать и уметь кратко изложить конкретные вопросы, касающиеся обоснования применения процедур ядерной медицины в отношении беременных или кормящих грудью пациенток.
	30.VIII.3.04	знать и уметь описать конкретные вопросы, касающиеся обоснования процедур ядерной медицины для педиатрических пациентов.
	30.VIII.3.05	знать и уметь изложить конкретные вопросы, касающиеся обоснования процедур ядерной медицины для добровольцев, участвующих в биомедицинских исследованиях.
	30.VIII.3.06	знать и уметь описать оборудование, применяемое в ядерной медицине, и для каких исследований или методов лечения оно может применяться.
	30.VIII.3.07	знать и уметь объяснить важность проведения рутинного (регламентного) тестирования и калибровки применительно к ядерной медицине.
	30.VIII.3.08	знать и уметь изложить общие операционные соображения, касающиеся оптимизации дозы пациента в контексте ядерной медицины.
	30.VIII.3.09	знать и уметь объяснить важность проведения калибровки источников, используемых в ядерной медицине, и где можно найти подробные руководящие материалы по применяемым протоколам.
	30.VIII.3.10	знать и уметь объяснить важность калибровки дозокалибраторов.
	30.VIII.3.11	знать и уметь описать схему MIRD для расчета дозы.
	30.VIII.3.12	знать и уметь объяснить факторы, которые должны учитываться при выписке пациентов, прошедших исследования или лечение методами ядерной медицины.
	30.VIII.3.13	знать и уметь применить основные требования, действующие в отношении контроля профессионального облучения и облучения

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
VIII.4. Лучевая терапия		населения, в контексте ядерной медицины.
	30.VIII.4.01	знать и уметь изложить основные принципы и цели лучевой терапии.
	30.VIII.4.02	знать и уметь описать основные методы лучевой терапии и используемое оборудование.
	30.VIII.4.03	знать и уметь изложить общие соображения, касающиеся обоснования процедур лучевой терапии.
	30.VIII.4.04	знать и уметь изложить общие операционные соображения, касающиеся оптимизации дозы пациента в лучевой терапии.
	30.VIII.4.05	знать и уметь объяснить понятие планирования лечения.
	30.VIII.4.06	знать и уметь описать протоколы калибровки и объяснить относительные величины.
	30.VIII.4.07	знать и уметь объяснить необходимость обеспечения качества (ОК) и контроля качества (КК) в контексте лучевой терапии.
	30.VIII.4.08	знать и уметь описать основные процедуры контроля качества (КК) для оборудования внешней лучевой терапии, симуляторов, системы планирования лечения, доставки доз.
	30.VIII.4.09	знать и уметь описать основные процедуры контроля качества (КК) для устройств дистанционного последовательного введения источника (афтерлодинга) с низкими (НМД) и высокими мощностями дозы (ВМД).
	30.VIII.4.10	знать и уметь описать основные понятия и величины, связанные с дозиметрией пациентов в контексте лучевой терапии.
	30.VIII.4.11	знать и уметь описать пути, которые потенциально могут привести к непреднамеренному или аварийному облучению в лучевой терапии.
	30.VIII.4.12	знать и уметь применять основные требования, действующие в отношении контроля профессионального облучения и облучения населения, в контексте лучевой терапии.
30.VIII.4.13	знать и уметь описать основные аспекты проектирования с уделением особого внимания защитному экранированию в случае установок для лучевой терапии.	

### 4.8.3. Практические занятия

№	Практические занятия	Тип
VIII-1	Определение доз, получаемых пациентами	Демонстрация
VIII-2	Оптимизация защиты пациентов при проведении процедур диагностической радиологии и интервенционных процедур с визуальным контролем	Демонстрация
VIII-3	Оптимизация защиты пациентов в ядерной медицине и лучевой терапии	Демонстрация
VIII-4	Процедуры контроля качества (КК) при медицинских применениях	Изучение конкретного примера
VIII-5	Визит в лечебное учреждение: отделения радиологии, радиотерапии, ядерной медицины; демонстрация процедур и описание информации, подлежащей регистрации	Технический визит
VIII-6	Анализ аварий, связанных с медицинским облучением	Изучение конкретного примера
VIII-7	Подготовка организационной схемы и основных элементов программы по радиационной защите в лечебном учреждении (радиотерапия, диагностическая радиология или ядерная медицина)	Изучение конкретного примера
VIII-8	Расчеты защитного экранирования для рентгеновской установки	Практические занятия

### 4.8.4. Справочные материалы к части VIII

EUROPEAN COMMISSION, Criteria for Acceptability of Medical Radiological Equipment used in Diagnostic Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy, Radiation Protection No. 162, EC, Luxembourg (2012).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Accidental Overexposure of Radiotherapy Patients in San José, Costa Rica, IAEA, Vienna (1998).

- Lessons Learned from Accidental Exposures in Radiotherapy, Safety Reports Series No. 17, IAEA, Vienna (2000).

- Investigation of an Accidental Exposure of Radiotherapy Patients in Panama, IAEA, Vienna (2001).

- Radiological Protection of Patients in Diagnostic and Interventional Radiology, Nuclear Medicine and Radiotherapy, Proceedings Series, IAEA, Vienna (2001).

- Оптимизация радиационной защиты при контроле облучения персонала, Серия докладов по безопасности, № 21, МАГАТЭ, Вена (2003).

- Accidental Overexposure of Radiotherapy Patients in Bialystok, IAEA, Vienna (2004).
- Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine, Safety Reports Series No 40, IAEA, Vienna, (2005).
- Applying Radiation Safety Standards in Diagnostic Radiology and Interventional Procedures Using X Rays, Safety Reports Series No 39, IAEA, Vienna, (2006).
- Applying Radiation Safety Standards in Radiotherapy, Safety Reports Series No 38, IAEA, Vienna, (2006).
- Nuclear Medicine Resources Manual, IAEA, Vienna, (2006).
- Radiation Protection in the Design of Radiotherapy Facilities, Safety Reports Series No 47, IAEA, Vienna, (2006).
- Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Technical Reports Series No. 457, IAEA, Vienna (2007).
- Release of Patients After Radionuclide Therapy, Safety Reports Series No. 63, IAEA, Vienna, (2009).
- Radiation Protection in Paediatric Radiology, Safety Reports Series No. 71, IAEA, Vienna, (2012).
- Diagnostic Radiology Physics - A Handbook for Teachers and Students, IAEA, Vienna (2014).
- Nuclear Medicine Physics - A Handbook for Teachers and Students, IAEA, Vienna (2015).
- Radiation Protection of Patients Website, IAEA, Vienna. Доступ на: <https://rpop.iaea.org>.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Occupational Radiation Protection, IAEA Safety Standards Series No. GSG-7, IAEA, Vienna (2018).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation, IAEA Safety Standards Series No. SSG-46, IAEA, Vienna (2018).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedure, Publication No. 85, Ann ICRP 30(2), Elsevier Science Ltd, Oxford (2000).

- Prevention of Accidents to Patients Undergoing Radiation Therapy, Publication No. 86, Ann ICRP 30(3), Elsevier Science Ltd, Oxford (2000).

- Prevention of High-dose- rate Brachytherapy Accidents, Publication No. 97, Ann ICRP 35(2), Elsevier Science Ltd, Oxford (2005).

- Radiological Protection in Medicine, ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37 (6), Elsevier Science Ltd, Oxford (2007).

- Preventing Accidental Exposures from New External Beam Radiation Therapy Technologies, Publication No. 112, Ann ICRP 39(4), Elsevier Science Ltd, Oxford (2009).
- Radiological Protection in Cardiology, Publication No. 120, Ann ICRP 42(1), Elsevier Science Ltd, Oxford (2013).
- Radiological Protection in Paediatric Diagnostic and Interventional Radiology, Publication No. 121, Ann ICRP 42(2), Elsevier Science Ltd, Oxford (2013).

#### 4.9. ЧАСТЬ IX: СИТУАЦИИ АВАРИЙНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И АВАРИЙНАЯ ГОТОВНОСТЬ И РЕАГИРОВАНИЕ

**Цель:** обеспечить понимание слушателями основных требований, действующих в отношении защиты в случае ситуаций аварийного облучения. Обеспечить понимание слушателями системы аварийной готовности и реагирования, включая базовые требования, принципы, цели, базис планирования, защитные меры и другие меры реагирования и коммуникацию с населением. Слушатели также получают знания о мероприятиях, которые должны выполняться для обеспечения эффективного и действенного реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации.

##### 4.9.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
IX.1 Базовые требования и принципы	<b>Требования Основных нормы безопасности</b>	ЗО.IX.1.01
	Область применения Общие требования: система управления аварийными ситуациями Облучение населения: аварийная готовность и реагирование Облучение аварийных работников: меры по контролю облучения аварийных работников Меры по подготовке к переходу от ситуации аварийного облучения к ситуации существующего облучения	
	<b>Общие принципы</b>	ЗО.IX.1.02
	Цели аварийной готовности и реагирования; принципы и концепция дозы, используемые в ситуациях аварийного облучения; пути облучения и основные методы радиационной защиты в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации; основные защитные меры в случае аварийных выбросов в окружающую среду; виды аварийных ситуаций и уроки, извлеченные из прошлых аварийных событий	
IX.2 Базис планирования на случай ситуаций аварийного облучения	<b>Базис планирования</b>	ЗО.IX.2.01
	Оценка опасностей; категории аварийной готовности; использование D-величин для оценки опасностей; концепции операций в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации	ЗО.IX.2.02

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
IX.3 Стратегии защиты в случае ситуаций аварийного облучения	<p><b>Стратегия защиты</b></p> <p>Разработка стратегий защиты в случае ситуаций аварийного облучения на этапе планирования; оптимизация стратегий защиты на этапе реагирования; общие критерии и действующие уровни вмешательства, используемые при принятии решений</p>	<p>ЗО.IX.3.01</p> <p>ЗО.IX.3.02</p> <p>ЗО.IX.3.03</p> <p>ЗО.IX.3.04</p>
IX.4 Защита населения и защита работников (персонала)	<p><b>Защитные действия и другие меры реагирования</b></p> <p>Меры по смягчению последствий ядерной или радиологической аварийной ситуации; защитные действия во время ядерных аварийных ситуаций; защитные действия во время радиологических аварийных ситуаций, защита аварийных работников и лиц, оказывающих помощь в аварийной ситуации</p>	<p>ЗО.IX.4.01</p> <p>ЗО.IX.4.02</p>
IX.5 Система и мероприятия по управлению аварийными ситуациями	<p><b>Система управления аварийными ситуациями</b></p> <p>Функции и обязанности в области аварийной готовности и реагирования; организации, осуществляющие общее аварийное реагирование; система управления операциями при инциденте; интеграция и координация реагирования</p>	<p>ЗО.IX.5.01</p>
IX.6 Радиологическая оценка	<p><b>Радиологическая оценка</b></p> <p>Мониторинг окружающей среды в аварийных ситуациях; поле излучения и методы мониторинга загрязнения; полевой отбор проб и измерения проб; проблемы мониторинга окружающей среды; мониторинг населения; прогнозы доз; оценка дозы внешнего облучения и оценка дозы внутреннего облучения; действия по дезактивации</p>	<p>ЗО.IX.6.01</p>
IX.7 Медицинское реагирование в ситуациях аварийного облучения	<p><b>Медицинское реагирование</b></p> <p>Обязанности и управление медицинским реагированием (догоспитальным и госпитальным); сортировка жертв; диагностика и лечение; физическая и биологическая дозиметрия (ее применение для диагностики, лечения и прогнозирования); подготовка лиц, участвующих в оказании медицинской помощи жертвам (медицинский, парамедицинский)</p>	<p>ЗО.IX.7.01</p> <p>ЗО.IX.7.02</p> <p>ЗО.IX.7.03</p> <p>ЗО.IX.7.04</p> <p>ЗО.IX.7.05</p>

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	персонал); психологические последствия	
IX.8 Инструктаж и коммуникация с населением в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации	<b>Инструктаж и коммуникация с населением</b>	30.IX.8.01
	Предупреждение и инструктаж населения на подвергшихся радиационному воздействию территориях; восприятие риска; цели коммуникации в случае аварийной ситуации; основные компоненты планирования коммуникации с населением; концепции коммуникации в случае радиационной аварийной ситуации; коммуникация по вопросам опасности для здоровья	30.IX.8.02
IX.9 Планы и процедуры, тренировки и учения	<b>Элементы инфраструктуры</b>	30.IX.9.01
	Шаговый подход к разработке планов и процедур противоаварийного реагирования; содержание планов и процедур противоаварийного реагирования; концепция комплексного планирования; разработка и осуществление программ подготовки и обеспечения соответствующих компетенций у лиц на ключевых должностях в организации, осуществляющей аварийное реагирование; подготовка, поведение и оценка учений по аварийному реагированию	30.IX.9.02
IX.10 Международные механизмы	<b>Роль МАГАТЭ</b>	30.IX.10.01
	Роль МАГАТЭ в обеспечении аварийной готовности и реагирования; Нормы безопасности МАГАТЭ в области аварийной готовности и реагирования; Сеть реагирования и оказания помощи МАГАТЭ (РАНЕТ)	30.IX.10.02

#### 4.9.2. Задачи обучения

Задачи обучения		
Модуль	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
IX.1 Базовые требования и принципы	30.IX.1.01	знать и уметь кратко изложить основные требования, действующие в отношении ситуаций аварийного облучения.



Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
IX.2 Базис планирования на случай аварийных ситуаций	30.IX.1.02	знать и уметь объяснить общие принципы защиты от ситуаций аварийного облучения.
	30.IX.2.01	знать и уметь описать радиологические аварии различного типа.
	30.IX.2.02	знать и уметь описать некоторые крупные аварии и дать анализ уроков, которые необходимо извлечь.
IX.3 Стратегии защиты в случае ситуаций аварийного облучения	30.IX.3.01	знать и уметь применить методологию определения категорий угроз для практической деятельности.
	30.IX.3.02	знать и уметь объяснить понятия зон и территорий противоаварийного планирования.
	30.IX.3.03	знать и уметь описать Международную шкалу ядерных событий (ИНЕС)
	30.IX.3.04	знать и уметь описать рекомендуемую общую структуру организации, осуществляющей реагирование на ядерные и радиологические аварийные ситуации.
IX.4 Защита населения и защита работников (персонала)	30.IX.4.01	знать и уметь изложить цель составления противоаварийного плана.
	30.IX.4.02	знать и уметь перечислить основные элементы противоаварийных планов и процедур.
IX.5 Система и мероприятия по управлению аварийными ситуациями	30.IX.5.01	знать и уметь перечислить основные задачи лиц и организаций, отвечающих за инициирование реагирования, проведение радиологической оценки, принятие первых ответных мер (экстренное реагирование) и контроль ситуации на местах.
IX.6 Радиологическая оценка	30.IX.6.01	знать и уметь описать основной элемент, который необходимо учитывать при проведении радиологической оценки.
IX.7 Медицинское реагирование в ситуациях аварийного облучения	30.IX.7.01	знать и уметь изложить задачи служб аварийной медицинской помощи на площадке и за ее пределами.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>Описание</b>	
<b>№</b>	По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:	
	30.IX.7.02	знать и уметь описать процесс проведения мониторинга населения.
	30.IX.7.03	знать и уметь изложить функции приемного центра.
	30.IX.7.04	знать и уметь перечислить соответствующие физические и биологические методы дозиметрии, используемые для диагностики и лечения.
	30.IX.7.05	знать и уметь объяснить значение психологического воздействия ядерных или радиологических аварий и изложить действия, направленные на уменьшение и устранение психологических последствий.
IX.8 Инструктаж и коммуникация с населением в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации	30.IX.8.01	знать и уметь кратко описать методы коммуникации со средствами массовой информации и населением в аварийной ситуации.
	30.IX.8.02	знать и уметь перечислить темы, по которым необходимо осуществлять коммуникацию.
IX.9 Планы и процедуры, тренировки и учения	30.IX.9.01	знать и уметь изложить подход к разработке планов и процедур реагирования в случае аварийной ситуации.
	30.IX.9.02	знать и уметь кратко изложить содержание планов и процедур реагирования в случае аварийной ситуации.
IX.10 Международные механизмы	30.IX.10.01	знать и уметь описать роль МАГАТЭ в обеспечении аварийной готовности и реагирования.
	30.IX.10.02	знать и уметь перечислить основные Нормы безопасности и публикации МАГАТЭ в области аварийной готовности и реагирования.

#### 4.9.3. Практические занятия

<b>№</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Тип</b>
IX-1	Применение некоторых моделей для оценки дозы в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации или ситуации длительного облучения	Лабораторные занятия

IX-2	Реагирование на гипотетическую аварийную ситуацию: потеря источника, используемого для гамма-радиографии	Изучение конкретного примера
IX-3	Реагирование на гипотетическую аварию: выброс в окружающую среду значительного объема радиоактивного материала	Изучение конкретного примера
IX-4	Оценка индивидуальных доз при аварийном переоблучении	Изучение конкретного примера
IX-5	Поиск потерянного источника	Симуляционные занятия
IX-6	Реагирование на гипотетическую аварию при перевозке радиоактивного материала	Симуляционные занятия
IX-7	Коммуникация с населением во время гипотетической аварийной ситуации	Симуляционные занятия

#### 4.9.4. Справочные материалы к части IX

АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).

АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ИНТЕРПОЛ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПОДГОТОВИТЕЛЬНАЯ КОМИССИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПО ДОГОВОРУ О ВСЕОБЪЕМЛЮЩЕМ ЗАПРЕЩЕНИИ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ВОПРОСОВ, Готовность и реагирование в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 7, МАГАТЭ, Вена (2016).

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, Критерии для использования при обеспечении готовности и реагирования в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSG-2, МАГАТЭ, Вена (2012).

ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО КООРДИНАЦИИ ГУМАНИТАРНЫХ ВОПРОСОВ, Меры по обеспечению готовности к ядерной или радиологической аварийной ситуации, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-G-2.1, МАГАТЭ, Вена (2016).

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии, МАГАТЭ, Вена (1986).

- Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации, МАГАТЭ, Вена (1986).

- Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-11, IAEA, Vienna (2018).

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Application of the Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Exposure Situations, ICRP Publication 109, Ann. ICRP 39 (1), Elsevier (2009).

#### 4.10. ЧАСТЬ X: СИТУАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ

**Цель:** обеспечить понимание слушателями основных требований, действующих в отношении защиты в случае ситуаций существующего облучения. Слушатели также получают информацию о причинах, обуславливающих возникновение ситуаций существующего облучения, о подходах к смягчению их последствий, а также об обстоятельствах, при которых должны применяться требования, действующие в отношении профессионального облучения.

##### 4.10.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
X.1. Базовые требования и принципы	<b>Введение и общие сведения</b>	30.X.1.01
	Обзор типов ситуаций облучения	30.X.1.02
	Определение соответствующего типа ситуации облучения, в особенности в случаях, когда присутствуют элементы более чем одного типа ситуации облучения	30.X.1.03
		30.X.1.04
	<b>Требования Основных нормы безопасности</b>	
	Исключения в отношении облучений, не поддающихся контролю	
Облучения, подпадающие под действие требований, применяемых в ситуациях существующего облучения — облучение от радиоактивного загрязнения территорий в результате прошлой деятельности и аварий, облучение от природных источников: потребительские товары, другие материалы, радон, космическое излучение		
X.2. Восстановительные (реабилитационные) мероприятия на территориях, загрязненных	<b>Общие требования, действующие в отношении ситуаций существующего облучения</b>	
	Национальная стратегия, распределение обязанностей, правовая и регулирующая основа, выявление и оценка облучения, вызывающего озабоченность	
	Стратегия защиты, направленная на снижение доз; установление референтных уровней	
	Обоснование и оптимизация восстановительных или защитных мер; построение перспективы: глобальное облучение от природных источников	
	<b>Правовая и регулирующая основа</b>	30.X.2.01
Примеры загрязненных территорий		30.X.2.02
	Стратегия восстановления (реабилитации), определение территорий для проведения мероприятий по восстановлению (реабилитации);	30.X.2.03

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
остаточным радиоактивным материалом	<p>механизмы финансирования</p> <p>Планирование и осуществление восстановительных (реабилитационных) мероприятий; аспекты регулирования</p> <p>Обращение с радиоактивными отходами</p> <p><b>Программа восстановительных (реабилитационных) мероприятий</b></p> <p>Предварительная оценка</p> <p>План восстановления (реабилитации): обоснование и оптимизация</p> <p>Осуществление восстановительных (реабилитационных) мероприятий: защита и безопасность (включая защиту участников восстановительных работ), обращение с радиоактивными отходами.</p> <p>Послевосстановительные (послереабилитационные) мероприятия: возможный контроль и ограничения</p> <p><b>Изучение конкретного примера</b></p> <p>Восстановительные (реабилитационные) работы на прибрежных и морских отложениях фосфатов: проект Тапарура в Сфаксе, Тунис</p>	
Х.3. Облучение короткоживущими дочерними продуктами $^{222}\text{Rn}$	<p><b>Базовые концепции</b></p> <p>Радон и радоновое облучение легких</p> <p>Специальные величины для концентрации и экспозиционной дозы: потенциальная энергия альфа-частицы, коэффициент равновесия, равновесные эквивалентные количества.</p> <p>Концентрация <math>^{222}\text{Rn}</math> в качестве суррогатной величины для концентрации дочерних продуктов <math>^{222}\text{Rn}</math></p> <p><b>Концентрации <math>^{222}\text{Rn}</math> и связанные с ними последствия для здоровья</b></p> <p>Концентрации в зданиях и местах работы под землей. Эпидемиологические исследования рака легких в результате облучения дочерними продуктами <math>^{222}\text{Rn}</math>: горняки подземных шахт, <math>^{222}\text{Rn}</math> в жилищах</p> <p>Эффективная доза от облучения дочерними продуктами <math>^{222}\text{Rn}</math></p>	<p>30.X.3.01</p> <p>30.X.3.02</p> <p>30.X.3.03</p> <p>30.X.3.04</p> <p>30.X.3.05</p> <p>30.X.3.06</p> <p>30.X.3.07</p>

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
<p>Х.4. Облучение радионуклидами, содержащимися в потребительских товарах, и в результате воздействия космического излучения</p>	<p><b>Контроль облучения</b></p>	
	<p>Выявление рисков, вызывающих озабоченность — национальные обследования</p>	
	<p>Национальный план действий для решения проблемы высоких концентраций <math>^{222}\text{Rn}</math>, организации кампаний по информированию общественности</p>	
	<p>Референтные уровни для концентраций <math>^{222}\text{Rn}</math></p>	
	<p>Обоснование и оптимизация восстановительных мер на рабочих местах, в жилых помещениях и других строениях</p>	
	<p>Методы снижения концентрации <math>^{222}\text{Rn}</math> в зданиях</p>	
	<p><b>Облучение радионуклидами, содержащимися в потребительских товарах</b></p>	<p>30.Х.4.01 30.Х.4.02</p>
	<p>Потребительские товары, к которым применяются действующие требования; референтные уровни для радионуклидов в потребительских товарах</p>	<p>30.Х.4.03</p>
	<p>Продукты питания — рекомендуемые уровни для послеаварийного загрязнения; питьевая вода — восстановительные (реабилитационные) меры, рекомендуемые уровни загрязнения</p>	
	<p>Удобрения/почвоулучшители — концентрация активности, экспозиционная доза, последствия для контроля</p>	
<p>Строительные материалы — пути облучения, меры реабилитации существующих строений, превентивные меры при строительстве новых зданий</p>		
<p><b>Облучения от космического излучения</b></p>		
<p>Источники и характеристики космического излучения; среднемировые дозы</p>		
<p>Мощности дозы в коммерческом воздушном судне</p>		
<p>Облучение экипажей и последствия для контроля</p>		
<p>Облучение экипажей космических летательных аппаратов и последствия для контроля</p>		

#### 4.10.2. Задачи обучения

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
Х.1. Базовые требования и принципы	3О.Х.1.01	знать и уметь определить концепцию ситуаций существующего облучения.
	3О.Х.1.02	знать и уметь объяснить, почему некоторые виды облучения не поддаются контролю, и привести примеры.
	3О.Х.1.03	знать и перечислить обязанности государственных органов управления применительно к ситуациям существующего облучения.
	3О.Х.1.04	знать и уметь описать процесс оптимизации восстановительных (реабилитационных) и защитных мер.
Х.2. Восстановительные (реабилитационные) мероприятия на территориях, загрязненных остаточным радиоактивным материалом	3О.Х.2.01	знать и уметь определить ситуацию существующего облучения, требующую применения восстановительных (реабилитационных) мер.
	3О.Х.2.02	знать и уметь определить вопросы, которые необходимо включить в национальную стратегию восстановительных (реабилитационных) мероприятий.
	3О.Х.2.03	уметь разработать и осуществлять программу восстановительных (реабилитационных) мероприятий для территории, загрязненной остаточным радиоактивным материалом.
Х.3. Облучение короткоживущими дочерними продуктами $^{222}\text{Rn}$	3О.Х.3.01	знать и уметь объяснить первичные пути облучения, возникающие в результате вдыхания $^{222}\text{Rn}$ .
	3О.Х.3.02	знать и уметь выявлять сценарии, в которых может быть повышенная концентрация $^{222}\text{Rn}$ в воздухе и существовать риск значительного облучения.
	3О.Х.3.03	уметь планировать национальное обследование для выявления мест с радоновой проблемой и определять зоны и строения для первоочередного рассмотрения в обследовании.
	3О.Х.3.04	знать и уметь описать ключевые компоненты национального плана действий по сокращению радонового облучения.



Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.X.3.05	знать и уметь применять национальные референтные уровни, установленные для $^{222}\text{Rn}$ на рабочих местах и в жилых помещениях.
	30.X.3.06	знать и уметь определить восстановительные (реабилитационные) меры, направленные на снижение уровня радона в жилых помещениях.
	30.X.3.07	знать и уметь определить защитные меры, направленные на ограничение радонового облучения на рабочих местах.
X.4. Облучение радионуклидами, содержащимися в потребительских товарах, и в результате воздействия космического излучения	30.X.4.01	знать и уметь определить потребительские товары, могущие содержать радионуклиды.
	30.X.4.02	знать и уметь определить международные руководящие материалы по радионуклидам в продуктах питания и воде.
	30.X.4.03	знать и уметь объяснить источники космического излучения и пути облучения.

#### 4.10.3. Практические занятия

№	Практические занятия	Тип
X-1	Измерение радона в жилых домах и сопоставление с референтным уровнем	Лабораторные занятия
X-2	Оценка индивидуальных доз, полученных при проведении восстановительных (реабилитационных) мероприятий на территории, загрязненной остаточным радиоактивным материалом	Изучение конкретного примера
X-3	Оценка индивидуальных доз, полученных от потребительских товаров	Изучение конкретного примера
X-4	Коммуникация с населением и средствами массовой информации при проведении восстановительных (реабилитационных) мероприятий на территории, загрязненной остаточным радиоактивным материалом	Симуляционные занятия

#### 4.10.4. Справочные материалы к части X

АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ

ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 3, МАГАТЭ, Вена (2015).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, Radiation Protection against Radon in Workplaces other than Mines, Safety Reports Series No. 33, IAEA, Vienna (2003).

- Remediation Process for Areas Affected by Past Activities and Accidents, IAEA Safety Standards Series No. WS-G-3.1, IAEA, Vienna (2007).

- Обращение с радиоактивными отходами перед захоронением, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GSR Part 5, МАГАТЭ, Вена (2010).

- Захоронение радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-5, МАГАТЭ, Вена (2011).

- Правила безопасной перевозки радиоактивных материалов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-6, Вена (2013)

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103, Pergamon Press, Oxford and New York (2007) (Международная комиссия по радиационной защите, Рекомендации 2007 года МКРЗ, Публикация 103, ФМБЦ им. А.И. Бурназяна при поддержке ФМБА России, Москва (2009).

- Radiological Protection against Radon Exposure, ICRP Publication 126, Ann. ICRP 43(3). ICRP (2014).

JOINT FAO/WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME, CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Foods, Schedule 1 — Radionuclides, CODEX STAN 193–1995, CAC, Rome (2015).

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION, UNSCEAR 2006 Report to the General Assembly, Vol. II, Annex E: Source-to effects Assessment for Radon in Homes and Workplaces, United Nations, New York (2008).

- Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes, Vol. 1, Annex B: Exposures of the Public and Workers from Various Sources of Radiation, United Nations, New York (2010).

WORLD HEALTH ORGANIZATION, WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective, WHO, Geneva (2009).

- Guidelines for Drinking-water Quality — 4th Ed., WHO, Geneva (2011).

#### 4.11. ЧАСТЬ XI: ПОДГОТОВКА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ/ИНСТРУКТОРОВ

**Цель:** научить организовывать и проводить учебные курсы. Развить дидактические навыки. Использовать дидактические навыки в случае устной презентации, проводимой в рамках части XII.

##### 4.11.1. Содержание

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
XI.1. Выполнение преподавательских функций (введение)	<b>Общие вопросы, касающиеся усвоения учебных материалов</b>	30.XI.1.01
	Факторы, могущие влиять на успех учебного цикла: аудиторная среда, настрой слушателей; преподаватель/инструктор. Различные пути познания. Различные индивидуальные стили. Необходимость адаптации стиля преподавателя в соответствии с потребностями разных слушателей.	30.XI.1.02
		30.XI.1.03
XI.2. Особенности обучения взрослых	<b>Сопоставление андрагогики и педагогики</b>	30.XI.2.01
	Андрагогика — модель Ноулза. Стили обучения Хани и Мамфорда. Стилль обучения Колба: важность опыта и размышлений. Мотивация — почему она важна и как ее улучшить. Применение к учебным циклам по радиационной защите.	30.XI.2.02
		30.XI.2.03
		30.XI.2.04
XI.3. Разработка курсов и планирование занятий	<b>Анализ потребностей в подготовке</b>	
	Системный подход к обучению. Знания, компетентность и квалификационные процессы. Характеристики лиц, которые должны пройти подготовку: квалифицированные эксперты; сотрудники, ответственные за радиационную защиту; квалифицированные операторы; медицинские работники; врачи; персонал, включая операторов радиационных установок и лиц, принимающих минимальное участие в работе; сотрудники регулирующих органов; персонал групп аварийного реагирования.	30.XI.3.01
		30.XI.3.02
		30.XI.3.03
		30.XI.3.04
		30.XI.3.05
		30.XI.3.06
		30.XI.3.07
		30.XI.3.08
<b>Подготовка и проведение учебных курсов</b>	30.XI.3.09	
Цели и задачи, учебный план, учебная программа (учебно-тематический план) курсов, планы-конспекты лекций, раскадровки, учебные материалы. Оптимизация учебного времени и достижение учебных целей. Методы обучения: аудиторная учебная работа; дистанционное обучение; обучение (тренировка) на рабочем месте. Подготовка		

Модуль	Содержание	Задача обучения (ЗО №)
	<p>демонстраций, практических занятий, изучение конкретных примеров и визиты на места. Подготовка к проверке знаний (оценки обучения, полученного на курсах).</p> <p><b>Оценки обучения, полученного на курсах</b></p> <p>Положительный эффект от проведения оценок. Цель, время и различные способы проведения оценки обучения. Использование результатов оценок.</p> <p><b>Оценка курсов</b></p> <p>Оценка до и после тестирования. Отклики слушателей и преподавателей. Оценочные показатели.</p>	
XI.4. Коммуникация с группой	<p><b>Роль преподавателя</b></p> <p>Факторы, способствующие и мешающие процессу общения с группой. Создание правильной атмосферы. Мотивация учащихся. Языковая адаптация. Язык тела. Развитие групповых обсуждений. Практика вопросов и ответов. Активное слушание.</p>	<p>30.XI.4.01</p> <p>30.XI.4.02</p> <p>30.XI.4.03</p> <p>30.XI.4.04</p> <p>30.XI.4.05</p>
XI.5. Средства обучения	<p><b>Применение средств обучения</b></p> <p>Выбор различных средств обучения: презентации, флипчарты, видео, симуляторы, системы голосования, обучающие игры и т.п. Их плюсы и минусы. Эффективное использование средств обучения в учебном цикле. Использование средств и методик электронного обучения. Простые правила создания более эффективных презентаций в PowerPoint. Представление данных.</p>	<p>30.XI.5.01</p> <p>30.XI.5.02</p> <p>30.XI.5.03</p> <p>30.XI.5.04</p>
XI.6. Устная презентация выпускной проектной работы	<p><b>Представление проектной работы</b></p> <p>Подготовка устных презентаций выпускной проектной работы (часть XII) слушателями. Применение дидактических навыков, изложенных в части XI. Поддержка со стороны лектора в части XI. Проведение презентации слушателями. Оценка лектором и со стороны остальных слушателей.</p>	<p>30.XI.6.01</p>

#### 4.11.2. Задачи обучения

Модуль	Задачи обучения	
	№	Описание
XI.1. Выполнение преподавательских функций (введение)	3O.XI.1.01	понимать, что единого и конечного варианта решения учебной задачи нет.
	3O.XI.1.02	знать и уметь описать различные стили преподавания.
	3O.XI.1.03	осознавать, что преподаватель должен уметь адаптировать свой стиль в соответствии с потребностями разных категорий слушателей.
XI.2. Особенности обучения взрослых	3O.XI.2.01	знать и уметь описать различие между андрагогикой и педагогикой.
	3O.XI.2.02	знать и уметь изложить основные элементы цикла обучения Колба.
	3O.XI.2.03	уметь объяснить важность мотивации и вовлечения в учебный процесс слушателей.
	3O.XI.2.04	понимать необходимость создания комфортной атмосферы для слушателей.
XI.3. Разработка курсов и планирование занятий	3O.XI.3.01	знать и уметь объяснить требования, действующие в отношении уровня образования, профессиональной подготовки и опыта работы лиц, относящихся к различным профессиональным или должностным категориям, которые должны пройти подготовку по вопросам радиационной защиты в государствах-членах.
	3O.XI.3.02	знать и уметь определить цели и задачи обучения с учетом категории слушателей.
	3O.XI.3.03	знать и уметь выбрать наиболее подходящую методику обучения для данной аудитории.
	3O.XI.3.04	знать и уметь описать метод раскадровки для планирования учебного цикла.
	3O.XI.3.05	знать и уметь применять метод раскадровки для организации интерактивного и эффективного учебного цикла с разными учебными мероприятиями.
	3O.X.3.06	знать и уметь оценить положительный эффект от проведения оценок.
	3O.X.3.07	знать и уметь принимать решение относительно того, что, когда и как оценивать и что делать с результатами оценок.
	3O.X.3.08	знать и уметь описать положительный эффект от проведения оценок до и после тестирования.

<b>Задачи обучения</b>		
<b>Модуль</b>	<b>№</b>	<b>Описание</b>
		По завершении обучения в рамках этого модуля слушатели должны:
	30.X.3.09	знать и уметь объяснить, как статистические данные, а также данные, полученные с помощью опросных листов по сбору обратной связи и посредством проведения оценок до и после тестирования, могут быть использованы в качестве оценочных показателей эффективности обучения.
XI.4. Коммуникация с группой	30.XI.4.01	знать и уметь объяснить факторы, способствующие и мешающие процессу общения с группой.
	30.XI.4.02	знать и уметь описать факторы, повышающие эффективность и интерактивность очного обучения.
	30.XI.4.03	знать и уметь описать факторы, способствующие достижению хороших показателей эффективности.
	30.XI.4.04	знать и уметь выявить факторы, способствующие внимательному слушанию.
	30.XI.4.05	уметь вести обсуждение по различным темам и отвечать на вопросы в условиях группового обучения.
XI.5. Средства обучения	30.XI.5.01	знать и уметь перечислить основные доступные средства обучения.
	30.XI.5.02	знать и уметь описать плюсы и минусы различных средств обучения.
	30.XI.5.03	знать и уметь объяснить элементарные правила создания эффективных презентаций в PowerPoint.
	30.XI.5.04	знать и уметь объяснить различные способы представления данных.
XI.6. Устная презентация выпускной проектной работы	30.XI.6.01	знать и уметь применять дидактические навыки, приобретенные в процессе учебы в рамках данной части (XI), при подготовке устных презентаций выпускной проектной работы и публичном выступлении с этой презентацией.

#### 4.11.3. Практические занятия

<b>№</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Тип</b>
XI-1	Предварительное тестирование на наличие "мягких навыков"	Письменные занятия Опросные листы
XI-2	Трехминутное выступление на общую тему	Устные занятия

- |      |  |                              |
|------|--|------------------------------|
| XI.3 | Групповые занятия по планированию учебного цикла: подготовка учебного цикла по радиационной защите и безопасности источников излучения, включающего различные учебные мероприятиями, с использованием метода раскадровки | Изучение конкретного примера |
| XI-4 | Подготовка и проведение устной презентации выпускной проектной работы (часть XII)  | Презентация                  |

#### **4.11.4. Справочные материалы к части XI**

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, Safety Reports Series No. 20, IAEA, Vienna (2001).

- Establishing the Infrastructure for Radiation Safety, Specific Safety Guide No. SSG-44, IAEA, Vienna (2018).

## 4.12. ЧАСТЬ XII: ВЫПУСКНАЯ ПРОЕКТНАЯ РАБОТА

**Цель:** применить знания и навыки, полученные в ходе обучения на курсах, при решении конкретной задачи обеспечения радиационной защиты и безопасности, а также представить соответствующие результаты и выводы.

### **Порядок выполнения действий, предусмотренных в части XII**

#### **Выбор и использование тем для выпускной проектной работы**

Директор курсов своевременно связывается с будущими слушателями до начала работы курсов и сообщает информацию о целях выполнения выпускной проектной работы, а также просит их указать тему проекта, согласованную с местным руководством в стране (т.е. в организациях, в которых работают слушатели). Проектная работа должна быть нацелена на решение проблемы обеспечения радиационной защиты и безопасности, должна представлять интерес для организации, в которой слушатель, возможно, уже работает, и/или быть актуальной на национальном уровне. Проектная работа должна предоставить возможность применить знания и навыки, приобретенные в ходе прохождения учебы в рамках частей IV— X, с особым упором на использование Норм безопасности МАГАТЭ.

Назначенные слушатели должны сообщить директору курсов выбранную тему проектной работы, указав контактные данные своего местного руководителя. Директор курса организует встречу слушателей с преподавателями, которые, вероятно, будут курировать выполнение слушателями выпускной проектной работы (руководителями проектной работы). После утверждения темы и назначения преподавателя, курирующего выполнение проектной работы, соответствующая информация направляется местным руководителям.

#### **Выполнение выпускной проектной работы**

Выполнение выпускной проектной работы может включать время, необходимое для обсуждения соответствующих вопросов с руководителем проектной работы, работы в библиотеке, выполнения экспериментальной/практической работы, подготовки отчета по проекту и заключительной презентации. Это должно учитываться директором курсов при разработке плана и сроков проведения курсов. Директор курсов и руководитель выпускной проектной работы должны обеспечить слушателям доступ к необходимым ресурсам для:

- проведения обзора литературы с целью получения обновленной информации о последних достижениях и определения современного состояния дел в данной области, особенно в связи с опубликованием последних изданий Норм безопасности МАГАТЭ и их применением;
- выполнения экспериментальной/практической работы с предоставлением необходимых ресурсов.

В расписании для выполнения выпускной проектной работы должно быть отведено не менее двух недель; это время может быть распределено по всему периоду обучения.



## **Оценка выпускной проектной работы**

Слушатели должны быть заранее проинформированы о критериях оценки проектной работы. Для оценки используются:

- отчет: слушатели должны подготовить отчет о выполнении выпускной проектной работы, включающий следующие разделы: краткое резюме, современное положение дел, актуальность/обоснование проекта, материалы и методы (включая соответствующие Нормы безопасности МАГАТЭ), результаты, выводы и рекомендации, справочные материалы.
- устная презентация: слушатели должны публично представить свою проектную работу. Слушателям следует рекомендовать использование широкого арсенала наглядных средств при проведении своей презентации. Тема устной презентации выпускной проектной работы отражена в части XI "Подготовка преподавателей/инструкторов".

## **СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Последипломные учебно-образовательные курсы по радиационной защите и безопасности источников излучения - Типовой учебный план, Серии учебных курсов МАГАТЭ, № 18, Вена (2004).
- [2] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources, IAEA Safety Reports Series No. 20, Vienna (2001).

## СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Da Silva, A. A.	Национальная комиссия по ядерной энергии, Бразилия
Dimitriou, P.	Комиссия по атомной энергии Греции, Греция
Harbison, S.A.	консультант, Соединенное Королевство
Hassan, S.	Малазийское ядерное агентство, Малайзия
Hunt, J.	консультант, Бразилия
Jaafar, M. S.	Малазийское ядерное агентство, Малайзия
Kaplanis, P.	консультант, Кипр
Kharita, M. H.	Комиссия по атомной энергии Сирии, Сирийская Арабская Республика
Konstantinos, K.	Комиссия по атомной энергии Греции, Греция
Larcher, A. M.	Управление по ядерному регулированию, Аргентина
Luciani, A.	МАГАТЭ
Margetic, A.	Управление по ядерному регулированию, Аргентина
Moreno, S. F.	Управление по ядерному регулированию, Аргентина
Nasri, B.	Национальный центр ядерной энергии, науки и технологии, Марокко
Nicolas, R. O.	Управление по ядерному регулированию, Аргентина
Noureddine, A.	Комиссия по атомной энергии, Алжир
Othman, M. S.	Малазийское ядерное агентство, Малайзия
Papadopoulos, S.	Управление по ядерному регулированию, Аргентина
Paynter, R.	Фонд EUTERP, Соединенное Королевство
Prendes Алонсо, М.	Центр радиационной защиты и гигиены, Куба
Robinson, I.	консультант, Соединенное Королевство

Rodrigues, D.	Национальная комиссия по ядерной энергии, Бразилия
Serfor-Armah, Y.	Школа ядерных и смежных наук, Комиссия по атомной энергии Ганы, Гана
Shweikani, R.	Комиссия по атомной энергии Сирии, Сирийская Арабская Республика
Sotiris, E.	Комиссия по атомной энергии Греции, Греция
Тимощенко А.И.	Белорусский государственный университет, Беларусь
Valentino, L.	Управление по ядерному регулированию, Аргентина
Valverde, N. J. de Lima	консультант, Бразилия
Wheatley, J.	МАГАТЭ
Wymer, D.	консультант, Южная Африка
Zulkifli, M. H.	Малазийское ядерное агентство, Малайзия

### **Совещания консультантов**

Вена, Австрия: 11–15 апреля 2011 года; 11–13 июля 2012 года; 24–26 июля 2013 года; 6–8 августа 2014 года; 4–6 августа 2015 года; 2–4 августа 2016 года; 30 мая — 2 июня 2017 года; 1–3 августа 2018 года



# IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 26

## ЗАКАЗ В СТРАНАХ

Платные публикации МАГАТЭ могут быть приобретены у перечисленных ниже поставщиков или в крупных книжных магазинах.

Заказы на бесплатные публикации следует направлять непосредственно в МАГАТЭ. Контактная информация приводится в конце настоящего перечня.

### СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА

#### ***Bernan / Rowman & Littlefield***

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, USA

Тел.: +1 800 462 6420 • Факс: +1 800 338 4550

Эл. почта: [orders@rowman.com](mailto:orders@rowman.com) • Сайт: <http://www.rowman.com/bernan>

### ОСТАЛЬНЫЕ СТРАНЫ

Просьба связаться с местным поставщиком по вашему выбору или с вашим основным дистрибьютером:

#### ***Eurospan Group***

Gray's Inn House

127 Clerkenwell Road

London EC1R 5DB

United Kingdom

#### ***Торговые заказы и справочная информация:***

Тел.: +44 (0)176 760 4972 • Факс: +44 (0)176 760 1640

Эл. почта: [eurospan@turpin-distribution.com](mailto:eurospan@turpin-distribution.com)

#### ***Индивидуальные заказы:***

[www.eurospanbookstore.com/iaea](http://www.eurospanbookstore.com/iaea)

#### ***Дополнительная информация:***

Тел.: +44 (0)207 240 0856

Факс: +44 (0)207 379 0609

[info@eurospangroup.com](mailto:info@eurospangroup.com)

Сайт: [www.eurospangroup.com](http://www.eurospangroup.com)

### **Заказы на платные и бесплатные публикации можно направлять напрямую по адресу:**

Группа маркетинга и сбыта (Marketing and Sales Unit)

Международное агентство по атомной энергии

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Тел.: +43 1 2600 22529 или 22530 • Факс: +43 1 26007 22529

Эл. почта: [sales.publications@iaea.org](mailto:sales.publications@iaea.org) • Сайт: [www.iaea.org/publications](http://www.iaea.org/publications)



